

**Desarrollo de cartillas tecnológicas para la
utilización de catorce pasturas tropicales
usadas para la producción de leche en
Honduras**

**José David Posadas
Marco Antonio Castellanos**

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre, 2004

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Desarrollo de cartillas tecnológicas para la
utilización de catorce pasturas tropicales
usadas para la producción de leche en
Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

José David Posadas
Marco Antonio Castellanos

ZAMORANO, HONDURAS
Diciembre, 2004

Los autores conceden a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativo. Para otras personas físicas y jurídicas se reservan los derechos de autor.

José David Posadas

Marco Antonio Castellanos.

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004.

Desarrollo de cartillas tecnológicas para la utilización de catorce pasturas tropicales usadas para la producción de leche en Honduras

Presentado por:

José David Posadas
Marco Antonio Castellanos

Aprobado:

Isidro Matamoros, Ph. D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Miguel Vélez, Ph. D.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Marielena Moncada, M.Sc.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

John Jairo Hincapié, Ph. D.
Coordinador de Área Temática

DEDICATORIA J.D.P.U.

A Dios padre por su bendición de permitirme poder estudiar en esta institución.

A mis padres José Arnaldo Posadas Lemus y a mi madre Patricia Ubierna Lacave.

A mis hermanos Jano Arnaldo (Q.D.D.G) y Cristher Nicolás y su familia.

A todas las personas que de alguna forma colaboraron con mis estudios universitarios.

DEDICATORIA M.A.C.V.

A Dios todo poderoso, que nunca me ha abandonado.

A mi mamita Adelina Claros de Aguilar Q.D.D.G. a quien le debo todos mis éxitos, quien fue la persona que me guió por el buen camino, me enseñó a valorar el esfuerzo propio y sobre todo poner a Dios sobre todas las cosas.

A mi madre Felicita Vasquez, a mis hermanos David, Yessenia, Sandra, Tulio, Omar, Antonio, Gerson, Nancy, Anayendi, Jorge y a mi padre Marco Castellanos; a todos ellos por su apoyo moral y por creer en mí.

.

AGRADECIMIENTOS J.D.P.U.

A mis padres por apoyarme en todo sentido para que pueda realizar mis estudios universitarios y por confiar siempre en mí.

A mi hermano Cristher y su familia por apoyarme en estos cuatro años.

A Jessie Paola Carrasco por apoyarme incondicionalmente en esta etapa de mi vida y por ser tan especial para mí.

A toda mi familia Posadas y Ubierna.

A mis compañeros de cuarto y amigos de la vida Mario Torres y Erasmo Aguilera.

A mi compañero de tesis Marco Castellanos.

A mis amigos Luis Rodríguez, Griffith Lizarraga, Mario Laguardia, Marlon Canales, Nelson Sánchez, Godofredo Benavides, Saulo Zeledón, y en especial a Gissela Moncayo por su apoyo y todos sus ánimos para mí.

A los paisas de la unidad de Ganado de Carne de la E.A.P. por su ayuda en la realización de este estudio.

Al Dr. Isidro Matamoros por permitirme ser su asesorado y tener el tiempo preciso para apoyar a la realización de este estudio.

Al Dr. Miguel Vélez por sus consejos sabios y paciencia, y compartir sus conocimientos.

A Ing. Marielena Moncada por su apoyo.

Al Ing. Héctor Cuestas por siempre tener tiempo para compartir sus conocimientos y colaborar en este estudio.

AGRADECIMIENTOS M.A.C.V.

A Dios que ha estado conmigo en todo momento, que me da sabiduría y fortaleza.

A mi mamita Adelina, por darme la oportunidad de ser su hijo, y quererme como tal.

A mi familia que ha sido la fuente de inspiración para salir adelante.

A la familia Aguilar Matian que gracias a su gran apoyo se ha hecho realidad esta meta.

Al profesor Salvador Matian por su apoyo incondicional en el logro de este éxito.

A toda la familia Castellanos, por su apoyo moral.

A toda la familia Aguilar, por su apoyo y cariño incondicional.

A la familia Manueles Gómez, por su apoyo moral.

Al Doctor Isidro Matamoros por su tiempo, paciencia, ejemplo y su valiosa colaboración en mi formación profesional. Gracias.

Al Doctor Miguel Vélez por compartir sus conocimientos y consejos es un ejemplo a seguir.

Al Ing. Héctor Cuestas, Marielena Moncada por su disposición para enseñar.

A mis Compañeros de cuarto José Luis y Juan Hidalgo por su paciencia, apoyo, consejos, por aceptarme tal como soy. Gracias hermanos.

A mis amigos Matian, Aldo, Osmin, Joe, Julio, Jaime, Hugo, David, Badani, Gustavo, René, J. Steer, Rony, Fausto, F. Plaza, Montgomeri, Gaston, Nelson, Héctor, Matiana, Alina, Gisel, por todos los buenos y malos momentos que compartimos y por apoyarme siempre.

A toda la clase GENOMA 04 y demás amigos por ser el soporte para seguir adelante y por todas las experiencias compartidas durante estos cuatro años.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES J.D.P.U.

