



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL

**COMPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA DEL GANADO BOVINO CON BLOQUES
MULTINUTRICIONALES DE MELAZA UREA EN AGOSTADEROS NATURALES
CON ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA:
ING. JOSÉ RICARDO DÍAZ BOTELLO**

**DIRECTORA:
DRA. ERNESTINA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ**

**COMITÉ TUTORAL
DR. GUILLERMO SALAS RAZO
DR. AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA
DR. ROGELIO GARCIDUEÑAS PIÑA
DR. ARMÍN AYALA BURGOS**

MORELIA, MICH; AGOSTO DE 2016



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas

DR. HÉCTOR GUILLÉN ANDRADE
COORDINADOR GENERAL DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
P R E S E N T E

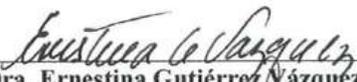
Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la Tesis Titulada: "Complementación estratégica del ganado bovino con bloques multinutricionales de melaza urea, en agostaderos naturales con especies arbóreas" presentado por el Ing. José Ricardo Díaz Botello, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestro en Ciencias.

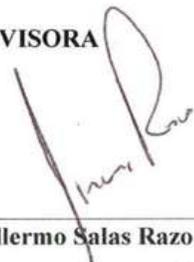
Sin otro particular por el momento, reiteramos a usted un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Morelia, Michoacán, a 01 de agosto de 2016

MIEMBROS DE LA COMISIÓN REVISORA


Dra. Ernestina Gutiérrez Nájquez
Director de Tesis


Dr. Guillermo Salas Razo


Dr. Aureliano Juárez Caratachea


Dr. Rogelio Garcidueñas Piña


Dr. Armín Ayala Burgos

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a "Dios" por abrirme paso en el camino de la vida, por brindarme salud, sin ella no hubiese llegado a este momento tan grato y de felicidad, por darme la oportunidad de cumplir uno de muchos objetivos trazados; a pesar de los tropiezos hoy doy salto a una enorme barrera, un paso más en la vida profesional, pero no al fin de una larga carrera.

Agradezco a mi hermano "Noé Salvador" y hermanas "Laura Karina y Nancy" por compartir momentos de tristeza, más aun de alegría y felicidad, gracias.

A mis padres "María Dolores y Avelino" por traerme al mundo y darme la oportunidad de vivir, asimismo, por ser el pilar que da fuerza, sostiene y da equilibrio a mi familia, gracias por todo.

A mi familia en general, abuelos, tíos, primos, sobrinas, gracias a todos.

A mi novia "Nayely Estefanía" por formar parte de mi mundo durante éste tiempo, por los gratos momentos que he vivido junto a ti, gracias amor mío.

Agradezco a la "Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez" por abrirme las puertas en su equipo de trabajo, le agradezco de antemano por guiarme en el camino del saber y del aprendizaje, por formarme como persona y profesionalista, por transmitirme su humildad, honestidad y brindarme su atención y confianza, gracias por todo Dra.

A mis asesores, a cada uno de ustedes por abonar y poner su granito de

arena en esta investigación.

Al "Don Yolando Romero" por brindarme su confianza y abrirme las puertas de su hogar, además de facilitar su ganado para la elaboración de esta investigación, gracias por su amistad.

Agradezco a la "M.D.F. Elisa Ochoa, P. Ing. Carlos Vargas y E.M.D.F. Román Marín" por la ayuda prestada durante la elaboración del experimento.

Al mis amigos, a cada uno de ellos por brindarme su amistad en todo momento, gracias.

Al CONACYT por apoyar en lo económico a la realización del experimento.

Por último y no menos importante, agradezco al "M.C. Juan Manuel Robledo Verdusco", por ser una de las personas que han confiado en mí, agradezco de antemano por ser uno de mis guías en lo profesional, gracias profe.

"AGRADEZCO A TODOS Y CADA UNO DE USTEDES".

DEDICATORIA

A mi familia, por estar siempre en los momentos difíciles y momentos de felicidad, quienes han guiado e inculcado en mí, los valores y me han motivado para seguir por el camino del bien, para formarme como persona y como profesionalista.

Hoy veo realizado un sueño al cumplir una meta, un logro y un objetivo más, de una larga carrera en lo personal y profesional, no me queda duda, que al obtener un grado académico más, no sé qué me deparará el destino, ¿una vida llena de fracasos o llena de éxitos? Sin embargo, está en mí alcanzar los objetivos próximos trazados.

No tenemos la vida comprada y estamos de paso en ella, hay que disfrutarla de la mejor manera y regocijarse del afecto que representa cada uno de los seres queridos, espero en dios, me los preste por muchos años más, los cuide y los llene de bendiciones.

ÍNDICE	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Condición corporal.....	2
1.3 Especies arbóreas forrajeras.....	4
1.4 Complementación alimenticia en la RTC.....	6
1.5 Utilización de bloques multinutricionales de melaza urea.....	6
1.5.1 Componentes de los bloques multinutricionales de melaza urea.....	7
1.5.2 Fuente energética.....	7
1.5.3 Fuente de minerales.....	8
1.5.4 Solidificante.....	8
1.5.5 Insumo de relleno.....	8
1.5.6 Fuente de nitrógeno no proteico.....	9
1.6 Degradabilidad proteínica en rumiantes.....	10
1.7 Metabolismo del amoniaco.....	11
1.8 Ciclo de la urea.....	12
1.9 Ureagénesis.....	14
1.10 Gluconeogénesis.....	14

1.11	Balance energético del ciclo de la urea.....	15
1.12	Metabolismo de la urea.....	15
1.13	Características de la orina.....	16
2.	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo general.....	18
2.2	Objetivos específicos.....	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1	Experimento 1.....	19
3.1.1	Localización.....	19
3.1.2	Elaboración de bloques multinutricionales de melaza urea.....	19
3.1.3	Características forrajeras de los agostaderos.....	20
3.1.4	Animales.....	21
3.1.5	Comportamiento animal.....	21
3.1.6	Diseño experimental.....	22
3.1.7	Análisis estadístico.....	22
3.1.8	Modelo matemático.....	22
3.2	Experimento 2.....	23
3.2.1	Localización.....	23
3.2.2	Unidad de producción pecuaria.....	23
3.2.3	Elaboración de los bloque multinutricionales de melaza urea.....	23
3.2.4	Animales.....	24
3.2.5	Complemento con los BMMU.....	24
3.2.6	Comportamiento animal.....	24
3.2.7	Determinación de urea.....	25
3.2.8	Estimación de costo.....	25
3.2.9	Diseño experimental.....	25

3.2.10 Modelo matemático.....	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 Experimento 1.....	27
4.1.1 Consumo voluntario.....	27
4.1.2 Cambio de peso vivo.....	28
4.1.3 Condición corporal.....	29
4.2 Experimento 2.....	30
4.2.1 Consumo voluntario.....	30
4.2.2 Cambio de peso vivo.....	31
4.2.3 Condición corporal.....	32
4.2.4 Determinación de urea en orina.....	33
5. CONCLUSIONES.....	36
6. BIBLIOGRAFÍA.....	37
7. ANEXO.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Cantidad de insumo utilizados en cada tratamiento (%).....	20
Tabla 2. Escala para medición de condición corporal.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Consumo voluntario de bloques multinutricionales de melaza urea.....	27
Figura 2. Cambio de peso vivo.....	28
Figura 3. Cambio de condición corporal.....	29
Figura 4. Consumo voluntario de bloques multinutricionales de melaza urea	30
Figura 5. Cambio de peso vivo.....	32
Figura 6. Condición corporal 2.....	33
Figura 7. Determinación de urea en orina.....	34

RESUMEN

La ganadería del Trópico Seco es extensiva, los animales se alimentan de forrajes fibrosos durante la época seca, causante de problemas productivos y reproductivos. Las especies arbóreas forrajeras (EAF) cobran importancia por ser fuente de alimento con aceptable valor nutricional para el ganado. Los bloques multinutricionales de melaza urea (BMMU) facilitan la digestibilidad de los forrajes y garantizan aporte proteico, energético y minerales, por lo anterior, se evaluó el efecto de los BMMU en ganado bovino en agostaderos naturales con EAF, en la región de Tierra Caliente, Michoacán. Se realizaron 2 experimentos: experimento 1, duración 28 días en época seca con lluvias atípicas, EAF y forrajes nativos verdes; experimento 2 durante 56 días en época seca con hojarasca de EAF y forrajes nativos secos. Se utilizaron 18 animales, tres grupos de 6 animales, asignados al azar a cada tratamiento: 1) BMMU con 2% de urea, 2) BMMU con 4% de urea y 3) BMMU con 10% de urea. Las vacas se adaptaron al consumo de BMMU por 14 días, posteriormente se dejó *ad libitum* en el agostadero. En el experimento 1: se pesaron los BMMU y los animales al inicio y final, por diferencia se estimó el consumo voluntario (CV) y cambio de peso vivo, a la par se midió la condición corporal (CC). En el experimento 2: la metodología fue la misma al experimento 1, sin embargo, las mediciones se realizaron al día 0, 28 y 56, se añadió la determinación de urea en orina. En el experimento 1: el CV de BMMU fue de 0.006, 0.010 y 0.065 kg/día/animal, para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. En el peso vivo, se observó disminución en los tres tratamientos con promedios de 207, 303 y 239 gr/día, para, T1, T2 y T3, respectivamente. En CC, la medición 1 se observó: 2.83, 3, 2.8 y la medición 2: 2.75, 2.75 y 2.5 para los tratamientos 1, 2 y 3. En el experimento 2 se observó: el CV de BMMU fue: T1= 0.080 y 0.107, T2= 0.035 y 0.042 y T3= 0.172 y 0.889 kg/día/animal; el cambio de peso vivo presentó disminución al día 0 a 28 con promedios 0.164, 0.101 y 0.175 kg/día/animal en T1, T2 y T3; del día 28 a 56 se observó disminución mínima en el peso en T1= 0.028, kg/día/animal, en comparación con los días 0 a 28, no obstante, en T2 y T3 se observó ganancia mínima de 0.012 y

0.005 kg/día/animal. En la determinación de urea se observó, en T1 los promedios observados fueron 106.6, 240.5 y 281mg/dl, T2 mostró 186.6, 289.7 y 199.7 mg/dl y T3 reveló 434.2, 430.1 y 541.1, para los días 0, 28 y 56 respectivamente. En época de sequía con lluvias atípicas, o bien, en época seca no es necesario complementar con BMMU cuando se tienen EAF de alto valor nutritivo y forrajes nativos como dieta base del ganado en agostaderos de la región de Tierra Caliente.

Palabras clave: época de sequía con lluvias atípicas, época de sequía, complementación alimenticia, nitrógeno no proteico, trópico seco michoacano

ABSTRACT

Dry Tropical livestock is extensive; the animals feed on fibrous fodder during the dry season. Fodder tree species (EAF) are a source of food with high nutritional value. Multinutritional urea molasses blocks (BMMU) facilitate the digestibility of forages guarantee protein, energy and mineral intake. The aim of the research was to evaluate the effect of BMMU in cattle in natural rangelands with EAF Tierra Caliente, Michoacan. Experiment 1 was conducted for 28 days in the dry season with atypical rains EAF and green native forages weighed the BMMU and animals at the beginning and end, unlike the voluntary intake (CV) was estimated and change: 2 experiments were performed liveweight, paired body condition (CC) was measured. 1) BMMU with 2% urea, 2) BMMU with 4% urea and 3) BMMU with 10% urea: 18 animals, three groups of 6, were randomized to each treatment were used. The animals were adapted to BMMU consumption for 14 days, then he allowed ad libitum in the pasture. In experiment 2 the methodology was similar to experiment 1, however, developed in the dry season with litter EAF and dry native forages, measurements were performed at day 0, 28 and 56, this experiment was added determination of urea urine. In Experiment 1: the CV of BMMU was 0.006, 0.010 and 0.065 kg/day/animal, for treatments 1, 2 and 3 respectively. In the live

weight decrease it was observed in the three treatments with averages of 0.207, 0.303 and 0.239 kg/day, for, T1, T2 and T3, respectively. DC, measuring 1 was observed: 2.83, 3, 2.8 and measuring 2: 2.75, 2.75 and 2.5 for treatments 1, 2 and 3. In experiment 2 was observed: CV of BMMU was: T1 = 0.080 and 0.107 , T2 = 0.035 and 0.042, and T3 = 0.172 and 0.889 kg/day/animal; live weight change presented decrease 0-28 day averaging 0.164, 0.101 and 0.175 kg / day / animal in T1, T2 and T3; day 28 to 56 minimal decrease was observed in the weight in T1= 0.028, kg/day/animal, compared to day 0 to 28, however, in T2 and T3 minimum gain of 0.012 it was observed and 0.005 kg/day/animal. In determining urea was observed in T1 106.6, 240.5 and 281mg/dl, T2 showed 186.6, 289.7 and 199.7 mg/dl and T3 revealed 434.2, 430.1 and 541.1, for days 0, 28 and 56 respectively. In times of drought with atypical or rain in the dry season is not necessary to supplement with EAF BMMU when you have high nutritional value and native fodder as livestock diet based on rangelands in the region of Tierra Caliente.

Keywords: atypical dry season rainsl, dry season, non-protein nitrogen, food supplementation, dry tropics michoacano.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La ganadería bovina que se ha desarrollado bajo el modelo del sistema extensivo, afecta grandes extensiones de selvas y bosques que modifican al medio ambiente (Jiménez, 2000), por la pérdida de la biodiversidad, compactación y erosión de suelos, ruptura de balances hídricos en las cuencas e incremento en las emisiones de gases, entre otros. En los últimos años, el desafío del sistema de producción agropecuario, ha sido la integración en el uso y la conservación de los recursos naturales (Pinto, 2002).

El sistema extensivo, se basa en la utilización de especies ganaderas de interés zootécnico, capaces de aprovechar eficazmente los recursos naturales mediante el pastoreo (Fariñas *et al.*, 2009). En general, estas especies están adaptadas a los factores limitantes y ecológicos del medio en el que se desarrollan. Estos sistemas comparten características comunes: se mantiene número limitado de animales por superficie, baja productividad por animal y por hectárea, que provocan baja rentabilidad e imposibilitan la utilización de técnicas y el desarrollo de la actividad ganadera (Bellido *et al.*, 2001) haciéndola vulnerable a efectos estacionales (Aduba *et al.*, 2013).

La ganadería bovina del Trópico Seco Michoacano se ve involucrada y presenta las características ya mencionadas, además exhibe escasa o nula tecnificación (Macedo *et al.*, 2006). Los sistemas de producción bovina en la Región de Tierra Caliente (RTC) en Michoacán, constituyen una respuesta a la necesidad de producir leche y carne a bajo costo, al mismo tiempo que generan fuentes de trabajo. Sin embargo, en el estado existe un gran desconocimiento acerca de la situación en la que operan los sistemas, así como la problemática que las afecta (Molina *et al.*, 2008).

Es así que en la ganadería de la RTC, la escases y baja calidad nutricional de los forrajes se ha acentuado como la principal problemática de la región durante la temporada de sequía (Araujo, 2005), esto se traduce en efectos negativos que merman la producción ganadera de la región (Fajemisin *et al.*, 2010; Khan y Masum, 2016) y generalmente no se produce becerro por año por vaca (Walsh *et al.*, 2011; Ortiz *et al.*, 2013).

La deficiencia de nutrientes en los forrajes, provoca desequilibrio nutricional en el ganado bovino de la RTC, que a su vez, afecta los indicadores productivos (disminución en peso vivo, baja conversión alimenticia, peso del becerro al nacimiento y destete, entre otros) y los parámetros reproductivos, como son: periodo de días abiertos, intervalo entre partos (Falcón, 2010), etcétera; asimismo, puede existir retención placentaria, prolapsos uterinos (Kankofer *et al.*, 2005) y abortos (Geary, 2005; Gordon, 2007; Bondurant, 2008).

Otro parámetro reproductivo que influencia los costos de producción en la región es la edad al primer servicio. Éste indicador está asociado al peso corporal, tasa de crecimiento, porcentaje de grasa, relación entre grasa y proteína lo que determina la condición corporal de los animales (Resende *et al.*, 2010). En época de lluvias durante cuatro o cinco meses se concentra mayor cantidad de forraje (PESA, 2006; Vázquez *et al.*, 2012), los animales aumentan de peso, por lo tanto, aumenta en la condición corporal (Martínez, 2010; Mijares *et al.*, 2012).

1.2. Condición corporal

La condición corporal (CC) cambia de acuerdo a la época del año, debido a esto, durante la época de lluvias el ganado mejora la CC; sin embargo, durante la época de estiaje, disminuyen en la misma, esto el reflejo de la disminución del alimento en la región (López, 2006). Para definir la CC de una vaca Van Niekerk y Louw (1980) centran el reconocimiento y la observación sobre cuatro áreas principales,

en las que se determina la masa muscular y la cobertura de grasa:

1. Región del lomo (entre el hueso de la cadera y la última costilla): incluye a las apófisis espinosas y a las apófisis transversas de las vértebras lumbares.
2. Región de la inserción de la cola.
3. Región del flanco: cubre desde la décima a la decimotercera costilla. Esta medición sólo se efectúa cuando es necesario determinar con precisión medios puntos.
4. Región de la cadera.

Ruegg y Milton (1995), retoman la escala de medición para la CC (1 a 5) establecida por Van Niekerk y Louw (1980), en las vacas se distinguen las diferentes características para cada grado de CC:

Condición corporal 1: el animal está emaciado. El lomo de la vaca presenta apófisis transversas muy prominentes y apófisis espinosas visibles. Los huesos de la cadera son muy prominentes. La base de la cola es muy prominente y muy hundidos los huesos laterales. Las costillas pueden observarse.

Condición corporal 2: el animal esta delgado pero saludable. Las apófisis transversas y espinosas no son tan prominentes. Los huesos de la cadera son prominentes, pero algo cubiertos. La base de la cola no es hueca y los huesos laterales son visibles pero no prominentes. Las costillas son ligeramente visibles.

Condición corporal 3: la vaca presenta condición media, con tejido graso palpable y visible. Las apófisis espinosas pueden palpase, las transversas están bien cubiertas. Los huesos de la cadera son visibles, bien cubiertos, pero no prominentes. La base de la cola ligeramente redondeada y las cavidades a los lados desaparecen.

Condición corporal 4: la vaca está gorda y los tejidos grasos se ven al caminar.

El lomo es bien cubierto. Las apófisis espinosas y transversas están bien cubiertas pero no son visibles. Los huesos de la cadera no son visibles y están cubiertos por tejido graso. La base de la cola está redondeada, con tejido graso a ambos lados, que se mueve al caminar. Las costillas son difíciles de distinguir.

Condición corporal 5: la vaca está muy gorda. El lomo presenta apariencia redondeada por grandes áreas de tejido graso. Los huesos de la cadera no son visibles. Las costillas no se observan y los flancos son muy esponjosos.

Los bovinos deben mantener una condición corporal de 3 (López, 2006), para una buena función reproductiva. La escasez de alimento en trópico seco michoacano durante la época crítica, ocasiona una disminución de peso y CC. Los forrajes disponibles en dicha época se caracterizan por un bajo valor de nutrientes. Ejemplos de estos son: el pasto llanero (*Andropogon gayanus*) y rastrojo de maíz, con el 4.6 y 5.4% de proteína cruda; 2.4 y 1.75 Mcal de energía metabolizable; 70 y 46.8 % fibra detergente neutra (FDN); 0.37 y 0.47 Calcio (Ca); 0.01 y 0.07 fósforo (P); 22 y 29% fibra cruda (FC) (García, 2006; INIFAP, 2013).

Por otro lado, la tala de los bosques es una realidad en las selvas tropicales de América Latina, para siembra de forrajes destinados para el ganado y producción de maíz. Es así que el ganado de la RTC se mantiene libre en extensiones cerriles y su alimentación depende, principalmente, de insumos cotidianos encontrados en los agostaderos naturales con EAF, rastrojos de maíz y sorgo (Molina *et al.*, 2008).

1.3 Especies arbóreas forrajeras

Se ha investigado diversidad de especies arbóreas forrajeras (EAF) que juegan papel importante en la alimentación del ganado de la RTC. Estas especies forrajeras son destinadas para abasto de alimento durante los meses de sequía,

por su aceptable producción de forraje y alto valor nutricional (González *et al.*, 2006; Ávila *et al.*, 2007).

Las EAF otorgan alimento al ganado a través del follaje verde, hojarasca y frutos; estos dos últimos en época de estiaje. La sombra es otro de los servicios que prestan los árboles al ganado (Gutiérrez *et al.*, 2009). Las EAF por su alto valor nutricional, proporcionan a los animales los nutrientes necesarios para mantenimiento y permiten la disminución de problemas productivos y reproductivos que perturban la producción (Fajemisin *et al.*, 2010; Falcón, 2010) de leche y carne (Avilés *et al.*, 2008; Aye, 2012).

González *et al.* (2007) y López *et al.* (2015), realizaron el inventario de los árboles forrajeros del municipio de Carácuaro, Michoacán. Ellos identificaron 134 especies; más del 90% fueron clasificadas taxonómicamente (anexo 1), aunque todas han sido valoradas en su composición química y otros nutrientes de interés para los rumiantes. Estas EAF oscilan entre 8 y 27.1% de PC, de las cuales destacan el bonete (*Jacaratia mexicana*) con 27.1%, colorín (*Capparis indica*) 20.8%, cucharillo (*Simira mexicana*) 19.9%, nanche rojo (*Buncosia sp.*) 19.2%, cuíndira (*Acacia macilenta*) 19% y cueramo (*Cordia elaeagnoides*) con 17.3.

Los autores antes citados determinaron el porcentaje de fósforo (P) en las EAF de la selva baja caducifolia de Michoacán. Dicho mineral oscila entre 0.1 y 1.7, los valores de P encontrados en las EAF cumplen con los requerimientos del ganado, en cambio, la mayoría de los forrajes de la RTC no satisfacen completamente las necesidades de minerales en los animales (Salamanca, 2010), aunado a lo anterior la mayoría de los productores de la región, sólo complementan con sal común la dieta del ganado.

1.4 Complementación alimenticia en la RTC

En el mundo la deficiencia y desequilibrio de nutrientes, especialmente las deficiencias de minerales, en los alimentos que consume el ganado es un problema común (Garg *et al.*, 2013). En el trópico seco, en regiones áridas y semiáridas, la escasez de alimentación es el principal obstáculo para su productividad (Li *et al.*, 2014), ante esto se han propuesto varias tecnologías, para mejorar la producción y reproducción del ganado (Fayomi *et al.*, 2014; Tendokeng *et al.*, 2015). En la RTC se proponen y utilizan los minerales comerciales (en diferentes presentaciones), la elaboración de mezclas y los bloques multinutricionales de melaza urea (BMMU), entre otros.

1.5 Utilización de bloques multinutricionales de melaza urea

Los BMMU constituyen una tecnología de fácil realización, artesanal, económica y accesible (Herrera *et al.*, 2002; Andrade, 2006; Ramírez, 2009; Flamenbaum y Galon, 2010; Mubi *et al.*, 2013), esta tecnología, facilita que los animales aprovechen al máximo los alimentos fibrosos y convertirlos productos de alta calidad nutritiva (Aye, 2014). Además, permite a los productores utilizar integralmente los recursos disponibles en la región (Aye y Adegun, 2010; Martínez, 2010; Kayastha *et al.*, 2012).

La dureza de los BMMU limita el consumo y evita la intoxicación por urea. Los insumos utilizados en su elaboración aportan nitrógeno no proteico, energía y minerales, que nutren a los microorganismos y mejoran su función digestiva (Sánchez y García, 2001; Birbe *et al.*, 2006; Zahari *et al.*, 2007; Aletor *et al.*, 2010).

Macedo *et al.* (2006), complementaron con BMMU a 25 vacas anéstricas del municipio de Carácuaro en la época de estiaje. Ellos observaron un efecto significativo sobre la condición corporal y el 92% de las vacas presentaron reinicio

de actividad ovárica en las primeras semanas. De igual manera, Ruíz y Gutiérrez, (2011), al complementar con BMMU a 32 vacas anéstricas en el municipio de Taretan, Michoacán, registraron que el 75% de las vacas presentaron estro y gestación. En este trabajo el consumo estimado de BMMU fue 560 gr/animal/día.

1.5.1 Componentes de los bloques multinutricionales de melaza urea

Los BMMU tiene tres componentes fundamentales: la melaza, urea y minerales (Sansoucy y Hassoun, 2007). Además pueden incorporarse una gran variedad de otros componentes, dependiendo de la disponibilidad, valor nutritivo, precio, facilidad de uso y calidad del bloque que se desea preparar (Araujo, 2005; Fariñas *et al.*, 2009), siempre y cuando que no sean tóxicos para los animales y puedan ser mezclados de manera uniforme (Garzón y Navas, 2003).

De acuerdo con Gutiérrez y Ayala (2009), la fórmula sugerida para Michoacán de los BMMU, contiene los siguientes insumos y porcentajes: melaza 45%, urea 10%, cemento 15%, sal común 5%, ortofosfato 2%, microminerales 0.25% y salvado de trigo 22.75 %.

1.5.2 Fuente energética (melaza)

La melaza se utiliza como fuente energética y de minerales, principalmente potasio; además funciona como saborizante y solidificante (Fariñas *et al.*, 2009). Por su olor y sabor, hace al bloque atractivo y palatable, se sugiere utilizar aquella, cuyo contenido sea mayor a 85 °Brix, para asegurar la solidificación del mismo (Sansoucy *et al.*, 1986). Generalmente, la melaza se incluye en los bloques en alrededor del 45% (Sansoucy *et al.*, 1986; Fariñas *et al.*, 2009; Gutiérrez y Ayala, 2009).

1.5.3 Fuentes de minerales.

Una o varias fuentes de macro y microminerales deben ser incluidas en los BMMU (Sansoucy *et al.*, 1986). La sal común, además de aportar el sodio y el cloro requeridos por los animales para la realización del intercambio iónicos y otros procesos celulares, tiene características de saborizante de los alimentos para los rumiantes (Pérez *et al.*, 2011). Puesto que, generalmente, los forrajes de las zonas áridas y en cualquier época son deficientes en fósforo, una fuente de este mineral es el ortofosfato que debe ser incluido en 2% los BMMU (Sánchez y García, 2001).

Los microelementos desempeñan un importante papel en el buen funcionamiento del organismo. El consumo de cantidades suficientes de minerales hace a los organismos más resistentes a enfermedades ordinarias (Unger y Chiappe, 2008).

1.5.4 Solidificante

Los BMMU deben contener ingredientes que aseguren la solidificación y aglutinación de todos los ingredientes; la tierra arcillosa, carbonato de calcio, cal hidratada, bentonita y cemento son los principales materiales aglomerantes, cuya finalidad consiste en proporcionar consistencia sólida al BMMU (Fariñas *et al.*, 2009) y asegura que puedan ser consumidos por los animales de manera limitada y progresiva (Tekeba *et al.*, 2012). Los niveles de cemento fluctúan entre el 5-10% (Fariñas *et al.* (2009), 15% (Gutiérrez y Ayala, 2009) y hasta 16% (Sosa *et al.*, 2004).

1.5.5 Insumo de relleno

El salvado es un alimento clasificado dentro de los cereales, está constituido por proporciones variables de tegumentos, germen, capa de aleurona y endospermo

harinoso. El salvado contiene del 2 al 10% de FC, del 0.4 al 1% de P y del 14 al 15% PC (Blas *et al.*, 2011). El salvado por su contenido de fibra facilita el secado de los bloques.

1.5.6 Fuente de nitrógeno no proteico

La urea es un recurso económico y valioso en la alimentación de los rumiantes, donde, la única fuente alimenticia son los forrajes altamente fibrosos. La microflora ruminal tiene la capacidad de aprovechar este tipo de sustrato (Duque *et al.*, 2009). La urea es la más utilizada entre los compuestos nitrogenados no proteicos, contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, que representa 287.50% de proteína equivalente total (Escalona *et al.*, 2007; Fernández, 2008).

La urea puede cubrir la deficiencia de proteína de las raciones con bajo contenido proteico, siempre y cuando se suministre suficiente energía (Rehak *et al.*, 2009). Las condiciones para el uso seguro de la urea son: la dieta debe ser rica en energía, la urea no debe reemplazar a más de 33% del nitrógeno total de la ración, no debe sobrepasar una cantidad equivalente a 3% del concentrado en la ración, no debe sobrepasar una cantidad equivalente a 1% de la ración total en materia seca (Parada, 2004).

La dureza de los BMMU limita el consumo, en consecuencia el ganado ingiera menos urea; lo que disminuye los riesgos de intoxicación (Sansoucy, 1986; Fariñas *et al.*, 2009; Tekeba *et al.*, 2012). Las publicaciones señalan la inclusión en diversos trabajos se han utilizado porcentajes de urea entre 5, 10 y 15% de urea (Robleto *et al.*, 1992; Araujo, 2005; Birbe *et al.*, 2006) cuando se han ofrecido al ganado con dieta a base de *Ray grass*, *Cynodon plectostachyus*, o bien, esquilmos agrícolas.

Gutiérrez y Ayala (2009), comentan que si los BMMU son un complemento, los

animales deben consumir forraje y agua suficiente; enfatizan sobre su uso consistencia sólida para limitar su consumo. Evitar que los BMMU se mojen o que le agua lixiviada la consuma el ganado, ya que contiene altas cantidades de nitrógeno soluble.

1.6 Degradabilidad proteínica en rumiantes

El nitrógeno (N) presente en los alimentos que componen la dieta de los rumiantes se presenta en forma de proteínas, aminoácidos y compuestos nitrogenados no proteicos (NNP). De estos últimos destacan la urea, sales de amonio, nitratos y ácidos nucleicos de origen vegetal o animal (Escalona *et al.*, 2007; Fernández, 2008; Shimada, 2009; Taylor *et al.*, 2009). Las proteínas de rápida degradación (PRD) que están presentes en los alimentos son transformadas en el rumen hasta NNP principalmente amónico (NH₃). Este amoniaco resulta del proceso bacteriano y es la principal fuente de N en la síntesis de proteína microbiana (Hoekstra *et al.*, 2007; López *et al.*, 2014).

La urea provee nitrógeno no proteico requerido para la fermentación ruminal, debe existir, una estrecha relación entre la energía y la proteína degradable, no obstante, la falta del enlace entre estos, puede aumentar las necesidades de mantenimiento de los microorganismos, ya que, el ATP formado no puede incorporarse a los procesos anabólicos y se deriva a otras actividades no relacionadas con el crecimiento, siendo un factor importante en la optimización de la síntesis y la formación de la proteína microbiana (Asih *et al.*, 2011; García *et al.*, 2012; Antwi y Borlaug, 2014).

Es así, que cuando existe un desequilibrio entre la ingesta de energía y PRD (aporte limitado de energía o elevado de PRD), la concentración de NH₃ ruminal se incrementa, al exceder la capacidad de la microflora ruminal para utilizarlo; su acumulación alcaliniza el pH ruminal e incrementa la formación del amoniaco

(Sinclair *et al.*, 2000; Escalona *et al.*, 2007). El pH ruminal interfiere en la absorción del NH₃ producido en el rumen; cuanto más alcalino es el pH ruminal (superior a 7.5) mayor es la velocidad de absorción, debido a la mayor conversión de NH₄ en NH₃, que es liposoluble y fácilmente absorbido por la pared ruminal (Escalona *et al.*, 2007; Martínez, 2009).