A la Escuela Agrícola Panamericana y el fondo dotal Food for Progress.

A la Secretaría de Agricultura de Honduras.

A mis padres que con sus esfuerzos permitieron mis estudios en esta institución.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES M.A.C.V.

Al Proyecto (PROSOC), Banco de Occidente S.A, Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras (SAG) y Zamorano, por financiar mis estudios en esta institución.

RESUMEN

Castellanos, Marco; Posadas, José. 2004. Desarrollo de cartillas tecnológicas para la utilización de catorce pasturas tropicales usadas para la producción de leche en Honduras. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 37 p.

La nutrición se ve limitada por la falta de información técnica, especialmente para pequeños productores, que sirva de guía práctica para una suplementación adecuada. En este estudio se realizó un muestreo de 14 pasturas tropicales usadas en la alimentación de ganado lechero, bajo dos niveles de fertilización y tres edades de corte. Se recolectaron datos del trópico húmedo (Litoral Atlántico) y trópico seco (Valle de Yeguaré) en Honduras. Se balancearon dietas, utilizando la composición promedio de concentrados comerciales para alta producción, maíz, grasa de sobrepeso, leguminosas forrajeras y subproductos de la agroindustria haciendo uso de la hoja de cálculo de Formulación y Evaluación de Raciones (FYERA) desarrollada en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Se elaboraron 14 cartillas tecnológicas con alternativas de dietas para obtener producciones de 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0 y 17.5 kg de leche/vaca/día en vacas cruzadas o puras. Se determinó que la edad de corte y la fertilización afectan la disponibilidad de nutrientes. La disponibilidad de Proteína Cruda (PC) aumentó de 0.88 a 1.23 kg con fertilización y disminuyó de 1.14 a 0.74 kg cuando los días a cortes pasan de 21 a 35 días. Para la Energía Neta Lactancia (ENL) se obtuvo un aumento de 9.4 a 10.8 Mcal con fertilización y una disminución de 11.3 a 8.9 Mcal cuando los días a corte pasan de 21 a 35 días. El manejo y aprovechamiento oportuno de los recursos forrajeros determinan la productividad de las lecherías.

Palabras clave: consumo de materia seca, ENL, fibra neutro detergente, PC, trópico.

Abelino Pitty, Ph.D.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria J.D.P.U.....	iv
Dedicatoria M.A.C.V.....	v
Agradecimientos J.P.D.U.....	vi
Agradecimientos M.A.C.V.....	vii
Agradecimientos a patrocinadores J.P.D.U.....	viii
Agradecimientos a patrocinadores M.A.C.V.....	ix
Resumen.....	x
Contenido.....	xi
Índice de cuadros.....	xii
Índice de figuras.....	xiv
Índice de anexos.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
Localización.....	4
Manejo de las pasturas.....	5
Fertilización.....	5
Muestreo.....	5
Análisis de las muestras.....	6
Elaboración de cartillas tecnológicas.....	6
Vaca modelo.....	7
Alimentos en la ración.....	7
Forma de uso de la cartilla.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
Producción de los pastos.....	9
Cartilla tecnológica.....	9
Análisis de los datos.....	14
Efecto de FND en el consumo de materia seca en pastos tropicales.....	14
Efecto de la fertilización y la edad de corte sobre la disponibilidad de nutrientes....	14
Efecto de la edad de corte en el contenido de FND y ENL.....	16

Efecto de la FND en los niveles de producción.....	17
Porcentaje de la FND, relación Forraje: Concentrado y salud ruminal.....	18
CONCLUSIONES	20
RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
1. Tamaño y principales actividades de explotaciones ganaderas en Honduras, 2001.....	2
2. Promedio de producción anual y por animal en litros de las principales zonas productoras de Honduras, 2001.....	2
3. Uso de insumos en las fincas ganaderas en Honduras, 2001.....	3
4. Gramíneas muestreadas.....	5
5. Composición nutricional de los principales concentrados comerciales para ganado lechero en Honduras según datos de las suplidoras.....	7
6. Composición nutricional de subproductos.....	8
7. Rendimiento MS (kg/ha/día) de pastos tropicales.....	9
8. Principales características de <i>Panicum maximum</i>	11
9. Suplemento lb/vaca/día con <i>Panicum maximum</i> var. Tobiata para seis niveles de producción con 3.8% de grasa en la leche.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	página
1. Predicción de consumo de materia seca, según FND, en pastos tropicales con una vaca de 500 kg de peso vivo.....	14
2. Efecto de la fertilización y la edad de corte sobre la disponibilidad de PC en pastos tropicales. La línea representa el requerimiento de mantenimiento	15
3. Efecto de la fertilización y la edad de corte sobre la disponibilidad de ENL en pastos tropicales. La línea representa el requerimiento de mantenimiento...	15
4. Efecto de la edad de corte en el contenido promedio de FND y aporte de ENL según consumo estimado en pasto fertilizado y no fertilizado a tres edades de corte.....	16
5. Producción de leche (L) según el aporte de PC dado por el consumo de MS con base en el porcentaje de FND con pastos fertilizados y sin fertilizar con tres edades de corte	17
6. Producción de leche (L) según aporte de ENL dado por el consumo de MS con base en el porcentaje de FND con pastos fertilizados y sin fertilizar con tres edades de corte	18
7. Relación forraje concentrando y contenido de FND consumida con su límite mínimo en la RMT para diferentes niveles de producción con pastos trópico.. húmedo	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	página
1. Suplemento lb/vaca/día con <i>Andropogon gayanus</i> trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	25
2. Suplemento lb/vaca/día con <i>Digitaria eriantha</i> trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.	26
3. Suplemento lb/vaca/día con <i>Cynodon nlemfuensis</i> trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	27
4. Suplemento lb/vaca/día con <i>Hyparrhenia rufa</i> trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	28
5. Suplemento lb/vaca/día con <i>Panicum maximum</i> var Tobiata trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	29
6. Suplemento lb/vaca/día con <i>Pennisetum purpureum</i> trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	30
7. Suplemento lb/vaca/día con <i>Pennisetum purpureum</i> var Enano trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	31
8. Suplemento lb/vaca/día con <i>Brachiaria decumbens</i> trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	32
9. Suplemento lb/vaca/día con <i>Panicum maximum</i> var Toledo trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	33
10. Suplemento lb/vaca/día con <i>Pennisetum purpureum</i> var Enano trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	34
11. Anexo 11. Suplemento lb/vaca/día con <i>Digitaria swazilandensis</i> trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	35