Valores de pH inferiores a 6.7 en rumen, como sucede en animales alimentados con dietas de moderado a alto contenido de carbohidratos no estructurales, incrementan la formación de NH₃, el cual es hidrosoluble y, consecuentemente, presenta una lenta absorción ruminal (Escalona *et al.*, 2007; Martínez, 2009). Entonces, en condiciones que favorezcan la alcalinización ruminal como ayuno, dietas con elevado contenido de fibra, o con bajo contenido de carbohidratos solubles, o la ingesta de NNP, predisponen al incremento de la absorción del NH₃ (Antonelli *et al.*, 2009).

1.7 Metabolismo del amoniaco

La concentración de NH₃ en plasma se eleva rápidamente posterior a la ingesta en máximo 2 o 3 horas después de la alimentación, tiempo que varía según el tipo de alimento (Fernández, 2008, Manella, 2012). Los rumiantes complementados con NNP, como urea, presentan un pico en la producción de NH₃ ruminal en la primera hora posterior a la ingesta del alimento (Castañeda *et al.*, 2013). El efecto tóxico del NH₃ en los mamíferos es controlado mediante un mecanismo de conversión por el hígado, a productos no tóxicos y de excreción (Correa y Cuéllar, 2004; Fernández, 2008; Shimada, 2009).

Después de la absorción, el NH₃ llega al hígado vía vena porta, donde gran parte se convierte en urea, compuesto 40 veces menos tóxico (Fernández, 2008; Pacheco y Waghorn, 2008). El NH₃ restante, no metabolizado a urea, es incorporado a glutamina, que por contener dos grupos aminos sirve como

transportador no tóxico del NH₃, favoreciendo su excreción en la orina (Mazzaferro *et al.*, 2000).

El hígado, por su heterogeneidad en morfología y características bioquímicas, con algunas particularidades en relación con el metabolismo del NH₃. Los hepatocitos periportales, que primeramente reciben la sangre de la vena porta aferente, contienen las cinco enzimas ureagénicas, y la glutaminasa mitocondrial; además, son los responsables de la gluconeogénesis. Los hepatocitos perivenosos, que se distribuyen en torno a la vena eferente hepática, no presentan las enzimas ureagénicas ni la glutaminasa mitocondrial. Sin embargo, ellos poseen la enzima glutamina sintetasa citosólica (GS), que convierte glutamato en glutamina, y el transportador X_{ag} para el ingreso a la célula del glutamato y aspartato (Katz, 1992).

Esta secuencia permite una eficiente metabolización y remoción del NH₃ circulante, ya que el NH₃ no metabolizado en los hepatocitos periportales llega a los hepatocitos perivenosos, donde es incorporado a glutamina. En términos funcionales, la ureagénesis y la síntesis de glutamina presentan diferencias; la ureagénesis es un sistema de baja afinidad y con alta capacidad desintoxicante para NH₃, mientras que la síntesis de glutamina presenta alta afinidad, pero baja capacidad para desintoxicar el NH₃. En concentraciones fisiológicas de NH₃ (200-300 µM/l), cerca de 2/3 del NH₃ es convertido en urea y 1/3 en glutamina (Noro y Wittwer, 2012).

1.8 Ciclo de la Urea

El hígado cumple un papel clave en el metabolismo del N dado que en este órgano se presenta uno de los procesos más importantes dentro de su metabolismo: el ciclo de la urea. Este órgano está localizado en un sitio anatómicamente estratégico toda vez que los nutrientes solubles en agua absorbidos desde el tracto gastrointestinal son transportados directamente a él

(Olmos y Broderick, 2006).

Los rumiantes absorben el N principalmente como NH₃ por la pared ruminal y aminoácidos y péptidos a nivel duodenal (Obispo, 2005, Lapierre *et al.*, 2005). Keim y Anrique, (2011) afirman que vacas lactantes alimentadas con forrajes verdes de alto contenido de proteína degradable y nitrógeno no proteico, elevan la tasa de transformación del NH₃ en urea.

El proceso metabólico para la síntesis de la urea se da al interior de la mitocondria. Consiste en la formación de carbamoil fosfato (CbP) a partir de amoniaco y bicarbonato. Esta reacción requiere dos moléculas de ATP y es intervenida por la enzima carbamoil-fosfato sintetasa I (E.C. 6.3.5.5; CPS-I) (Waterlow, 1999). Existen dos enzimas CPS: mitocondrial (CPS-I) y citosólica (CPS-II). CPS-I participa en la formación del CbP y CPS-II está involucrada en la biosíntesis de nucleótidos de pirimidina, reacción clave en el balance nitrogenado del organismo (King, 2000).

El aspartato, se produce en la mitocondria por transaminación y es exportado al citosol, se une a la citrulina y se forma argininosuccinato. Esta reacción es catalizada por la argininosuccinato sintetasa citoplasmática. Esta enzima requiere una molécula de ATP para producir la reacción con el citrulinil AMP (Correa y Cuellar, 2004).

El argininosuccinato se hidroliza por la argininosuccinasa y se forma arginina y fumarato. El fumarato ingresa en el ciclo de Krebs y la arginina libre se hidroliza en el citoplasma por la arginasa hepática. Consecutivamente se da la liberación de urea y ornitina. La ornitina es transportada a la mitocondria para un nuevo proceso del ciclo de la urea (Noro y Wittwer, 2012).

En fin, para la generación de una molécula de urea se requieren dos grupos amino y un bicarbonato: $2\text{NH}_3 + \text{HCO}_3 + 3\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Urea} + 2\text{ADP} + 4\text{Pi} + \text{AMP} + 5\text{H}$.

1.9 Ureagénesis

La ureagénesis es de particular importancia en los rumiantes a pastoreo, más del 60% de la urea plasmática se origina del NH₃ ruminal y 98% del N dietético puede ser transformado en NH₃ en el rumen (Noro y Wittwer, 2012). Las enzimas ureagénicas son las encargadas de controlar la síntesis de la urea, mediante la secuencia de reacciones bioquímicas. El hígado utiliza distintas fuentes de N para la formación de la urea, por medio de condensación, desaminación y transaminación y es el encargado de llevar a cabo la ureagénesis (Rodwell, 2000).

La ureagénesis se conecta por medio de metabolitos (aspartato, oxalacetato, cetoglutarato y glutamato) al ciclo de Krebs y a la gluconeogénesis hepática. La demanda excesiva de intermediarios del ciclo de la urea provenientes del ciclo de Krebs y vía gluconeogénica, así como, las concentraciones elevadas de NH₃ en el rumen generan sobrecarga en la ureagénesis. Así, el aumento en la producción de NH₃ ruminal compromete la capacidad hepática ureagénica, interfiriendo negativamente sobre la gluconeogénesis hepática y balance energético del animal (Noro y Wittwer, 2012).

1.10 Gluconeogénesis

La importancia de la gluconeogénesis en rumiantes se debe a que su organismo absorbe cantidades insignificantes de glucosa por el tracto digestivo y su capacidad de almacenamiento de glucógeno en el hígado es limitada (Noro, 2006). Los ácidos grasos volátiles acetato y butirato (no gluconeogénicos) y propionato (principal precursor gluconeogénico) son la mayor fuente de energía absorbible en rumiantes. La producción de glicerol, lactato y valeriato, es insuficiente para cubrir los requerimientos gluconeogénicos (Correa y Cuéllar, 2004). Sin embargo, en periodos de carencia alimentaria, el glicerol y los

aminoácidos glucogénicos son los principales precursores de glucosa (Noro y Wittwer, 2012).

1.11 Balance energético del ciclo de la urea

La disponibilidad de fuentes de energía en vacas, está vinculado con el metabolismo del N; por su interacción con la gluconeogénesis y su relación con el gasto energético durante la formación de la urea. El incremento en la gluconeogénesis y ureagénesis provoca aumento en la producción láctea y consumo de oxígeno hepático (Correa y Cuéllar, 2004).

1.12 Metabolismo de la urea

La urea es producto final del metabolismo de las proteínas (Hoekstra *et al.*, 2007), cuando se produce urea, se difunde en todos tejidos del cuerpo de la vaca y aparece en la sangre, leche y orina. La cantidad de proteína consumida, está directamente relacionada con la concentración de urea en sangre, leche y orina. El NH₃ y otros compuestos nitrogenados, afectan la concentración de urea en el rumen. Es decir, que cuando existe baja disponibilidad de energía y alta conversión de NH₃ en urea, se observan efectos negativos sobre los tejidos y el potencial reproductivo de la vaca (Pacheco *et al.*, 2008; Roca *et al.*, 2015).

La proteína no utilizada en mantenimiento y producción, se descompone en amoníaco, compuesto tóxico para las células de la vaca. La urea se forma en el hígado y es el medio de desintoxicación de NH₃. El NH₃ presente en la circulación sistémica es transportado en plasma por el torrente sanguíneo, posteriormente puede reciclarse en la saliva, o bien, al rumen (Rehak *et al.*, 2009; Pick, 2011; Spek, *et al.*, 2013) además se transporta a la leche (Keim y Anrique, 2011), o es excretado en la orina (Pacheco *et al.*, 2008; Galvis *et al.*, 2011).

El proceso de desintoxicación de la urea, tiene un coste de energía de 4 moléculas de ATP por molécula sintetizada (López *et al.*, 2011). Esto equivale a 7.3 kcal de energía metabolizable por 1 gr de urea, equivalente, a 1 Mcal de energía metabolizable (Deiros *et al.*, 2004; Pacheco y Waghorn, 2008; Martínez, 2009). El aumento de cada 4 mg/dl de N ureico en sangre, asimila pérdidas de 1.5L de leche/día, o bien, 200 gr de grasa corporal/día (Pedraza *et al.*, 2006).

Como se menciona en párrafos anteriores, la orina juega papel importante en proceso metabólico de la urea y es la vía principal para su eliminación.

1.13 Características de la orina

La orina es un líquido acuoso transparente y amarillento, de olor característico, secretado por los riñones y eliminado al exterior por el aparato urinario. La presencia de pigmentos llamados urocromos, en función de su concentración dan tonalidad al color que generalmente es de color amarillo ámbar. La orina normal contiene 95 % de agua, 2 % de sales minerales y 3 % ácido úrico y urea, equivalente a 20 g de urea por litro. La mitad de los sólidos de la orina están conformados por urea.

Composición de la orina en mg/100 ml de fluido:

- ✓ Urea: 2.0
- ✓ Ácido úrico: 0.05
- ✓ Sales inorgánicas: 1.50

La orina representa parte esencial de la comprobación de la salud de los animales, así como, de investigaciones científicas (Kurien *et al.*, 2004). Por lo tanto, la urea componente químico de la orina, permite identificar problemas y desequilibrios nutricionales del ganado bovino (Habib *et al.*, 2009; Spek *et al.*, 2013). Además, el

muestreo de orina es de fácil obtención, sin causar estrés al animal, en comparación, con el muestreo en sangre (Noro y Wittwer, 2003; El Shewy *et al.*, 2010).

Es así, que el exceso de urea en el animal, refleja excesiva proteína bruta en la dieta o bajo nivel de carbohidratos no fibrosos degradables en el rumen. En la RTC es común encontrar este problema durante la temporada de estiaje, a causa de la disminución y baja calidad de los forrajes existentes.

Con base en los antecedentes ya señalados, en el presente trabajo se planteó valorar el efecto de la complementación estratégica del ganado bovino con BMMU en agostaderos naturales con EAF durante la época de sequía con lluvias atípicas y época seca. Por lo anterior, éste experimento se realizó bajo los siguientes objetivos:

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de la complementación estratégica del ganado bovino con bloques multinutricionales de melaza urea en el consumo voluntario, peso vivo, condición corporal y urea en orina, en agostaderos naturales con EAF, en el trópico seco michoacano.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el consumo voluntario de bloques multinutricionales de melaza urea por el ganado bovino en agostaderos naturales con EAF.
- Evaluar el peso vivo y condición corporal del ganado bovino complementado con bloques multinutricionales de melaza urea.
- Determinar la concentración de urea en orina del ganado bovino complementado con bloques multinutricionales de melaza urea.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos: el experimento 1, se desarrolló bajo condiciones de agostadero en época de sequía con lluvias atípicas, con forrajes nativos y EAF con follaje verde. El experimento 2 se realizó, durante la época de sequía bajo condiciones de agostadero con hojarasca de EAF y forrajes nativos secos.

3.1 Experimento 1

3.1.1 Localización

El trabajo se desarrolló en una Unidad de Producción Pecuaria de la localidad de Paso de Núñez en el municipio de Carácuaro, Michoacán, situado entre los paralelos 18°48' y 19°12' de latitud norte, los meridianos 100°51' y 101°14' de longitud oeste; con una altitud entre 400 y 1 600 msnm; tiene una extensión territorial de 848,430 km, donde predomina el clima cálido-seco con lluvias irregulares en verano, con una temperatura media anual de 22° C y una precipitación pluvial que oscila entre 700 y 900 mm³, con lluvias predominantes entre los meses de junio y octubre (Enciclopedia, 2010; INEGI, 2014).

3.1.2 Elaboración de los bloques multinutricionales de melaza urea

Los BMMU se elaboraron con base a la propuesta de Gutiérrez y Ayala (2009) en un espacio de la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se elaboraron tres tratamientos: T1 = 2% de urea; T2= 4% de urea y T3 = 10% de urea. La cantidad de insumos para cada tratamiento se muestra en la tabla 1.

La preparación de los BMMU se realizó con una mezcladora de 250 kg, en ésta se incorporó la melaza y la urea o premezcla A. La premezcla B, se realizó manualmente al diluir el cemento en el agua y la mitad de las sales minerales:

ortofosfato, microminerales y sal común; la otra mitad de minerales se incorporó directamente en la mezcladora y se permitió un tiempo de mezclado durante 5-10 minutos, transcurrido este tiempo, finalmente es incorporado el insumo de relleno (salvado). La mezcla final se vació en moldes de madera (caja jitomatera) en cantidades de 30 kg de mezcla aproximadamente.

Tabla 1. Insumos (en %) de los bloques multinutricionales de melaza urea.

Insumos	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Urea	2	4	10
Melaza	53	51	45
Cemento	15	15	15
Sal	5	5	5
Ortofosfato	2	2	2
Microminerales	0.25	0.25	0.25
Salvado	22.75	22.75	22.75

3.1.3 Características forrajeras de los agostaderos

Los animales fueron alojados en un agostadero de 57 Has, dividido en 3 potreros (unos para cada tratamiento) de 19 Has cada uno. Este agostadero es una reserva de forraje, que el productor destina para la época de estiaje. Aunque el trabajo se realizó durante la época de secas, por ser un año atípico (presencia de lluvias durante la sequía), después de las lluvias esporádicas, en el agostadero se manifestó el rebrote de las hojas en las gramíneas nativas, especies herbáceas y follaje en los árboles forrajeros; cuyo inventario es de 67 especies (González *et al.*, (2007; López *et al.*, 2015). El listado de las EAF se incluye en el anexo 1.

3.1.4 Animales

Se utilizaron 4 vacas lactantes y 14 vacas gestantes (6 por grupo) de diversas razas y encastes: Cebú, Suizo, Cebú x Suizo, Cebú x Criollo. Las vacas poseen su identificación individual mediante el arete de SINIIGA (FAO y WHO, 2004). El peso vivo promedio de cada grupo de vacas fue de: 418.5 ± 58.34 kg, 408.3 ± 68.6 kg y 416.17 ± 103 , en los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. El peso del ganado se realizó en una báscula portátil digital Gallagher Scale Weigh con capacidad para 2000 kg con precisión de 0.5 kg.