12	Suplemento lb/vaca/día con <i>Panicum maximum</i> var Tanzania trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.....	36
13.	Suplemento lb/vaca/día con <i>Panicum maximum</i> var Mombaza trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche	37

INTRODUCCIÓN

La producción bovina de leche y carne, juegan un papel muy importante en la economía de la región latinoamericana. Según FAO (1997) en América central, la agricultura genera aproximadamente el 48% del Producto Interno Bruto (PIB) de la economía nacional. En el caso de Honduras 61% de la población se dedica al agro. En el 2001 los US\$ 3615 millones de dólares del PIB el sector agropecuario aportó US\$ 879 millones y a su vez el sector ganadero aportó US\$ 91 millones que representan un 4.5% del total (INFOAGRO 2003).

La nutrición es uno de los aspectos más limitantes en la ganadería además representa los costos más altos de la producción. Una buena nutrición influye en la producción, reproducción y salud animal que determinan la eficiencia de la finca. La mala nutrición esta determinada especialmente por la baja calidad de los forrajes que se utilizan. La nutrición se ve limitada debido a la falta de información técnica, especialmente para pequeños productores, que sirva de guía práctica para una suplementación adecuada. Esta información debe ofrecer alternativas para el uso de materias primas disponibles en cada región que permitan optimizar el sistema de producción y hacer de la ganadería una actividad más productiva y rentable.

Las vacas lecheras necesitan nutrientes para el mantenimiento, crecimiento si son inmaduras, reproducción y producción. La cantidad necesaria para la producción es proporcional a la cantidad y a la composición de la leche (Chamberlain y Wilkingson 2002). Los requerimientos minerales son dependientes del nivel de producción, y su disponibilidad se ve limitada por factores que deprimen el consumo de forrajes tales como su calidad que reducen la cantidad de minerales consumidos por el animal (McDowell *et al.* 1997).

La utilización de los pastos para la producción animal, ha sido y continuará siendo la forma más barata de adquisición de nutrientes para los diferentes propósitos productivos (Vélez *et. al* 2002). Pero los forrajes en el trópico tienen características fisiológicas que ocasionan baja digestibilidad y deficiencia de nutrientes (Calzadilla 1986).

Existen varias características que definen la composición química de cada pasto. La Proteína Cruda (PC), Fibra Ácido Detergente (FAD) y Fibra Neutro Detergente (FND) son las medidas más comúnmente usadas en la rutina de análisis de alimentos. La cantidad máxima de forraje que puede ser ingerida en la dieta está limitada por la cantidad de FND a un máximo de 1.2% del peso vivo. Generalmente, la FND fermenta más despacio y es menos digerible que los carbohidratos no fibrosos (hay menos producción de ácidos en el

rumen). La mayor parte de la FND ingerida en las dietas típicas proviene del forraje y sirve como una estructura física que promueve la rumia (NRC 2002).

En Honduras las explotaciones ganaderas son de tamaño pequeño, el 90.8% de las explotaciones tiene menos de 50 cabezas de ganado, pero es responsable del 95% de la producción de leche del país (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tamaño y principales actividades de explotaciones ganaderas en Honduras, 2001.

Propósito principal	Tamaño de las explotaciones (%)	
	De 1 a 49 (cabezas/hato)	de 50 a más (cabezas/hato)
Carne	5.3	0.6
Leche	43.4	0.8
Carne y Leche	30.2	3.3
Total	90.8	9.2
Total producción de leche	95.2	4.8

Porcentaje tomado de un total de 86,829 de explotaciones censadas a nivel nacional. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas. INE.