3.1.5 Comportamiento animal

Complementación con BMMU. El periodo de adaptación de las vacas, a la dieta con la inclusión de BMMU fue de 14 días. Durante los primeros 5, los bloques se ofrecieron por espacio de 2.5 horas; del día 6 al 10 estuvieron disponibles por 5 horas; finalmente, a partir del día 10 fueron *ad libitum*. Durante dicho periodo los bloques fueron colocados en corrales de 10 x 6 m. Posterior a la adaptación, los bloques de cada tratamiento fueron colocados en su respectivo potrero. Los BMMU ofrecidos fueron pesados al inicio y al final del experimento, para estimar el consumo voluntario promedio por día.

Cambios de peso vivo y condición corporal. Las vacas fueron pesadas (sin ayuno previo). Para determinar el cambio de peso vivo, las vacas fueron pesadas al inicio y al final del experimento, en la báscula digital portátil. La condición corporal de las vacas se midió en la escala de 1-5 (Ruegg y Milton, 1995; Salas, 2008), de forma visual, con los animales parados sobre la plataforma de la báscula. Se observó la región lumbar, cadera, área de las costillas, inserción y huecos laterales de la cola, se percibió la cantidad de tejido graso subcutáneo y el grado de masa muscular (Tabla 2).

Tabla 2. Escala para medición de condición corporal (Ruegg y Milton, 1995).

Estado de la vaca	Condición corporal
Muy flaca	1
Flaca	2
Normal	3
Gorda	4
Obesa	5

3.1.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 6 repeticiones para cada tratamiento: BMMU con 2, 4 y 10% de urea, en los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente.

3.1.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se examinaron mediante un análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre tratamientos, se obtuvieron los promedios de cada tratamiento y desviación estándar.

3.1.8 Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : número de repeticiones de cada tratamiento

μ : la media general

σ_i : número de tratamientos en el experimento

e_{ij} : el error estándar

3.2 Experimento 2

3.2.1 Localización

El trabajo se desarrolló en la localidad de Paso de Núñez en el municipio de Carácuaro, Michoacán, situado entre los paralelos 18°48' y 19°12' de latitud norte, los meridianos 100°51' y 101°14' de longitud oeste; con una altitud entre 400 y 1 600 msnm, predomina el clima cálido-seco con lluvias irregulares en verano, con una temperatura media anual de 22° C y una precipitación pluvial que oscila entre 700 y 900 mm³, con lluvias predominantes entre los meses de junio y octubre (Enciclopedia, 2010; INEGI, 2014).

3.2.2 Unidad de Producción Pecuaria

El trabajo se realizó en la misma Unidad de Producción Pecuaria donde se llevó a cabo el experimento 1. Se desarrolló durante la época de estiaje, durante la cual, se concentra mayor cantidad de hojarasca de las EAF. El inventario de los árboles forrajeros del agostaderos (López *et al.*, 2015) se incluye en el Anexo 1.

3.2.3 Elaboración de los bloques multinutricionales de melaza urea

Los BMMU se elaboraron con los porcentajes de los insumos propuestos (Tabla 1) por Gutiérrez y Ayala (2009) en la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Se elaboraron bloques con tres tratamientos: T1 = 2% de urea; T2= 4% de urea y T3 = 10% de urea. La cantidad de insumos para cada tratamiento se muestra en la tabla 1.

La preparación de los BMMU se realizó con una mezcladora de 250 kg, en ésta se incorporó la melaza y la urea o premezcla A. La premezcla B, se realizó manualmente al diluir el cemento en el agua y la mitad de las sales minerales: ortofosfato, microminerales y sal común; la otra mitad de minerales se incorporó

directamente en la mezcladora y se permitió un tiempo de mezclado durante 5-10 minutos, transcurrido este tiempo, finalmente es incorporado el insumo de relleno (salvado). La mezcla final se vació en moldes de madera (caja jitomatera) en cantidades de 30 kg de mezcla aproximadamente.

3.2.4 Animales

Se utilizaron 18 vacas secas (6 por grupo) de diversas razas y encastes: Cebú, Suizo, Cebú x Suizo, Cebú x Criollo. Las vacas tenían identificación individual SINIIGA (FAO y WHO, 2004). El peso promedio de cada grupo de vacas fue de: 386.83 ± 59.32 , 390.33 ± 118.77 y 389.5 ± 65.39 , para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente.

El pesaje del ganado se realizó en una báscula digital portátil.

3.2.5 Complemento con los BMMU

El segundo trabajo tuvo una duración de 56 días más 10 días de adaptación a los bloques. Para la adaptación de las vacas del segundo experimento se siguió el protocolo del primer trabajo experimental.

3.2.6 Comportamiento animal

Consumo voluntario de los BMMU. Posterior a la adaptación de las vacas a los BMMU, los bloques de cada tratamiento fueron colocados en su respectivo potrero. Se registró el consumo voluntario de los bloques al final de cada período de 28 días. Para esto, los BMMU ofrecidos fueron pesados en báscula digital Advance RH con capacidad para 300 kg el día 0, 28 y 56; luego por diferencia del peso inicial y final de cada período se estimó el consumo total e individual del bloque.

Condición corporal. La condición corporal de las vacas se midió en la escala de 1 a 5 (Ruegg y Milton, 1995), de forma visual, con los animales parados sobre la plataforma de la báscula. Se observó la región lumbar, cadera, área de las costillas, inserción y huecos laterales de la cola; se percibió la cantidad tejido graso subcutáneo y el grado de masa muscular (Tabla 2).

3.2.7 Determinación de urea en orina

Para determinar urea en orina, se tomaron muestras individualmente en cada tratamiento los días 0, 28 y 56, se estimuló manualmente en la zona perivulvar, con la finalidad de evitar la micción natural. Para la colecta se utilizó un recipiente de plástico, de esta recolección se obtuvieron 10 ml de orina y se depositó en frascos de vidrio, posteriormente se refrigeraron a 8° C durante 24 horas para su posterior análisis en laboratorio.

Las muestras se enviaron al Centro de Diagnóstico Microbiológico (CEDIMI), en cual se utilizó el método de determinación ureasa y glutamato deshidrogenasa, que consiste en la dilución de la orina 1:50 con agua destilada, la concentración de urea se determinó en mg/dl y se utilizó el espectrofotómetro Roche cobas 6000.

3.2.8 Estimación de costo

Se estimó el costo por consumo voluntario de los bloques multinutricionales de melaza urea por tratamiento.

3.2.9 Diseño experimental

Las vacas fueron pesadas antes de iniciar el experimento para obtener el peso individual, se acomodaron de menor a mayor peso y posteriormente se realizó la

distribución de tres en tres aleatoriamente, con 6 repeticiones para cada tratamiento, los tratamientos utilizados fueron: T1= BMMU con 2% urea, T2= BMMU con 4% urea y T3= BMMU con 10% urea.

Los datos generados se examinaron mediante análisis de varianza y comparación de medias con prueba de Tukey.

3.2.10 Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : número de repeticiones de cada tratamiento

μ : la media general

σ_i : número de tratamientos en el experimento

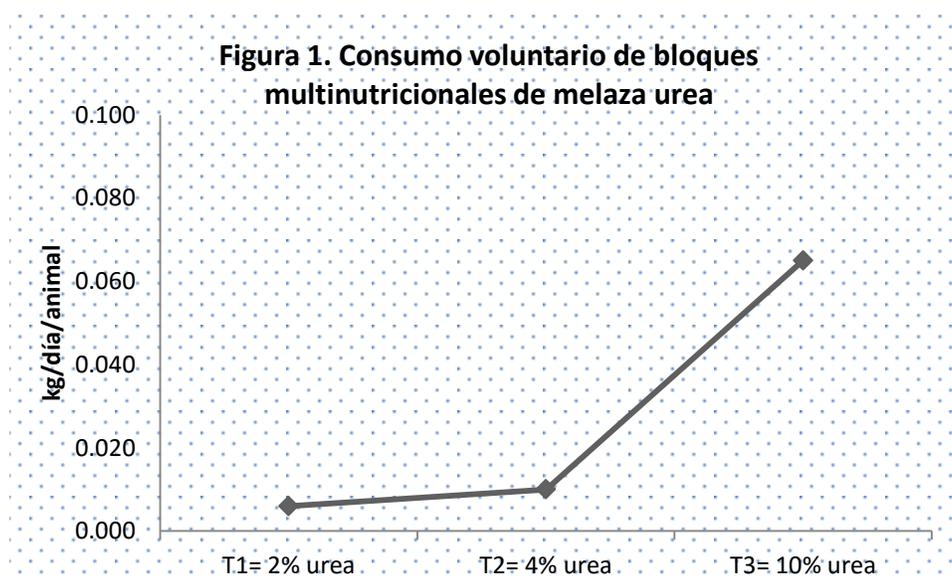
e_{ij} : el error estándar

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Experimento 1

4.1.1 Consumo voluntario

El consumo total de los BMMU durante los 28 días del experimento fue de 0.166, 0.300 y 1.833 kg para el T1, T2 y T3, respectivamente. Lo equivale a un consumo promedio por animal de 0.006, 0.010 y 0.065 kg, respectivamente (figura 1). El escaso consumo voluntario de los BMMU se asocia con la presencia de gramíneas, hierbas y rebrotes verdes, durante la época de secas (Arias *et al.*, 2008); estos rebrotes posiblemente cumplen con los requerimientos nutricionales que los animales demandan. También cuando el forraje es verde, el tiempo de pastoreo es mayor y el consumo de bloque es menor (Becerra y David, 1991; Améndola *et al.*, 2005). Por otro lado, las lluvias atípicas se asocian al cambio climático, que es provocado (entre otras causa) por la deforestación de la región tropical para fines agrícolas y ganaderos, que provoca desequilibrio en la temperatura ambiental (CONAGUA, 2015).



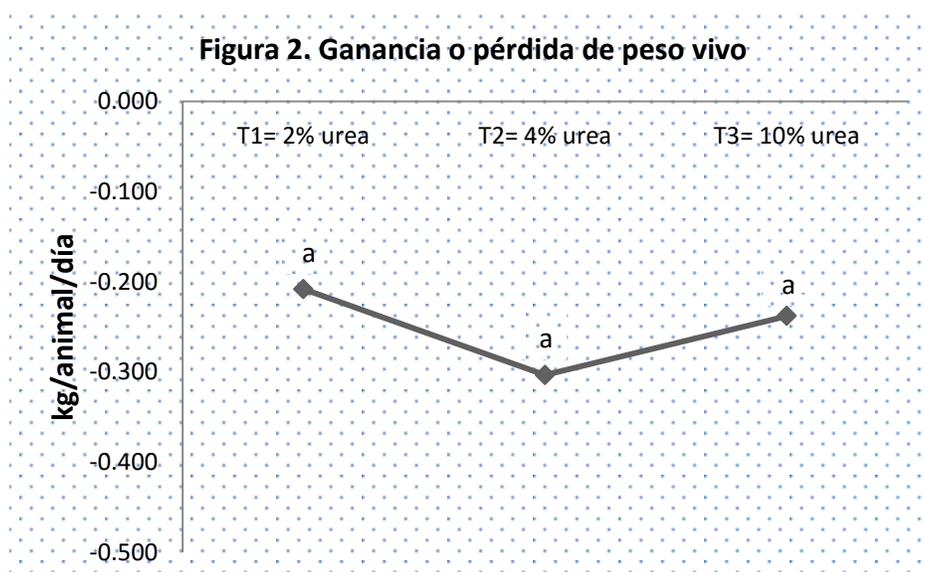
Estos resultados contrastan con lo señalado por Reyes *et al.* (2008), quienes al complementar con BMMU con de 10% de urea, a toretes en pastoreo con una

dieta a base de follaje de cocoite (*Gliricidia sepium*), obtuvieron un consumo de 0.306 kg/día. También Mijares *et al.* (2012), señalan que al complementar a 10 toretes con BMMU y pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) observaron un consumo promedio/día/animal de 0.320 kg. El bajo consumo voluntario de BMMU observado en el presente estudio posiblemente se deba a que los rebrotes tienen un mayor contenido de agua, lo que ocasiona un menor consumo voluntario.

4.1.2 Cambio de peso vivo

Las vacas perdieron peso, durante la etapa experimental. Se registró disminución de peso promedio de 0.208, 0.304 y 0.238 kg/día, para T1, T2 y T3, respectivamente (figura 2), estos resultados no presentaron diferencia significativa ($p>0.05$). El efecto antes mencionado se puede atribuir, a que había vacas lactando.

Bajo condiciones de agostadero en el modelo de producción vaca-becerro, el becerro permanece con la vaca y lo amamanta todo el día, esto provoca movilización de tejidos a través de la lactancia (Salgado *et al.*, 2008).

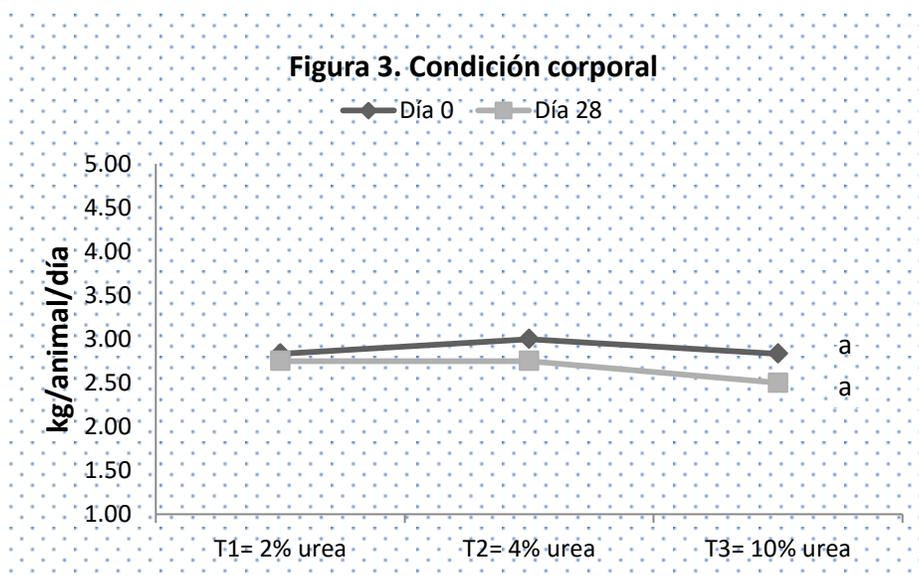


*Literales idénticas no presentan diferencia significativa ($p>0.05$).

Lemus *et al.* (2008) valoraron el cambio de peso vivo en vacas lactantes en pastoreo de gramíneas (*Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata* L.) y leguminosas (*Medicago sativa*, *Trifolium repens*), observaron que el peso vivo disminuyó 0.272 kg/día desde el parto al día 33 de lactancia; este resultado se atribuye a la producción láctea y etapa de la lactación de las vacas.

4.1.3 Condición corporal

Durante el periodo de prueba, las vacas bajaron en su condición corporal 0.08, 0.25 y 0.3 en T1, T2 y T3, respectivamente (figura 3); diferencia estadística ($p>0.05$). Al respecto se considera que los cambios del peso vivo tiene una estrecha relación entre la CC de los animales. Posiblemente el bajo consumo de materia seca (MS) de forraje inmadura no cubrió los requerimientos energéticos de las vacas (Grijera y Bargo, 2005), lo que produce pérdida de las reservas corporales, específicamente lípidos y proteínas (De los Santos *et al.*, 2007).