El país se puede dividir en siete zonas productivas, el 74% del total de las vacas se encuentran entre la zona central y la costa norte, incluyendo el litoral atlántico y producen el 76.5% de la leche del país (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de producción anual y por animal en litros de las principales zonas productoras de Honduras, 2001.

Región	Vacas	Promedio L/vaca	Aporte por zona
			Producción anual (%)
Sur	103481	4.2	15.7
Centro Occidental	50530	2.9	4.2
Norte	123132	4.8	17.7
Litoral Atlántico	118725	3.0	17.8
Nor Oriental	167107	4.3	24.0
Centro Oriental	103970	4.0	12.8
Occidental	94440	3.1	7.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas. INE.

Del total de las explotaciones ganaderas solamente un 24.8% hacen uso de alimentos concentrados, lo que limita la producción (Cuadro 3).

Cuadro 3. Uso de insumos en las fincas ganaderas en Honduras, 2001.

Insumos	% de uso
Insumos en total	92.7
Vacunas	72.6
Desparasitantes	72.9
Vitaminas	68.0
Sal Común	81.5
Sales Minerales	36.5
Alimento Concentrado	24.8
No usan insumos	7.3

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas. INE.

En el presente estudio se realizó un muestreo de las pasturas utilizadas en la alimentación de ganado y se determinó su composición nutricional bajo dos niveles de fertilización y tres edades de corte. El propósito fue establecer recomendaciones técnicas para la suplementación con alimentos concentrados de pasturas bajo diferentes sistemas de manejo para obtener una producción desde 5 hasta 17.5 litros por vaca por día. Estas recomendaciones técnicas serán presentadas en forma de cartillas tecnológicas para facilitar su distribución y divulgación en las principales zonas de producción de leche en Honduras.

De su distribución se encargará la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (SAG/DICTA) y el Programa de Modernización de los Servicios de Tecnología Agropecuaria (SAG/PROMOSTA) y los proyectos de extensión pecuaria ejecutados por Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana.

El objetivo del estudio fue diseñar cartillas tecnológicas para la suplementación con alimentos balanceados de los pastos tropicales más comúnmente utilizados en las explotaciones ganaderas de Honduras. Los objetivos específicos fueron determinar las necesidades de suplementación para diferentes niveles de desempeño y desarrollar recomendaciones técnicas para la suplementación de pastos con alimentos balanceados para asegurar una producción desde 5 hasta 17.5 litros por vaca por día.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN

Para el estudio se utilizaron los resultados del análisis de pasturas del Litoral Atlántico y Valle del Río Yeguaré Honduras, realizado por Castillo y Villareal (2001). Adicionalmente, para complementar esta base de datos se tomaron muestras de 10 gramíneas las cuales se detallan en el (Cuadro 4).

Para el trópico húmedo se colectaron datos en los Juncales, Olanchito departamento de Yoro; en la zona entre la Playa Perú y Jutiapa y en San Juan Pueblo en el departamento de Atlántida. Todos los muestreos se realizaron en terrenos con buen drenaje y sin peligro de inundación a una altura de 30 a 120 msnm, con una temperatura promedio anual de 26°C y una precipitación que oscila entre los 2700 y 3200 mm por año (SMN 2004).

Para el trópico seco los datos se colectaron en potreros de la Escuela Agrícola Panamericana, localizada en el valle del Yeguaré 30 km al sudeste de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm. En esta región la temperatura promedio anual es de 24°C y la precipitación promedio anual de 1029 mm. El estudio se realizó entre Junio y Agosto de 2004.

En las parcelas del Litoral Atlántico no se tuvo acceso a riego, sin embargo, el régimen de lluvias fue adecuado para el crecimiento de las especies evaluadas. En contraste, el régimen de lluvias en Zamorano hizo necesario que las parcelas se regaran para asegurar una lamina de agua mayor a 5 mm por día y obtener un crecimiento adecuado.

Cuadro 4. Gramíneas muestreadas.

Nombre científico	Nombre común
<i>Cynodon nlemfuensis</i> ¹	Estrella
<i>Pennisetum purpureum</i> ¹	Elefante
<i>Digitaria swazilandensis</i> ¹	Suazi
<i>Brachiaria</i> híbrido Mulato ¹	Mulato
<i>Brachiaria radicans</i> ¹	Tanner
<i>Echinochloa polystachya</i> ¹	Alemán
<i>Chloris gayana</i> ¹	Rhodes
<i>Brachiaria decumbens</i> ¹	Suriname
<i>Panicum maximum</i> ¹	Tobiatá
<i>Cynodon nlemfuensis</i> ²	Estrella
<i>Hyparrhenia rufa</i> ²	Jaraguá
<i>Brachiaria</i> híbrido Mulato ²	Mulato
<i>Pennisetum purpureum</i> ²	Elefante

1: Pastos trópico húmedo. 2: Pastos trópico seco

MANEJO DE LAS PASTURAS

Se utilizaron pasturas con 100% de pureza botánica. En la que se delimitaron parcelas de 9 m². En cada una se aplicaron dos niveles de fertilización y se usaron tres edades de corte con una repetición para cada tratamiento.

Se realizó un corte de nivelación, se procedió a la programación de cada corte. Al momento de tomar las muestras se dejó 0.5 m en cada lado para evitar el efecto de borde, cosechándose un total de 6.25 m².

FERTILIZACIÓN

Se usaron dos niveles, uno sin fertilización y otro con 150 kg de nitrógeno, 50 kg de fósforo y 100 kg de potasio lo cual es equivalente a un régimen alto de fertilización comercial con una relación de 3:1:2 (N, P y K), la cual es recomendada por la literatura para la fertilización de pasturas.

MUESTREO

Las gramíneas de pastoreo se muestrearon a los 18, 27 y 36 días después del corte de nivelación y las de corte a los 21, 35 y 49 días, para medir la producción y determinar su calidad.

De las parcelas se cortaron muestras a 15 cm, se pesó en total el pasto y se tomaron 800 g de muestra que se secaron a 60°C durante 48 horas o más hasta obtener un peso constante.

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio para determinar:

- Materia seca (MS) por destilación con tolueno (AOAC 1990).
- Proteína Cruda (PC) y Nitrógeno No Proteico (NNP) por Kjeldahl (AOAC 1990).
- Proteína soluble (Prot Sol) por el método del buffer borato-fosfato (Krishnamoorthy *et al.* 1982).
- Fibra Neutro Netergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD) y lignina por el método de (Van Soest *et al.* 1991).
- Extracto Etéreo (EE), por el método gravimétrico (AOAC 1990).
- Cenizas (AOAC 1990).
- Computación de Carbohidratos No-Estructurales (CNE) de las determinaciones de FND, proteína, grasa y cenizas, o directamente (Van Soest *et al.* 1991).
- Tasa de fermentación ruminal *in vitro* para las fracciones A₁, B₁ y B₂ (Pell y Schofield 1993).
- FNDE al pasar la FND por un tamiz de 1.18 mm (Sniffen *et al.* 1992 citado por Fox *et al.* 1992).
- Nitrógeno ligado ala FND y a la FAD (Van Soest *et al.* 1991).

ELABORACIÓN DE CARTILLAS TECNOLÓGICAS

Según FAO (2000), las cartillas tecnológicas ofrecen información básica, ideas y sugerencias sobre diversas opciones para mejorar un sistema de producción. Las personas a las cuales se les va a brindar información a través de las cartillas son ganaderos que no tienen acceso a asesoramiento técnico.

Las cartillas que se desarrollaron en este estudio brindan opciones para el uso adecuado de recursos alimenticios con que cuentan los ganaderos como son las pasturas, suplementos energéticos y proteicos, concentrados comerciales, vitaminas y sales minerales.

Para la formulación de las raciones y posterior elaboración de las cartillas tecnológicas se utilizó una hoja electrónica para la Formulación y Evaluación de Raciones (FYERA), desarrollada por investigadores en Zamorano, los resultados fueron validados con el sistema de Carbohidratos y Proteínas Netas de la Universidad de Cornell (CNCPS).

Vaca modelo

Para la formulación de la dietas se usaron dos modelos, una vaca con características comunes a los animales usados en las explotaciones ganaderas de pequeña escala, es decir cruzada Holstein × Brahman, con peso vivo adulto de 454 kg capaz de producir hasta 12.5 litros y otra con 545 kg y capaz de producciones mayores a 12.5 litros.

En ambos casos se consideró 57 meses (animal adulto), tercera lactancia, con 30 días de servida y 120 días en lactancia. Las condiciones de manejo consideran animales en pastoreo con dos ordeños por día y caminata equivalente a 2000 metros diarios. Además, se consideró que los animales se manejaban con una temperatura máxima de 27°C y una mínima de 20°C.

Alimentos en la ración

Para definir el concentrado a utilizar se realizó un estudio de los siete principales alimentos balanceados para ganado del país y se determinó que la composición promedio es de 88% de MS, 21.5% de PC y 1.98 Mcal/kg de ENL (Cuadro 5).

Cuadro 5. Composición nutricional de los principales concentrados comerciales para ganado lechero en Honduras según datos de las suplidoras.

Nombre del alimento	MS(%)	PC (%)	FND (%)	ENL (Mcal/kg)	Ca (%)	P (%)
* Lechera AP18	89.50	21.30	23.60	1.89	1.64	0.77
* Maxileche	89.00	24.72	ND	2.20	ND	ND
* Superlac	87.50	21.80	28.70	1.78	1.41	0.82
** Proteína P18	89.00	20.22	23.60	1.89	1.64	0.77
** Prolacta	89.00	20.22	23.60	1.89	1.20	0.40
***Alta PRO (020304)	89.00	22.84	16.78	2.18	0.68	0.45
***Baja PRO (020304)	89.00	19.57	21.28	2.00	0.69	0.41
Promedio	88.86	21.53	22.93	1.98	1.21	0.60

* ALCON S.A; ** NUTRITEC-PROTEINA; *** EAP ZAMORANO.

ND: datos no disponibles, MS: Materia Seca, PC: Proteína Cruda, FND: Fibra neutro detergente, ENL: Energía neta lactancia, Ca: Calcio, P: Fósforo.