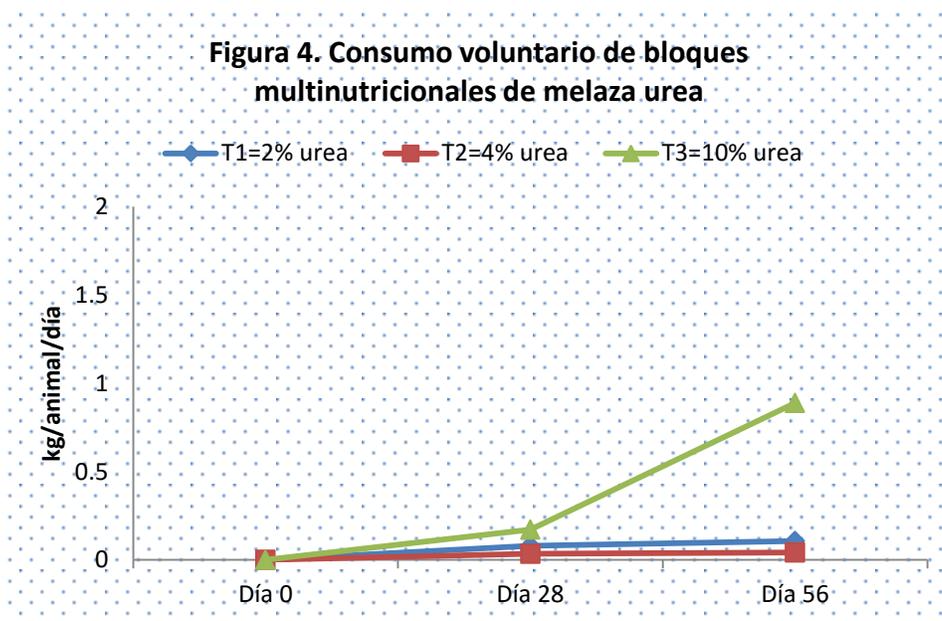


* Literales idénticas no presentan diferencia significativa ($p>0.05$).

542 Experimento 2

4.2.1 Consumo voluntario

El consumo voluntario de BMMU durante los primeros 28 días (figura 4) fue de 0.080, 0.107 y 0.172 kg/animal/día, para T1, T2 y T3, respectivamente; mientras que el consumo de los bloques en el segundo periodo fue de 0.035, 0.042 y 0.889 para los T1, T2 y T3, respectivamente. El consumo de BMMU en los T1 y T2 fue menor, al registrado por Gutiérrez y González (2003), cuyo consumo de BMMU en toretes fluctúa entre 0.430 y 0.600 kg/animal/día; al igual Martínez y Gutiérrez (2005), cuando complementaron a 50 vacas con BMMU en agostadero y obtuvieron consumo de 0.550 kg/animal/día. Por otro lado, el T3 durante el primer periodo mostró consumo similar al T1 y T2, sin embargo, en el segundo periodo el consumo se elevó a 0.0889 kg/animal/día.



Se menciona a los siguientes factores dependientes de los BMMU, que limitan su consumo voluntario: el tiempo de almacenamiento, tipo de relleno, elemento ligante, calidad del alimento fibroso (Sansoucy, 1987); el olor y palatabilidad (Misra

et al., 2006; Birbe *et al.*, 2006); así como la dureza, señalada esta como el factor más importante (Onwuka, 1999). Posiblemente, ninguno de estos sea el responsable del bajo consumo voluntario del bloque en T1 y T2; dado que los bloques de los tres tratamientos guardaban similitud en los factores antes mencionados. También se considera que los niveles de urea y melaza pueden limitar el consumo (Arana y Gutiérrez, 2004); se reporta que son los niveles altos (superiores a 10%) de urea lo que limita el consumo; sin embargo con el T3 (con el mayor nivel de urea) se registró un mejor consumo. En cuanto a los factores dependientes del animal que afectan el consumo de los BMMU, se ha observado a individuos que son más voraces que otros en el consumo de los bloques.

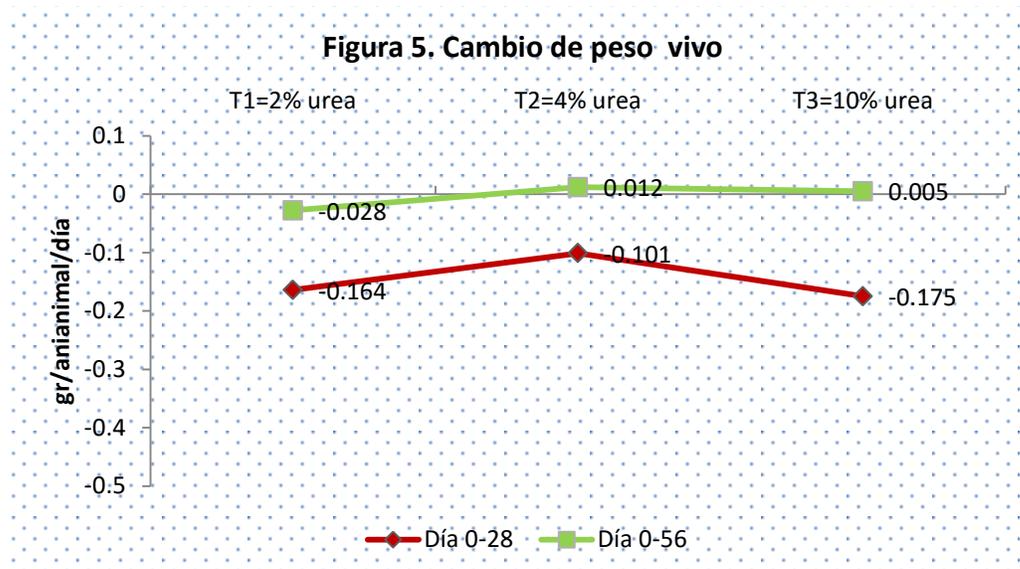
El aumento gradual del consumo de BMMU (0.889 kg/día/animal) en T3, coincide con el resultado de Li *et al.*, (2104) quienes observaron en ganado bovino un aumento gradual en el consumo de BMMU; por ello, al haber mayor consumo de BMMU, posiblemente exista mayor consumo de otros nutrientes como: minerales, vitaminas, ácidos grasos de cadena larga (Robleto *et al.*, 1992).

4.2.2 Cambio de peso vivo

La respuesta de las vacas en relación a la ganancia de peso fue la siguiente: durante toda la temporada la prueba fue: 0 a 28 días -0.163, -0.141 y -0.176 kg/día y de 28 a 56 días -0.083, 0.012 y 0.005; para T1, T2 y T3, respectivamente. En los primeros 28 días el ganado perdió peso. Este período coincide con las altas temperaturas y la escasez de agua que se presentaron en la región y en la UPP.

Al respecto, altas temperaturas y humedad relativa afectan el bienestar animal e, implica que este disminuya el consumo de materia seca y agua; este consumo se relaciona con el balance térmico e impacta en la regulación de la temperatura corporal (Arias *et al.*, 2008). Cuando el animal se encuentra dentro de la zona de termoneutralidad, la energía de la dieta es utilizada para manutención,

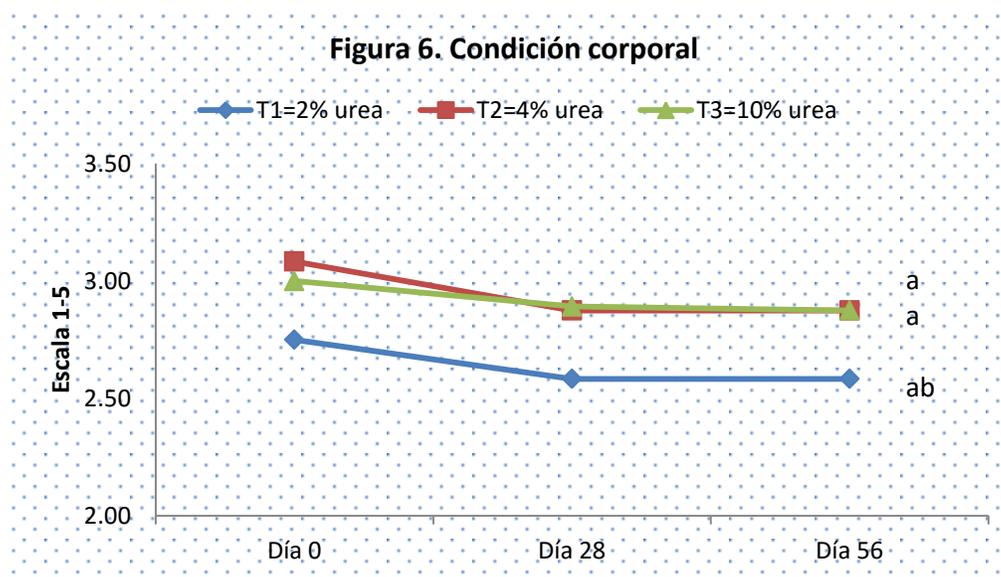
crecimiento, producción de leche y actividad física, mientras que bajo o sobre la zona de termoneutralidad la energía es reorientada a funciones tendientes a mantener la condición homeotérmica y en algunos casos puede existir un aumento en la demanda de energía para estos procesos (Collin *et al.*, 2001 citado por Arias *et al.*, 2008).



* Literales idénticas no presentan diferencias significativas ($p>0.05$).

4.2.3 Condición corporal

La CC fue en T1= 2.75, 2.58 y 2.58; en T2=3.08, 2.88 y 2.88; en T3= 3.00, 2.89 y 2.88 para los días 0, 28 y 56, respectivamente (figura 6). La disminución fue de 0.17, 0.21 y 0.13 en T1, T2 y T3, respectivamente. Entre el día 0 y el 28, se observó una disminución de la CC, en los tres tratamientos; mientras que, entre el día 28 y 56 mantuvieron su CC. Estos resultados son el reflejo de los cambios de peso vivo al consumo de alimentos fibrosos o, al mayor gasto energético en el catabolismo de los carbohidratos estructurales (Troncoso, 2015), donde finalmente son satisfechas las necesidades de mantenimiento y producción (Duque *et al.*, 2011).



* Literales diferentes presentan diferencia altamente significativas ($p < 0.01$).

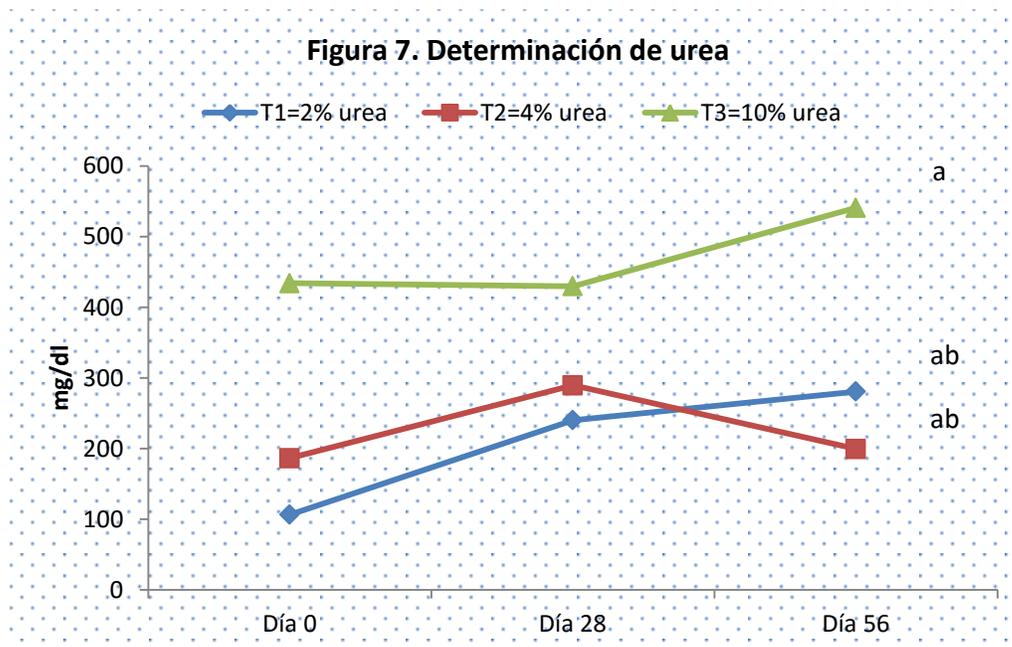
Resultados similares fueron encontrados por Salgado et al. (2008), quienes suplementaron con semilla de algodón a 13 vacas lactantes de primer parto bajo pastoreo con *Dyckantium aristatum* y observaron correlación positiva ($r=0.94$) entre la pérdida de peso y CC.

4.2.4 Determinación de urea en orina

La concentración de urea en orina mostró diferencias altamente significativas entre T1, T2 y T3 ($p < 0.01$). Los valores en T1 fueron de 106.6 240.5 y 281; en T2 186.6, 289.7 y 199.7 y en T3 434.2, 430.1 y 541.1 mg7dl para los días 0, 28 y 56, respectivamente (figura 7). En T3 fue mayor la concentración de urea en la orina, que coincide con un mayor porcentaje de urea en los BMMU y un mayor consumo voluntario de estos. Además los animales tenían disponible como forraje, hojarasca de las EAF en el agostadero; estas especies arbóreas contienen alto contenido de proteína. En el agostadero donde se realizó el presente trabajo, las EAF poseen un rango de 7.1 a 28.3 % de proteína (López et al., 2015).

Sobre el punto anterior, también Murniati et al., (2013), observaron niveles

mayores de urea en sangre de cabras, conforme se elevó el porcentaje de urea.



*Literales diferentes presentan diferencia altamente significativa ($p < 0.01$)

Los niveles de urea en orina en los T1 y T2, durante toda la prueba están dentro del rango señalado como óptimo. Al respecto Spek (2013) precisa valores de 150 a 300 mg/dl. Las vacas de T1 y T2 consumieron muy bajos niveles de BMMU; lo que permite plantear que, los bovinos que pastorean en agostaderos no perturbados, con disposición de hojarasca, durante la época de secas, consumen aceptables cantidades de proteína en su dieta.

Respecto al alto contenido de urea en la orina, hay que considerar que, el animal requiere mayor gasto energético (4 moléculas de ATP = 1 molécula de urea) para eliminar el exceso de urea (Martínez, 2009; Pacheco y Waghorn, 2008; Keim y Anrique, 2011), efecto que va en detrimento de una buena producción animal.

Cuando se ofrecen dietas con alto contenido de proteína cruda y de alta degradación en el rumen (Usman *et al.*, 2004), se eleva la producción de NH_3 ruminal, el cual es absorbido y posteriormente se metaboliza en el hígado y forma

urea que es eliminada en la orina (Shimada, 2009; Castañeda *et al.*, 2013). Puesto que, el exceso de proteína en la dieta puede provocar acidosis metabólica y tiene efecto negativo sobre la ganancia de peso (Blanco, 1999).

Un excedente de proteína se metaboliza a urea y se elevan los niveles en sangre, lo que repercute en exceso de NH₃. Visek (1978) encontró que el exceso de NH₃ causa muerte celular y el consumo excesivo de proteínas incrementa la frecuencia de cáncer en el conducto gastrointestinal, al mismo tiempo, el exceso de NH₃ afecta al útero, provoca toxicidad al esperma y embriones, causa infertilidad, reduce la tasa de concepción debido al balance negativo de energía y a los cambios que se producen en el pH a nivel de útero y la relación de los minerales que tapizan el útero (García y Bacallao, 2010).

Sobre el efecto reproductivo del NH₃ en la reproducción, Jordan *et al.* (1983) demostraron que la viabilidad del óvulo y del esperma es reducida cuando la proteína de la dieta es excesiva. Charmandarian *et al.* (1997) encontraron que en vacas lecheras con altas concentraciones de urea en sangre, manifiestan reducción en el porcentaje de pariciones. López *et al.* (2011) mencionan que valores arriba de 19 mg d/l de contenido de urea en leche son considerados críticos para la reproducción, puesto que, afecta el objetivo del sistema, al no producir becerro por año por vaca.

5. CONCLUSIONES

El consumo voluntario de BMMU por el ganado, se ve afectado negativamente cuando se presentan lluvias atípicas durante la época con rebrotes de gramíneas, hierbas y EAF.

El pastoreo en agostaderos no perturbados con presencia de hojarasca de EAF y pastos nativos en la temporada de sequía, no se requiere la utilización de los BMMU.