Adicionalmente, se tomó en cuenta la disponibilidad de subproductos agrícolas en la zona y se consideraron como disponibles a la harina de coquito y la pulpa de cítricos; su composición se detalla en el (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición nutricional de los subproductos.

Nombre del alimento	MS (%)	Base seca					Costo (Lp/TM)
		PC (%)	FND (%)	ENL (Mcal/kg)	Ca (%)	P (%)	
Harina de coquito	91.4	15.9	56.3	1.56	0.21	0.52	1320.00
Pulpa de naranja	17.76	6.4	26.4	1.83	0.98	0.1	100.00

MS: Materia Seca, PC: Proteína Cruda, FND: Fibra neutro detergente, ENL: Energía neta lactancia, Ca: Calcio, P: Fósforo.

Forma de uso de la cartilla

La cartilla tecnológica consiste en una matriz para cada pasto en la cual se presenta, para cada edad de corte, nivel de fertilización la cantidad de alimento correspondiente para llenar los requerimientos según el nivel de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRODUCCIÓN DE LOS PASTOS

La producción está influenciada por factores como precipitación, radiación solar, temperatura y disponibilidad de nutrientes principalmente. La fertilización aumentó la producción de Materia Seca. La mayor cantidad de Materia Seca se obtuvo con *Brachiaria humidicola* fertilizado cuya producción fue muy superior al valor para la región reportado por (Garcés 2001), los rendimientos de las demás pasturas se encuentran dentro de los rangos reportados en la literatura (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento MS (kg/ha/día) de pastos tropicales.

Nombre	Sin fertilizar	Fertilizado	Literatura
<i>Echinochloa polystachya</i>	75	122	79-86 ^a
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	67	94	27-142 ^b
<i>Brachiaria decumbens</i>	75	97	27-123 ^c
<i>Brachiaria humidicola</i>	133	211	60 ^d
<i>Pennisetum purpureum</i>	84	79	122-147 ^e
<i>Brachiaria Híbrido Mulato</i>	91	116	125-143 ^f
<i>Chloris gayana</i>	119	184	^g
<i>Digitaria Swazilandensis</i>	84	143	56-99 ^h
<i>Brachiaria radicans</i>	87	122	32-105 ⁱ
<i>Panicum maximun</i> var Tobiatá	70	101	52-113 ^j

Datos de: ^{a, d} Garcés, 2001; ^b, 2001; ^c Martínez, 2001; ^e Gallardo, 1990; ^f Hidalgo, 2004; ^g Datos no disponibles; ^h Núñez, 2001; ⁱ Chacón, 2002; ^j Aparicio, 2001.

CARTILLAS TECNOLÓGICAS

Se desarrollaron 14 cartillas tecnológicas con alternativas de suplementación según el manejo de las pasturas. A continuación se muestra la información que se presenta en una cartilla, las demás siguen el mismo formato (Anexo 1).

Panicum maximum

Nombre común: Pasto Guinea

Cultivares y accesiones avanzados: Vencedor (CIAT 26900, Brasil); Tanzania 1 (CIAT 16031, Brasil); Tobiata (CIAT 6299, Brasil); Mombaza (CIAT 6962, Brasil).

Usos potenciales: pastoreo, corte y barreras vivas.

Consideraciones especiales: requiere alta fertilidad del suelo, poca capacidad de competir con malezas y alta digestibilidad.

Descripción: es una planta perenne que forma macollas, puede alcanzar hasta 3 m de altura y de 0.5 a 0.75 cm de diámetro de macolla. Los tallos son erectos con una vena central pronunciada. La inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas y ocasionalmente tienen rizomas, que le confiere cierta tolerancia a la sequía.

Adaptación: necesita suelos de media a alta fertilidad y bien drenados con pH de 5 a 8. Crece en alturas entre 0 a 1500 msnm y precipitación entre 1000 mm y 3500 mm por año. Crece muy bien con temperaturas altas. Tiene menor tolerancia a la sequía que los Brachiarias; tolera media sombra y crece bien bajo árboles.

Establecimiento: se establece con semilla a razón de 6 a 8 kg/ha, superficial y ligeramente tapada; el establecimiento con cepas es factible pero necesita mucho manejo. Crece rápido pero no compete bien con malezas, ya que dejan espacios, que también pueden ser usados para asociar leguminosas como Arachis, Centrosema y Pueraria. El primer pastoreo se recomienda de los 90 a 120 días después de la siembra o bien antes de iniciar la floración.

Manejo: aguanta pastoreo intensivo pero sólo si se mantiene la fertilidad del suelo. Responde bien a fertilización. Se recomienda retirar los animales de la pastura cuando esta alcance 20 cm de altura. Bajo estas condiciones, *Panicum maximum* soporta cargas de 2.5 a 4 animales/ha durante las lluvias y 1.5 a 2 animales/ha en sequía; en Zamorano se han obtenido cargas de 7 a 8 animales/ha.

Respuesta a fertilización: la respuesta es variada dependiendo del suelo y el clima. Se ha experimentado con niveles que van desde 200 a 1000 kg/ha/año de N y 60, 240 y 30 kg/ha/año de P, K y S respectivamente. Obteniéndose los mayores rendimientos con las dosis más altas.