El ganado en pastoreo en condiciones de agostaderos no perturbados con presencia de hojarasca de EAF y pastos nativos, en temporada de sequía, no permite la utilización de los BMMU en el ganado bovino bajo estas condiciones.

Los resultados observados en el presente trabajo, ratifican la importancia de las EAF en la alimentación del ganado, su alto valor nutricional, potencial forrajero en el trópico seco michoacano.

La inclusión de altos niveles de urea en los BMMU, representa menor aprovechamiento de esta a nivel fisiológico y mayor eliminación de urea en la orina.

La complementación con BMMU no representa una alternativa para el ganado, cuando se pastorea en agostaderos no perturbados con presencia de hojarasca, en el trópico seco michoacano.

Aunque no fue el objetivo del trabajo, se resaltan los buenos niveles de proteína en la dieta en agostaderos no perturbados con hojarasca de EAF.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aduba, J. J., Haruna M. I., Temitope, D. J. and Uchenna O. C. 2013. Development of urea molasses multinutrient block (UMMB) feed for ruminant animals as a supplementary feed to cushion the effect of draught in Northern, Nigeria. *International Journal of Environmental Sciences*. 2(3):106-109.
- Aletor, O., Evivie, S. E. and Aletor, V. A. 2010. A comparative study of the nutritive characteristics, functional properties and *in vitro* protein digestibility of fish meal and some unconventional protein concentrates. *Journal of Sustainable Technology*. 1(1): 67-75.
- Améndola, R., Castillo, E. y Martínez, P. A. 2005. Perfiles por País del recurso pastura/forraje. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). México. (En línea) (Consulta: 12 de septiembre 2015). <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Mexico-Spanish.pdf>
- Andrade, M. H. M. 2006. Nutrición y alimentación de ovinos en sistemas intensivos. En memorias del V Seminario de producción de ovinos en el trópico. Villa Hermosa, Tabasco. Pp.1-15.
- Antonelli, A. C., Torres, G. A. S., Mori, C. S., Soares, P. C., Maruta, C. A. and Ortolani, E. L. 2009. Ammonia poisoning in cattle fed extruded or granulated urea: changes in some biochemical components of the blood. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 46(1):69-76.

- Antwi, C. and Borlaug F. 2014. Small ruminants feed improvement handbook. Animal nutritionist. Department of Animal Science Kwame Nkrumah. University of Science and Technology, Kumasi.
- Arana, A. y Gutiérrez, V. E. 2004. Suplementación con bloques multinutricionales de melaza urea en dietas a base de heno de alfalfa: 1. Comportamiento productivo y económico de vaquillas Holstein. 2. Parámetros de fermentación ruminal en toretes. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 35.
- Araujo, F. O. 2005. Los bloques multinutricionales una estrategia para la época seca. Manual de ganadería doble propósito. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. Pp. 241-245.
- Arias, R. A., Mader, T. L. y Escobar, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Archivos de Medicina Veterinaria. 40(1): 7-22.
- Asih, A. R. S., Wiryawan, K. G. and Young, B. A. 2011. Nitrogen utilization by dairy goats offered different nitrogen sources as supplements in high isocaloric energy concentrates. Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture. 36(1):36-42.
- Ávila, R. N. A., Ayala, B. A., Gutiérrez, V. E., Herrera, C. J., Madrigal, S. X. y Ontiveros, A. S. 2007. Taxonomía y composición química de la necromasa foliar de las especies arbóreas y arbustivas consumidas durante la época de sequía en la Selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán, México. Livestock Research for Rural Development. 19(6). (En

línea) (Consulta: 21 de julio, 2015).
<http://www.lrrd.org/lrrd19/6/avil19073.htm>

Avilés, N. F., Espinoza, O. A., Castelán, O. O. A. and Arriaga, J. C. M. 2008. Sheep performance under intensive continuous grazing of native grasslands of *Paspalum notatum* and *Axonopus compressus* in the subtropical regions of the Highlands of Central México. *Tropical Animal Health and Production*. 40(7): 509-515.

Aye, P. A. and Adegun, M. K. 2010. Digestibility and growth in West African dwarf sheep feed *Gliricidia* based multinutrient block supplements. *Journal of Environmental Issues and Agriculture in Developing Countries*. 2(2): 54-66.

Aye, P. A. 2012. Production of *Gliricidia* and *Leucaena* based multinutrient blocks as supplementary ruminant feed resource in South Western Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 3(5):213-220.

Aye, P. A. 2014. Utilization of *Leucaena* and *Gliricidia* based multinutrient blocks by West African dwarf sheep. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 5(6): 214-226.

Becerra, J. y David, A. 1991. Variación del peso vivo y de la producción láctea de vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) suplementadas con bloques de urea-melaza durante la estación lluviosa. *Livestock Research for Rural Development* 3(2). (En línea) (Consulta: 17 de septiembre, 2015).
<http://www.lrrd.org/lrrd3/2/cont32.htm>

Bellido, M., Escribano, M., Mesías, F. J., Rodríguez de Ledesma, A. y Pulido, F. 2001. Sistemas extensivos de producción animal. *Revista Archivos de Zootecnia*. 50: 465-489.

Birbe, B., Herrera, P., Colmenares, O. y Martínez, N. 2006. El consumo como variable en el uso de bloques multinutricionales. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Universidad Rómulo Gallegos. X Seminario de pastos y forrajes. Maracay, Venezuela.

Blanco, M. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. Sitio Argentino de Producción Animal. (En línea) (Consulta: 26 de junio, 2016). www.produccion-animal.com.ar

Blas, C., Mateos, C. G. y Rebollar, P. G. 2011. Subproductos de molinería del trigo. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). 3ra edición. Madrid, España. Pp. 502.

Bondurant, R. H. 2008. Controlando lo que podemos controlar: limitando las pérdidas embrionarias y fetales. Department of Population Health and Reproduction. School of Veterinary Medicine. University of California. Davis, CA. Proceedings of the 37th. Annual Convention American Association of Bovine Practitioners. Pp. 1-16.

Castañeda, S. R. D., Ferriani, B. A., Texeira, S., García, D. T. y Diego, S. A. 2013. Urea de lenta liberación en dietas para bovinos productores de carne: Digestibilidad, síntesis microbiana y cinética ruminal. *Agrociencia*.47(1):13-24.

Charmandarian, A., Gómez, M. L., Figallo, R., Marini, P. R. y Castillo, A. R. 1997. Relación de la concentración de urea láctea y reproducción en vacas lecheras en condiciones de pastoreo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5(1): 332-334.

- Correa, H. J. y Cuéllar A. E. 2004. Aspectos clave del ciclo de la urea con relación al metabolismo energético y proteico en vacas lactantes. *Revista Colombiana Ciencia Pecuaria*. 17(1): 29-38.
- Deiros, J., Quintela, L. A., Peña, A. I., Becerra, J. J., Barrio, M., Alonso, G., Varela, B. y Herradón, P. G. 2004. Urea plasmática: relación con el equilibrio energético y parámetros reproductivos en vacunos lecheros. *Archivo de Zootecnia*. 53(202): 141-151.
- De Los Santos, G., Etchevers, L., Gatti, M. e Ibarra, D. 2007. Condición corporal en ganado lechero. Sitio Argentino de Producción Animal. (En línea) (Consulta: 20 de septiembre 2015). www.produccion-animal.com.ar
- Duque, M., Noguera, R. y Restrepo, L. F. 2009. Efecto de la adición de urea protegida y sin protección sobre la cinética de degradación *in vitro* del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Livestock Research for Rural Development*. 21(4). <http://www.lrrd.org/lrrd21/4/duqu21058.htm>
- Duque, M., Olivera, M. y Noguera, R. 2011. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24(1): 74-82.
- El Shewy, A., Kholif, S. and Morsy, T. 2010. Determination of milk urea nitrogen for the Egyptian cattle fed the summer and winter diets. *Journal of American Science*. 6(12): 382.384.
- Enciclopedia de los Municipios de Michoacán, México. 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. (En línea) (Consulta: 20 de junio, 2014). http://www.elocal.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacan.

- Escalona, R., Ramírez P., Barzaga G., De La Cruz, B. y Maurenis, R. C. 2007. Intoxicación por urea en rumiantes. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Granma. Sitio Argentino de Producción Animal. (En línea) (Consulta: 8 de octubre, 2014). www.produccion-animal.com.ar
- Fajemisin, A. N., Fadiyimu, A. A. and Alokun, J. A. 2010. Nutrients digestibility and performance of West African dwarf sheep fed dietary inclusion of sundried or fermented rumen digesta and poultry droppings. *Journal of Sustainable Technology*. 1(1): 76-8.
- Falcón, G. M. 2010. Descripción y análisis del comportamiento reproductivo de los bovinos de doble propósito del municipio de Morelia. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Fariñas, T., Mendieta, B., Reyes, N., Mena, M., Cardona, J. y Pezo, D. 2009. ¿Cómo preparar y suministrar bloques multinutricionales al ganado? Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Sitio Argentino de Producción. Managua, Nicaragua. Manual técnico. 92:7-9.
- Fayomi, A., Ahmed, A., Musa, U., Salami, S. J. O., Ogedegbe, S. A. and Akanni, K. 2014. *Moringa* multinutrient blocks: formulation, production, and feeding trial under a tropical environment. *International Journal of Science Environment and Technology*. 3(1): 67–84.
- Flamenbaum, I. and Galon, N. 2010. Management of heat stress to improve fertility dairy cows in Israel. *Journal Reproduction Development*. 56 (1): 36-41.

Fernández, M. A. 2008. Urea, suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. EEA INTA Bordenave. Sitio Argentino de Producción Animal. Córdoba, Argentina. (En línea) (Consulta: 16 de marzo, 2015) www.produccion-animal.com.ar

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (FAO and WHO). 2004. Draft code of hygienic practice for meat. In report of the 10th session of the codex committee on meat hygiene. Rome, Italy. (En línea) (Consulta: 25 mayo, 2014). <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/008/j1870e.pdf>

Galvis, R. D., Correa, H. J., Barrientos, S. M. y Muñoz, Y. 2011. Efecto de niveles crecientes de nitrógeno no proteico dietario en vacas lactantes sobre las concentraciones de metabolitos nitrogenados en orina, sangre y leche. Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín. 64(2): 6191-6198.

García, M. 2006. Guía ilustrada de yerbas comunes en Puerto Rico. 2da. Edición ampliada y revisada. (En línea) (Consulta: 12 de agosto, 2014). <http://issuu.com/sea-upr/docs/manualpastos>

García, L. R. y Bacallao, Y. 2010. Influencia de concentración de urea en plasma en la gestación y componentes lácteos para la condiciones del trópico. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 44(1): 19-21.

García, R. H., Valinote, A. C., Leme, P. R. y Machado, J. S. 2012. Efecto del nitrógeno de liberación lenta y cultivo de levadura en dietas altas en fibras en la alimentación de búfalos de agua. Revista Electrónica de Veterinaria. (En línea) (Consulta: 12 de enero, 2016). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010112/011208.pdf>

- Garg, M. R., Sherasia, P. L., Bhanderi, B. M., Phondba, B. T., Shelke, S. K. And Makkar, H. P. 2013. Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions. *Animal Feed Science and Technology*. 179(1): 24-35.
- Garzón, A. V. y Navas, R. G. E. 2003. Características nutricionales de fuentes alimenticias y su utilización en la elaboración de dietas para animales domésticos. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, (CORPIOCA). Boletín técnico*. 30:47.
- Geary, T. 2005. Management strategies to reduced embrionic loss. In proceedings the range beef cow. Symposium XIX. Rapid City, South Dakota. Pp.69-78. (En línea) (Consulta: 10 de agosto, 2014). <http://beef.unal.edu/beefrepots/SYMP-2005-09-XIL.pdf>.
- González, G. J. C., Madrigal, S. X., Ayala, B. A., Juarez, C. A. y Gutiérrez, V. E 2006. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. 18(8):1-13. <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>
- González, G. J. C., Ayala, B. A. and Gutiérrez, V. E. 2007. Chemical composition of tree species with forage potential from the region of Tierra Caliente, Michoacán, México. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 41(1): 81-86.
- Gordon, I. 2007. Controlled reproduction in farm animals series: four volume set (Controlled reproduction in farm animals, So4). CAB International. Pp. 332.

- Grijera, J. y Bargo, F. 2005. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. Sitio Argentino de Producción Animal. (En línea) (Consulta: 20 de septiembre 2015). www.produccion-animal.com.ar
- Gutiérrez, V. E. y González, J. C. 2003. Intake and rumen fermentation young bull fed maize stubble supplement with multi nutritional blocks of molasses urea. *Tropical and Subtropical Agrosystems*. 1(3): 377-380.
- Gutiérrez, V. E., Rojas, S. L. A., Villaba, S. C. A., Hernández, M. G. I. y Juárez, C. A. 2009. Especies arbóreas forrajeras (EAF) para alimento y confort de los rumiantes en el municipio de Carácuaro, Michoacán, México. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Morelia, Michoacán.
- Gutiérrez, V. E. y Ayala, B. A. 2009. Uso y elaboración de los bloques multinutricionales de melaza urea. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. (En línea) (Consulta: 21 de mayo, 2014). <http://www.iaf.umich.mx/filenot/bloques.pdf>
- Habib, M. A., Hossain, M. S. and Bhuiyan, A. K. F. H. 2009. Impact of urea based diets on production of Red Chittagong Cattle. *The Bangladesh Veterinarian*. 26(2): 74-79.
- Herrera, P., García, M., Birbe, B., Colmenares, O. y Martínez, N. 2002. Aceptabilidad y consumo de bloques multinutricionales con follaje de frijol bayo (*Vigna unguiculata walp*). *Revista Científica*. 12(2): 494-496.
- Hoekstra, N. J., Schulte, R. P. O., Struik, P. C. and Lantinga, E. A. 2007. Pathways

to improving the N efficiency of grazing bovines. *European Journal of Agronomy*. 26(1): 363-374.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2014. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Carácuaro, Michoacán de Ocampo, México. (En línea) (Consulta: 2 de abril, 2014).
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=16>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2013. Composición química de recursos forrajeros para la alimentación de ovinos en Colima. Folleto técnico. 3:10-17.

Jordan, E. R., Chapman, T. E., Holtan, D. W. and Swanson L. V. 1983. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 66(9):1854-1862.

Kankofer, M., Lipko, J. and Zdunczy, S. 2005. Total antioxidant capacity of bovine spontaneously released and retained placenta. *Pathophysiology*. 11(1): 215-219.

Katz, N. R. 1992. Metabolic heterogeneity of hepatocytes across the liver acinus. *Journal Nutrition*. 122(3): 843-849.

Kayastha, T. B., Dutta, T. and Roy, R. K. 2012. Impact of supplementation of UMMB licks in the ration of dairy animals. *Online Veterinary Journal*. 7(1): 107-110. <http://www.vetscan.co.in/v7n1/Impact-of-Supplementation-of-UMMB-Licks-in-the-Ration-of-Dairy-Animals.pdf>

- Khan, M. A. S. and Masum, A. K. M. 2016. Urea molasses block to improve milk production and reproductive performance of crossbred dairy cows under zero grazing condition in Bangladesh. Department of Dairy Science. Bangladesh Agricultural University. Mymensingh, Bangladesh. (En línea) (Consulta: 19 de enero, 2016). <http://www.ciudadesferica.com/demo/congreso/pdfs/2.2/454.pdf>
- Keim, J. P. and Anrique, R. 2011. Nutritional strategies to improve nitrogen use efficiency by grazing dairy cows. Chilean Journal of Agriculture Research. 71(4): 623-633.
- King, M. W. 2000. Nitrogen metabolism and the urea cycle. (En línea) (Consulta: 20 de agosto, 2014) <http://themedicalbiochemistrypage.org/nitrogen-metabolism.php>
- Kurien, B. T., Everds, N. E. y Scofield, R. S. 2004. Recolección experimental de orina en animales: Revisión. International Journal of Laboratory Animal Science and Welfare. 38:333-361.
- Jiménez, F. G. J. 2000. Árboles y arbustos forrajeros de la Región Maya - Tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Pp. 59-68.
- Lapierre, H., Berthiaume, R., Raggio, G., Thivierge, M. C., Doepel, L. and Pacheco, D. 2005. The route of absorbed nitrogen into milk protein. Journal of Animal Science. 80(1): 11-22.
- Lemus, R. V., Guevara, E. A., y García, M. J. 2008. Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein-friesian en pastoreo. Agrociencia. 42(7): 753-765.

- Li, H., Wang, K., Lang, L., Lan, Y., Hou, Z., Yang, Q., Li, Q. and Wang, J. 2014. Study the use of urea molasses multinutrient block on pica symptom of cattle. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 21(2): 3303-3312.
- López, F. J. 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. 4(1): 77-86.
- López, S. E., Villegas, A. Y., Gómez, V. A., Vinay, V. J. C., Mendoza, M. G. D., Plascencia, J. A., Hernández, G. A., Hernández, B. J., Carrillo, R. J. C y Hernández, S. J. 2011. Contenido de urea láctea en lactación de bovinos en el trópico húmedo Veracruzano. *Universidad y Ciencia*. 27(2):199-208. (En línea) (Consulta: 8 de mayo, 2014) www.ujat.mx/publicaciones/uciencia
- López, M. A., Rivera, C. R., Aguilar, J. A., Barreras, A., Calderón. J. F., Plascencia, A., Dávila, H., Estrada, A. and Valdes, Y. S. 2014. Effects of combining feed grade urea and a slow release urea product on characteristics of digestion, microbial protein synthesis and digestible energy in steers fed diets with different starch:ADF ratios. *Asian Australasian Journal of Animal Science*. 27(2): 187-193.
- López, H. N., Gutiérrez, V. E., Salas, R. G., Juárez, C. A., García, V. A. y Ayala, B. A. 2015. Clasificación taxonómica, valor nutricional y composición química de nuevas especies arbóreas forrajeras en la región de Tierra Caliente, Michoacán. Tesis de Maestría. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 73-75.
- Macedo, C. A., Gutiérrez, V. E., y Salas, R. G. 2006. Efecto de la suplementación

con bloques multinutricionales de melaza urea en vacas anéstricas en Carácuaro. Michoacán, México. Livestock Research for Rural Development. 18(11):1-7. (En línea) (Consulta: 4 de febrero, 2014) <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/mace18156.htm>

Manella, M. 2012. Uso de urea de liberación lenta en la alimentación de rumiantes. Sitio Argentino de Producción Animal. (En línea) (Consulta: 18 de enero, 2016). www.produccion-animal.com.ar/.../85-urea-liberacion-lenta.pdf

Martínez, C. P. y Gutiérrez, V. E. 2005. Suplementación con bloques multinutricionales de melaza urea y su efecto en el consumo y la condición corporal de vacas bajo condiciones de agostadero. Primer Foro Regional de Innovaciones Apropriadas para Ganaderos de la Región de Tierra Caliente Michoacán. Pp. 18.

Martínez, M. A. L. 2009. Urea de lenta degradación ruminal como sustituto de proteína vegetal en dietas para rumiantes. Revista Electrónica de Veterinaria. 12(10):1-14. (En línea) (Consulta: 14 de junio, 2015). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209.html>

Martínez, M. R. 2010. Bloques multinutricionales elaborados con follaje de árboles como suplemento alimenticio de ovinos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.

Mazzaferro, E., Hackett, T., Wingfield, W., Ogilvie, G. y Fettman, M. 2000. Role of glutamine in health and disease. Compendium. 22:1094-1103.

Mijares, L. H., Hernández, M. O., Mendoza, M. G., Vargas, V. L. y Aranda, I. E.

2012. Cambio de peso de toretes en pastoreo en el trópico: respuesta a suplementación con bloque multinutricional. *Universidad y Ciencia*. 28(1): 39-49.
- Misra, A. K., Subba, R. G. and Ramakrishna, Y. S. 2006. Participatory on farm evaluation of urea molasses mineral block as a supplement to crossbred cows for dry season feeding in rain fed agroecosystem of India. *Livestock Research for Rural Development* 18(2). (En línea) (Consulta: 20 de abril, 2016). <http://www.lrrd.org/lrrd18/2/misr18024.htm>
- Molina, M V. M., Gutiérrez, V. E., Herrera, C. J., Gómez, R. B., Ortiz, R. R. y Santos, F. J. 2008. Caracterización y modelación gráfica de los sistemas de producción bovina en Tierra Caliente, Michoacán: 1. Bovinos productores de carne. (En línea) (Consulta: 12 de mayo, 2014) <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195.htm>
- Mubi, A. A., Mohammed, D. D. and Kibon, A. 2013. Effects of multinutrient blocks supplementation on the performance of Yankasa sheep fed with basal diet of rice straw in the dry season of Guinea Savanna Region of Nigeria. *Archives of Applied Science Research*. 5 (4):172-178
- Murniati, T., Idrus, M., Latief, A., Prawira, D., Ako, A. and Jusoff, K. 2013. Optimalization of supplementation time for improving reproductive efficiency and gene expression of goats. *World Applied Sciences Journal*. 26:100-104.
- Noro, M. y Wittwer, F. 2003. Utilidad de la determinación de urea en la leche. *Vetermas*. 2(2):2-5.
- Noro, M. 2006. Gluconeogénesis hepática en ovinos (*Ovis aries*) alimentados con una dieta alta en nitrógeno no proteico. Tesis Doctoral. Valdivia, Chile:

Universidad Austral de Chile.

Noro, M. y Wittwer, F. 2012. Interrelaciones entre ureagénesis y gluconeogénesis hepática en rumiantes alimentados con elevado contenido de nitrógeno. Veterinaria México. 43(2):143-154.

Obispo, N. E. 2005. El uso de las fuentes de nitrógeno no proteico en rumiantes. Revista Digital Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (En línea) (Consulta: 16 de marzo, 2015). www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/obispon/obispo_n.htm

Olmos, C. J. J. and Broderick, G. A. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 89(1):1704-1712.

Onwuka, C. F. I. 1999. Molasses block as supplementary feed resource for ruminants. Archivos de Zootecnia. 48(181): 89-94.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. (En línea) (Consulta: 26 de julio, 2015). <http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros%20Estudios/Attachments/37/Cambio%20Climatico.pdf>

Ortiz, V. H., Pacheco, A. y Quirino, C. R. 2013. Evaluación del nitrógeno ureico sanguíneo y pH uterino en vacas suplementadas con pollinaza como fuente proteica. Revista Electrónica de Veterinaria. 14(6): 1-8. (En línea) (Consulta: 3 de junio, 2016).

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060613.html>

- Pacheco, D., and Waghorn. G. C. 2008. Dietary nitrogen definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 70(1): 107-116.
- Pacheco, D., Barrett, B. A., Cosgrove, G. P., Vibart, R. E. and Waghorn, G. C. 2008. Optimising nitrogen utilization in pastoral dairy farming: Challenges and opportunities. Simposium internacional. Optimizando la función ruminal en sistemas a pastoreo. XXXIII Reunión anual. Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Valdivia, Chile. Pp.29-31.
- Parada, R. N. 2004. Toxicología Veterinaria. (En línea) (Consulta: 26 de diciembre, 2014). www.unicit.cl/modules.php?name=Downloads&d_op=getit&lid=558
- Pedraza, G. C., Mansilla, M. A., Merucci, D. F., Pinedo, P. y Contreras, C. H. 2006. Niveles de urea láctea en vacas de la región del Bío-Bío, Chile. Agricultura Técnica. 66(3): 264-270.
- Pérez, M. A., Peña F. A. y Benítez, M. J. 2011. Sales minerales en la ganadería de leche bovina. Revista Sistemas Productivos Agroecológicos 2(2): 65-80.
- PESA. 2006. Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria. Alternativas nutricionales para la época seca. Honduras. (En línea) (Consulta: 13 de mayo, 2014). www.pesacentroamerica.org/biblioteca/doc-hon-feb/anes%20de.pdf
- Pinto, R. R. 2002. Árboles y arbustos con potencial forrajero del Valle Central de Chiapas. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Pp. 65-70.

- Pick, G. 2011. Utilización de nitrógeno no proteico en recría de bovinos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Pp. 5-9.
- Ramírez, L. R. G. 2009. Nutrición de rumiantes sistemas extensivos. Segunda edición. Editorial Trillas. México.
- Rehak, D., Rajmon, R., Kubesova, M., Stípkova, M., Volek, J. and Jílek, F. 2009. Relationships between milk urea and production and fertility traits in Holstein dairy herds in the Czech Republic. Czech Journal of Animal Science. 54(5):193-200.
- Resende, K. T., Teixeira, I. A. M. A. y Fernandez, M. H. 2010. Metabolismo de energía. En: Berchielli, T. T., Pires, V. A., De Oliveira, S. M. Nutrición de rumiantes. 2da edición. Jaboticabal: FUNEP. Brasil. Pp. 323-344.
- Reyes, M. F., Nava, G. y González, R. 2008. Respuesta de toretes en pastoreo a la suplementación con follaje de cocoite (*Gliricidia sepium*), bloques multinutricionales y alimento comercial en el trópico húmedo de México. Zootecnia Tropical. 26(3): 343-346.
- Robleto, L. A., Guerrero, A. D. y Fariñas, T. 1992. Comparación de dos niveles de urea en bloque de melaza sobre la ganancia de peso en borregos criollos. Livestock Research for Rural Development 4 (1). (En línea) (Consulta: 18 de abril, 2016). <http://www.lrrd.org/lrrd4/1/nic1.htm>
- Roca, F. A. I., González, R. A y Vázquez, Y. O. P. 2015. Detección de la urea en leche como parámetro indicador de la ración de vacas en pastoreo y con ensilado. Departamento de Producción Animal. Coruña, España. Pp. 445-451. (En línea) (Consulta: 23 de mayo, 2016).

<http://ciam.gal/uploads/publicacions/944archivo.pdf>

Rodwell, V. W. 2000. Catabolism of proteins and of amino acid nitrogen. In: Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A. and Rodwell, V. W. editors. Harper's Biochemistry. 25th edition. New York, USA: MacGraw-Hill. Pp. 313-322.

Ruegg, P. L. y Milton, R. L. 1995. Body condition scores of Holstein cows on prince Edward Island, Canada: Relationship with yield, reproductive performance, and disease. Journal of Dairy Science. 78(3): 552-564.

Ruíz, M. E. F. y Gutiérrez, V. E. 2011. Respuesta de la complementación con bloques multinutricionales de melaza urea en vacas anéstricas en el municipio de Taretan, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 27-29.

Salamanca, A. 2010. Suplementación de minerales en la producción bovina. Revista electrónica de Veterinaria. 11(9):1695-7504. (En línea) (Consulta: 26 de agosto, 2016). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090910.html>

Salas, R. G. 2008. Manual de evaluación para condición corporal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. (En línea) (Consulta: 15 de abril, 2014). <http://www.iaf.umich.mx>

Salgado, R., Vergara, G. O. y Simanca, S. J. 2008. Relaciones entre peso, condición corporal y producción de leche en vacas del sistema doble propósito. Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia Córdoba. 13(2):1360-1364.

- Sánchez, C. y García, M. 2001. Comparación de características productivas en caprinos con suplementación de bloques multinutricionales. *Zootecnia Tropical*. 19(3): 393-405.
- Sansoucy, R. 1986. Fabricación de bloques de melaza y urea. *Revista Mundial de Zootecnia*. 57: 40-48.
- Sansoucy, R., Aarts, G. y Leng, R. A. 1986. Blocks as a multivitamin supplement for Sugarcane as a feed. R. Sansoucy, G. and Preston, T. R. *FAO Animal Production Paper 72*, Roma, Italy.
- Sansoucy, R. 1987. Los bloques de melaza urea como suplemento multivitaminado para rumiantes. Documento presentado al Taller Internacional de la Fundación Internacional para la Ciencia sobre Melaza como Recurso Alimenticio para la Producción Animal. Universidad de Camaguey, Cuba. Pp.16.
- Sansoucy, R. and Hassoun, P. 2007. The block story. *FAO Animal Production and Health, Food and Agriculture Organization of the United Nations working paper 164*, Rome. (En línea) (Consulta: 3 de junio, 2014). <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0242e/a0242e00.pdf>
- Shimada, M. A. 2009. *Nutrición animal*. Editorial Trillas. México, D.F. P.p. 134-176.
- Sinclair, K. D., Sinclair, L. A. and Robinson, J. J. 2000. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: 1. Adaptive changes in intake and metabolism to diets differing in their rate of energy and nitrogen release in the rumen. *Journal of Animal Science*. 78:2659-2669.

- Sosa, R. E. E., Pérez, R. D., Ortega, R. L. y Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*. 42(2):129-144.
- Spek, J. W., Dijkstra, J., Van Duinkerken, G. and Bannink, A. 2013. A review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*. 151(1): 407-423.
- Taylor, E. C. C., Hibbard, G., Kitts, S. E., McLeod, K .R., Axe, D. E., Vanzant, E. S., Kristensen, N. B. and Harmon, D. L. 2009. Effects of slow release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. *Journal of Animal Science*. 87(1): 200-208.
- Tekeba, E., Wurzinger, M. and Zollitsch, W. 2012. Effects of urea molasses multinutrient blocks as a dietary supplement for dairy cows in two milk production systems in north western Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. 24(8). (En línea) (Consulta: 10 de febrero, 2015). <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/teke24130.htm>
- Tendokeng, F., Mboko, A. V., Fogang, Z. B., Matumuini, N. E. F., Miégoué, E., Lemoufouet, J., Kamo, T. H., Boukila, B. and Pamo, T. E. 2015. *In vitro* digestibility of *Imperata cylindrica* straw associated with multinutrient block with inclusion of different levels of *Tithonia diversifolia* Leaves. *Journal of Animal Science Advances*. 5(5): 1253-1265.
- Troncoso, A. H. 2015. Uso de la urea en la alimentación de rumiantes. Entorno ganadero. Sitio Argentino de Producción Animal. (En línea) (Consulta: 21 de mayo, 2016). www.produccion-animal.com.ar

- Unger, M. y Chiappe, B. M. A. 2008. Importancia fisiológica de los microminerales en el metabolismo óseo. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 9(10): 1-17. (En línea) (Consulta: 23 de mayo, 2014). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008.html>
- Usman, F. M., Siddiqui, M .M. and Habib, G. 2004. Effect of urea molasses block supplementation on nutrient digestibility and intake of ammoniated maize in cow calves. *Pakistan Veterinay Journal*. 24(1): 13-17
- Van Niekerk, A. y Louw, P. 1980. Estado de puntuación de ganado vacuno. Departamento de Agricultura y Pesca. Región Natal, Sudáfrica. *Boletín* 2(80).
- Vázquez, M. P., Castelán, O. O., García, M. A. y Avilés, N. F. 2012. Uso de bloques nutricionales como complemento para ovinos en el trópico seco del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15(1): 87-96.
- Visek, W. J. 1978. El modo de promoción del crecimiento de antibióticos. *Journal of Animal Science*. 46(5): 1447-1469.
- Walsh, S., Williams E. and Evans, A. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 123 (3-4): 127-38.
- Waterlow, J. C. 1999. The mysteries of nitrogen balance. *Nutrition Research Reviews*. 12(1):25-54.
- Zahari, M. W., Chandrawathani, P., Sani, R. A., Nor, I. M. S., N. and Oshibe, A.

2007. Production and evaluation of medicated urea molasses mineral blocks for ruminants in Malaysia. FAO, Animal Production and Health. 164: 213-231.

7. ANEXO

Anexo 1. Composición química de 134 Especies arbóreas forrajeras (análisis en follaje verde).