Problemas: no adaptado a suelos muy ácidos o inundables.

Productividad: bien manejada produce entre 80 y 120 kg de MS/ha/año; el contenido de proteína cruda oscila entre 10 a 14% y la digestibilidad entre 60 a 70%. El alto valor nutritivo de esta especie resulta en alta productividad animal; las ganancias de peso en una

pradera bien manejada oscilan entre 700 g/animal/día durante la época de lluvias y 170 g/animal/día en el verano.

Producción de semilla y propagación vegetativa: *Panicum maximum* produce semilla durante todo el año, con mayor producción a finales de la época de lluvias. La producción de semilla se dificulta por los diferentes grados de desarrollo de las espigas, dando como resultado cosechas con parte de la semilla inmadura, con un porcentaje de germinación de 5%, que aumentó con el tiempo de almacenamiento, con la mejor germinación a los 160 a 190 días después de la cosecha. Los rendimientos oscilan entre 250 y 350 kg/ ha.

Cuadro 8. Principales características de *Panicum maximum*

Características	Descripción
Familia:	Gramínea
Ciclo vegetativo:	Perenne, persistente
Adaptación pH:	5.0 a 8.0
Fertilidad del suelo:	Media alta
Drenaje:	Buen drenaje
msnm:	0 a 1500 m
Precipitación:	1000 a 3500 mm
Densidad de siembra:	6 a 8 kg/ ha
Profundidad de siembra:	Sobre el suelo, ligeramente tapada
Valor nutritivo:	Proteína 10 a 14%, 60 a 70% digestibilidad
Utilización:	Pastoreo, corte y acarreo barreras vivas

ESPECIFICACIONES

La cartilla tecnológica del pasto *Panicum maximum* propone al ganadero, opciones prácticas para suplementar al ganado con distintos niveles de producción, con base en el consumo de pasto y de insumos que son fácilmente adquiridos en el comercio como maíz, grasa de sobrepaso y concentrado.

Existen algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta antes de poder implementar las dietas que se proponen en un hato ganadero

1. El animal al que se va suplementar debe de tener el potencial para poder alcanzar el nivel de producción. Esto específicamente para las producciones superiores a 10 L/vaca/día.
2. Las dietas están balanceadas con base en el consumo estimado de pasto *Panicum maximum* y este se manejó con una fertilización a razón de 150, 50 y 100 kg/ha/año de N, P y K respectivamente y con edades de corte de 21, 28 y 35 días.

3. El concentrado recomendado es un promedio de los concentrados comerciales para alta producción, no es un concentrado en específico.
4. Para cada nivel de producción fue necesario calcular los requerimientos de mantenimiento y producción. Para esto se tomó como base una vaca de 454 kg de peso vivo para los niveles de producción de 5 a 12.5 L/día y una vaca de 545 kg de peso vivo para los niveles de producción de 15 a 17.5 L/ día.

Forma de uso

Antes de implementar las dietas que se proponen, se deben considerar los siguientes puntos:

1. Se debe identificar el tipo de forraje que se tiene, su edad de corte, y la fertilización con que se maneja.
2. Considerar el nivel de producción al que puede llegar el animal, ya que no todos los animales pueden alcanzar los niveles altos de producción.
3. Establecer con que productos se dispone para alimentar los animales.

Cuadro 9. Suplemento lb/vaca/día con *Panicum maximun* var. Tobiata para seis niveles de producción con 3.8% de grasa en la leche.