Nombre común	Familia	Especie	PC	Cenizas	Materia orgánica	Ca	P	FDA	FDN
Anono	Anonaceaea	<i>Anona muricata</i>	16.7	9.7	90.2	0.6	0.1	35.1	66.6
Aparicua	N/C	N/C	21.0	16.3	83.6	1.7	0.1	29.7	49.6
Aráricua	Leguminosae	N/C	19.8	13.8	86.1	1.2	0.3	34.9	59.4
Arumbilla	Mimosaceae	<i>Pithecellobium arboreum</i>	22.9	10.5	89.4	0.9	0.2	33.3	60.2
Asinchete	Leguminosae	<i>Pithecellobium acatlense</i>	12.6	6.4	93.7	0.5	0.1	21.8	30
Atuto	Berbenaceae	<i>Vitex mollis</i>	12.2	6.3	93.7	1.5	0.9	37	47.2
Bálsamo	Leguminosae	<i>Myroxylon balsamun</i>	19.5	12.0	87.9	1.19	0.1	32.6	66.2
Barajilla	Hyppocrateceae	<i>Hippocratea excelsa</i>	13.4	16.4	83.5	1.4	0.2	65.4	37
Bejuco	N/C	N/C	18.6	15.4	84.5	0.9	0.3	34.5	51.6
Bola de pájaro	Flacourtiaceae	<i>Casearia dolichophylla</i>	13.8	12.5	87.4	0.7	0.2	42.6	62
Bonete	Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	27.1	14.4	85.6	3.1	0.2	17.1	29.5

Brasil	Leguminosae	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	11.6	6.0	94.0	0.7	0.1	22.5	31.5
Cabrigo	N/C	N/C	17.0	12.5	87.5	3.0	0.2	29.4	33.4
Cacámica	Elaeocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i>	15.0	11.4	88.5	0.6	0.2	45.9	70.1
Cahuinga	N/C	N/C	29.0	9.9	90.0	0.5	0.2	25.6	39.8
Cahulote	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	13.3	8.3	91.7	1.2	0.1	21.8	32.3
Candelero	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	9.8	13.8	86.1	1.1	0.3	37.8	57.1
Camín	Apocinaceae	<i>Thevetia ovata</i>	15.6	7.2	92.8	1.3	1.2	30.9	41.5
Campinchirán	Leguminosae	<i>Dalbergia congestiflora</i>	15.7	7.6	92.4	1.5	0.9	18.8	46.5
Campirinche	N/C	N/C	9.0	9.2	90.7	1.6	0.9	47.6	61.4
Cañafístula	Bignoniaceae	<i>Tabebuia palmeri</i>	18.4	6.5	93.5	1.4	1.3	16.3	32.3
Candelilo	N/C	N/C	14.1	7.2	92.7	1.7	0.1	46.4	47.2
Capire	Sapotaceae	<i>Mastichodendron capiri</i>	18.3	8.8	91.2	1.6	0.2	17.1	32
Capulín	Esterculiaceae	<i>Ayenia sp.</i>	11.8	12.5	87.4	0.9	0.1	41.1	65
Carape	Combretaceae	<i>Combretum farinosum</i>	14	12.3	87.8	1.6	0.2	18	27.7
Cascabelillo	Bombacaceae	<i>Trichilia americana</i>	12.7	10.2	89.7	0.8	1.1	22.9	39.9
Cascalote	Leguminosae	<i>Caesalpinia coriaria</i>	14.2	4.4	95.6	1.6	0.2	12.1	26.7
Cascarilla	Fouquieriaceae	<i>Frogueria formosa</i>	11.2	4.7	95.2	0.3	0.1	20.4	41.1
Caurica	Leguminosae	<i>Andira sp.</i>	13.3	14.2	85.8	1.2	0.2	24.4	32.5
Cazahuate	Convolvulaceae	<i>Ipomoeae</i>	17.8	9.5	90.4	0.7	0.2	34.9	51.3
Ceiba caballona	Moraceae	<i>Ficus incipida</i>	10.3	15.6	84.3	1.1	0.1	43.8	52
Ceiba güicha	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	19.1	6	94	2.9	0.2	38.9	51.4

Ceiba negra	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	15	10.9	89.1	1	0.7	25.3	37
Chacapo	N/C	N/C	17.9	10.4	89.5	0.8	0.1	27.4	39.4
Chacua	Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>	8.7	7.2	92.8	1.8	0.2	24.7	34.5
Chaya	N/C	N/C	29.7	14.1	85.8	1.2	0.2	38.3	44.1
Chiquilillo	Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	25	10.2	89.8	1.2	0.3	21	62.1
Chirimilla	Ramnaceae	<i>Karwinskia latifolia</i>	14.3	10.5	89.4	1.3	0.1	48.5	65.4
Chirimo	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	18.9	16.8	83.2	0.7	0.1	38.3	44.8
Chucumpú	Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i>	13.7	19.3	80.7	1.5	0.8	30.5	41.4
Chupire	Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	12.8	6.7	93.3	1.8	0.7	23.7	30.2
Churi	Leguminosae	<i>Diphysa minutifolia</i>	7	6	94	0.8	0.2	27.5	40.7
Cirián	Boraginaceae	<i>Crescentia alata</i>	10.7	7.2	92.8	1	0.1	16	25.5
Ciruelo	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	13.9	7.1	92.9	1.3	0.7	38.1	54.7
Cóbano	Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	11.4	10.3	89.7	1.3	0.8	26.9	41.3
Colmillo de cucho	Sapindaceae	<i>Serjania sp.</i>	12.5	14	85.9	1.5	0.1	47.6	58.2
Colorin	Caparaceae	<i>Capparis indica</i>	20.8	9.8	90.2	2.2	1.7	34.1	43.6
Copal	Burseraceae	<i>Bursera vellutina.</i>	13.1	10.8	89.2	0.4	0.4	22.8	38.4
Copal negro	Burseraceae	<i>Bursera heterethes</i>	9.1	11.9	88	1	0.1	54	66.1
Copal de santo	N/C	N/C	10.6	13.5	86.4	1.5	0.2	52.0	53.5
Corongoro	Ramnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	18.3	6.5	93.5	1.7	0.3	29.8	42.3
Crucillo	Rubiceae	<i>Randia Sp.</i>	12.9	6.3	93.8	1.8	0.9	28.5	51.3
Cuachalalate	Julianaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	16.9	12.1	87.9	1.5	0.9	28.5	51.3

COMPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EN GANADO BOVINO CON BMMU EN AGOSTADEROS NATURALES CON EAF

Cuajilote	Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	15.1	8.1	92	2.6	1.8	30.3	45.9
Cucharillo	Rubiaceae	<i>Simira mexicana</i>	19.9	9.1	90.9	1.7	0.4	32.5	38
Cueramo	Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	17.3	8.9	91.2	0.9	0.3	9.7	16.4
Cuerillo	Leguminosae	<i>Lonchocarpus hintoni</i>	15.5	10.3	89.6	1.1	0.1	45.6	53.6
Cuincanchire	Burseraceae	<i>Bursera fajaroides</i>	12.2	13.8	86.2	2.1	0.9	28.5	40.7
Cuindira	Leguminosae	<i>Acacia macilenta</i>	19	13.1	86.9	0.9	0.3	48.6	42.8
Cuirindal	N/C	N/C	7.9	4.3	95.7	0.4	1.3	39.4	52.9
Cuitás	Leguminosae	<i>Lysiloma divaricata</i>	11.1	4.9	95.1	0.6	0.4	18	24.7
Escobetillo	Bombacaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	13.3	8.4	91.6	1.1	0.3	27.4	43.7
Espino	Leguminosae	<i>Acacia cochiacantha</i>	15.5	5.6	94.3	0.5	0.1	54.7	63.4
Frijolillo	Leguminosae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	19.8	5.4	94.6	1.7	1.2	14	36.1
Granjeno	Sapindaceae	<i>Neopringlea sp.</i>	21.9	16.4	83.5	2.3	0.1	21.5	59.4
Guácima	Tiliaceae	<i>Heliocarpus velutinus</i>	18	4.9	95.1	1.7	0.2	12.9	21.3
Guácima blanca	Tiliaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	13.6	7.93	92	1	0.1	40.4	62.7
Guácima colorada	Tiliaceae	<i>Heliocarpus accidentalis</i>	11.1	12.2	87.7	1.6	0.2	37.3	60.4
Guaje	Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	11.1	11.5	88.5	0.6	0.5	31.7	47.7
Guan viejo	Combretaceae	<i>Combretum igneiflorum</i>	12.7	12.5	87.5	1.9	0.1	32.3	53.4
Guayabillo	N/C	N/C	16.6	4.9	95.1	2.3	2.1	32.6	35.9
Guayabo	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	12	6.2	93.8	0.3	0.7	18.8	21
Hilamo	Anonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	16.1	10.8	89.2	1.3	0.1	26.5	62.7

Hediondillo	Leguminosae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	10.9	13	87	1.8	0.2	21.3	29.3
Huajillo colorado	Leguminosae	<i>Leucaena macrophylla</i>	22.6	9.2	90.7	1	0.2	34.9	62.1
Huichucuta	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylon compactum</i>	17.1	7.9	92.1	0.6	0.3	17	33.7
Jacal de venado	Compositae	<i>Perymenium sp.</i>	11.3	11.5	88.4	1.2	0.1	52.3	53.5
Jazmín	Rubiaceae	<i>Cephalanthus salicifolius</i>	12.4	4.3	95.6	0.5	0.2	35.3	49.8
Jiote	Anacardiaceae	<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	7.2	6.6	93.3	0.9	0.1	54.1	57.5
Junco	Flacourtiaceae	<i>Xylosma velutinum</i>	11.5	7.4	92.9	0.8	0.1	57.4	50.6
La quina	Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	15.5	8.8	91.2	1.5	1.1	33.9	43.1
Limoncillo	Rutaceae	<i>Zantoxylon affine</i>	18.7	10.3	89.6	1.3	0.1	42.5	51.3
Limón agrio	Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i>	13.7	14.4	85.5	2.1	0.2	33.6	65.4
Mango	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	11.8	10.4	89.6	1.5	0.9	23.7	36.1
Margarita	N/C	N/C	15.6	13.2	86.8	0.8	0.13	40.2	63.1
Mezquite	Leguminosae	<i>Prosopis laevigata</i>	15.8	5.9	94.1	0.9	0.1	14.2	37.9
Moco de tundo	Leguminosae	<i>Piper sp.</i>	14.5	10.3	89.6	1.1	0.1	43	65.4
Montón de indio	Piperaceae	N/C	21.1	8.6	91.3	1.0	0.2	43.9	52.1
Nanche amarillo	Malpigiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	11.4	7.0	92.9	0.8	0.1	57.4	50.6
Nanche rojo	Malpigiaceae	<i>Buncosia sp.</i>	19.2	12.7	87.4	1.1	1.5	26.2	39.5
Nanchal	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	20.4	16.6	83.3	1.3	0.1	39.1	52.6

Ocotillo	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylon sp.</i>	18.3	6.3	93.7	1.6	1.3	16.2	26.5
Olivo	N/C	N/C	11.3	5.5	94.6	0.8	0.3	38	36
Oreganillo	Verbenaceae	<i>Lippia sp.</i>	14.8	11.7	88.2	0.8	0.2	31.4	46.1
Otate	Gramineae	<i>Otatea acuminata</i>	13.0	16.4	83.5	0.3	0.1	41.5	69.7
Palo de aro	Leguminosae	<i>Lochocarpus emarginata</i>	15.8	12.7	87.2	1.0	0.1	42.95	53.3
Palo blanco	Leguminosae	<i>Lysiloma tergeminum</i>	9.7	5.6	94.4	0.9	0.1	35.6	41.3
Palo colorado	Anacardiaceae	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	10.9	9.8	90.1	0.8	0.1	57.2	59.7
Palo dulce	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	19.2	9.6	90.3	0.6	0.1	43.8	62.7
Palo prieto	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	13.9	7.6	92.3	0.7	0.1	44.2	53.7
Palo santo	Flacorticeae	<i>Xylosma sp.</i>	10.3	7.6	92.4	2.7	1.4	22.2	39.8
Pánicua	Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	17.3	7.1	92.9	1.4	0.2	20.8	29.2
Papelillo	Burseraceae	<i>Burserafagarioides Var. Fagaroides</i>	12.1	13.9	86.0	0.8	0.1	29.0	34.9
Parácata	Leguminosae	<i>Senna skinneri</i>	14.2	7.4	92.6	2.2	1.1	20.8	29.2
Parota	Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	15.3	8.8	91.2	2.8	0.3	21	32.4
Pata de venado	Leguminosae	<i>Bauhinia ungalata</i>	18.8	7.2	92.8	0.6	0.8	35.2	48.1
Pata de venado blanca	Leguminosae	<i>Bauhinia sp.</i>	20.2	9.34	90.6	1.0	0.1	27.8	53.0

COMPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EN GANADO BOVINO CON BMMU EN AGOSTADEROS NATURALES CON EAF

Pinzán	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	19.5	7.8	92.3	1.4	0.3	15	31.8
Puchota	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	19.0	11.4	88.5	1.2	0.2	33.8	65.5
Querengue	Berbenaceae	<i>Vitex hemsleyi</i>	11.8	3.6	96.5	0.4	1	23.1	42.7
Quiringuica	Leguminosae	<i>Andira inermis</i>	17.6	8.3	91.7	1	1.19	32.7	32.2
Quiringucua	Leguminosae	<i>Andira inerves</i>	26.6	4.8	95.1	0.4	0.2	47.8	65.8
Sangregado	Leguminosae	<i>Pterocarpus arbiculatus</i>	17.5	12.2	87.8	1	1.2	13.9	37.3
Sangre de toro	Leguminosae	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	23.3	9.96	90.0	1.1	0.5	35.5	58.8
Satánica	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	17.1	10.2	89.7	0.7	0.1	41.3	56.4
Suelda con suelda	Ramnaceae	<i>Ramnaceae colubrina</i>	22.9	16.4	83.5	1.9	0.2	23.9	38.9
Surundanicuo	Leguminosae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	20.6	7.9	92.0	0.7	0.3	48.1	54.7
Tabachincillo	N/C	N/C	20.1	14.2	85.8	0.8	0.1	36.5	51.2
Tamarindo	Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i>	13.2	8.7	91.2	1.3	0.1	32.4	47.5
Támbula	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	22.7	9.1	91	0.9	1.2	23.7	45.3
Tarimoro	Apocynaceae	<i>Psidium guinensis</i>	10.3	15.4	84.5	1.7	0.1	59.9	53.9
Tecuche	Rubiaceae	<i>Randia watsoni</i>	14.8	6	94	0.8	0.56	17.3	46.3
Tepamo	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i>	13.3	9.0	90.9	1.4	0.1	52.4	49.1
Tepehuaje	Leguminosae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	14.6	6.8	93.2	2.7	0.7	18.3	34.6
Timbinillo	Leguminosae	<i>Pithecellobium mangense</i>	21.9	9.2	90.7	1.4	0.1	25.7	44.0
Trébol	Leguminosae	N/C	24.4	6	94	1.5	0.9	17.3	46.3

Trompillo	Eythroxlylaceae	<i>Erithroxylon mexicanum</i>	21.9	9.2	90.7	1.4	0.1	25.7	44.0
Vara blanca	Compositae	<i>Montanoa sp.</i>	21.1	18.2	81.7	0.9	0.3	31.0	43.5
Wende verde	Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	10.7	10.4	89.5	1.0	0.1	51.2	58.2
Zacapu	Leguminosae	N/C	20.3	6.8	93.2	2.2	1.1	18.3	34.6
Zapotillo	Sapotaceae	<i>Bumelia socorrensis</i>	14.4	12.3	87.7	1.9	1.2	24.6	35.2
Zorrillillo	N/C	N/C	15.2	18.3	81.6	0.7	0.1	27.8	45.7

*N/C= No clasificada.