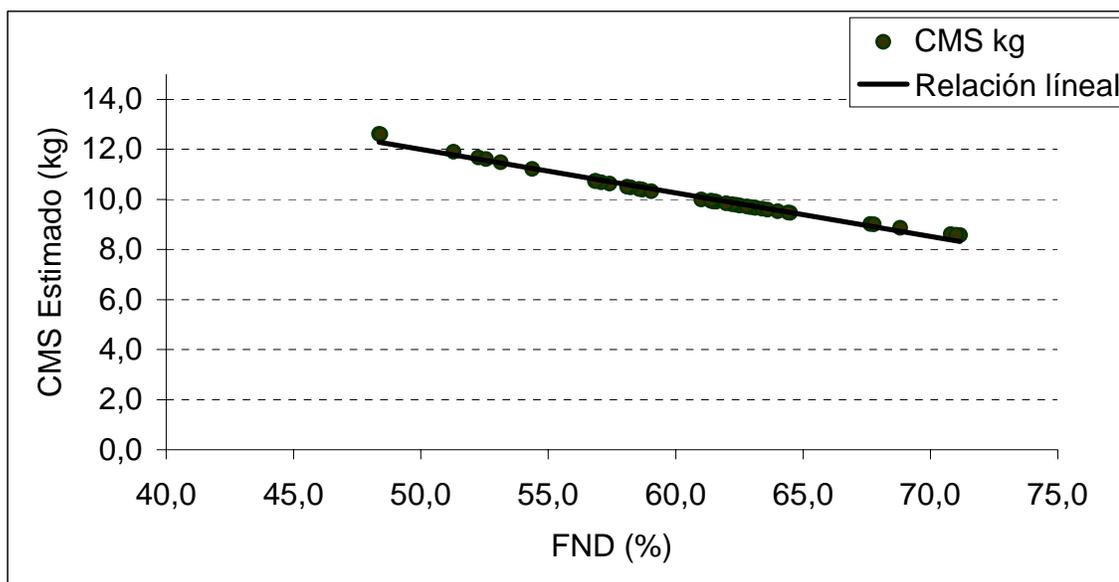
Dac	Suplemento lbs/vaca/día	Producción (L/vaca/día)												
		5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5		
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	0.8	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.5
		Concentrado	1.4		1.4		6.0		5.7		7.0		7.0	
		Maíz quebrado			1.4	2.1	2.4	3.5	5.5	3.5	6.3	6.2	9.2	7.6
		Harina de coquito				1.0		5.0		3.0		3.0		3.0
		Harina de soya				0.1		0.5		2.0		2.0		3.0
		Pulpa de naranja		17.0		17.0		17.0		17.0		17.0		17.0
	28	Grasa de sobrepaso	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	0.4	0.7	0.4	0.4	0.2	0.3
		Concentrado	3.7		3.6		3.6		3.0		4.0		5.0	
		Maíz quebrado		0.8	3.0	2.5	5.4	1.8	9.2	3.0	10.4	5.6	13.0	8.0
		Harina de coquito		1.7		3.0		3.0		3.0		3.0		3.0
		Harina de soya				0.7		2.0		3.0		3.2		4.0
		Pulpa de naranja		17.0		17.0		17.0		17.0		17.0		17.0
	35	Grasa de sobrepaso	0.3	0.4	0.2	0.5	0.3	0.7	0.2	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4
		Concentrado	2.5		3.0		2.5		3.0		4.0		4.0	
		Maíz quebrado	3.4		6.0	0.8	9.0	1.7	11.6	6.2	13.4	6.2	16.4	7.8
		Harina de coquito		3.0		3.0		3.0		3.0		3.0		3.0
		Harina de soya		0.9		2.0		3.0		4.3		4.3		5.2
		Pulpa de naranja		17.0		17.0		17.0		17.0		17.0		17.0
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso	0.5	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.6	1.0	0.9	1.0	0.4	1.0
		Concentrado	0.8		1.8		4.0		7.5		6.5		10.0	
		Maíz quebrado				1.5		3.5	1.0	4.9	2.0	6.5	3.5	8.0
		Harina de coquito				1.5		3.0		5.0		3.0		3.0
		Harina de soya							0.6		3.3		4.2	
		Pulpa de naranja		2.5		7.0		7.0		3.0		11.0		12.0
	28	Grasa de sobrepaso	0.9	1.0	0.4	1.0	0.3	1.0	0.5	1.0	0.6	1.0	0.4	1.0
		Concentrado	3.3		6.5		7.0		5.5		6.5		7.5	
		Maíz quebrado		2.7	1.5	2.3	4.2	2.5	7.7	4.5	9.0	6.0	11.5	7.5
		Harina de coquito		1.7		2.5		3.0		3.0		3.0		3.5
		Harina de soya				0.9		2.0		2.9		3.5		4.3
		Pulpa de naranja		3.0		12.5		17.0		15.0		17.0		17.0
	35	Grasa de sobrepaso	0.4	0.9	0.4	1.0	0.3	1.0	0.2	1.0	0.3	1.0	0.2	1.0
		Concentrado	3.0		3.3		3.5		4.0		4.0		4.5	
		Maíz quebrado	2.8	1.5	5.5	2.5	8.2	3.5	10.8	4.8	13.0	6.2	15.6	8.2
		Harina de coquito		2.0		2.0		3.0		3.0		3.0		2.0
		Harina de soya		1.0		2.0		2.8		3.8		4.5		5.6
		Pulpa de naranja		5.0		7.0		8.0		9.0		11.0		11.0

Dac: días a corte

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Efecto de la FND en el consumo de Materia Seca en pastos tropicales

En este estudio se encontraron valores de FND desde 48% en cortes tempranos (21 días) hasta 75% en pastos maduros (35 días), que coinciden con los reportados por Paredes (2001) quien encontró una relación directa entre la edad de corte y el contenido de FND y el rendimiento en los pastos *Digitaria eriantha* y *Panicum maximum*.



CMS: Consumo de materia seca.

Figura 1. Predicción de consumo de materia seca, según FND, en pastos tropicales con una vaca de 500 kg de peso vivo.

Existe una relación inversa entre el consumo de MS y el contenido de FND. West *et al.* (1999) encontraron que a medida que aumenta el contenido de FND disminuye la ingestión de MS debido a que hay un efecto de llenado del rumen producto de una lenta tasa de fermentación y digestión de la fibra comparada con alimentos no fibrosos (Figura1).

Efecto de la fertilización y de la edad de corte sobre la disponibilidad de nutrientes

Se estimó el consumo de MS en pastos tropicales y su aporte de nutrientes para llenar los requerimientos de PC y ENL en una vaca de 500 kg (promedio de 454 y 545 kg) (Figuras 2 y 3).

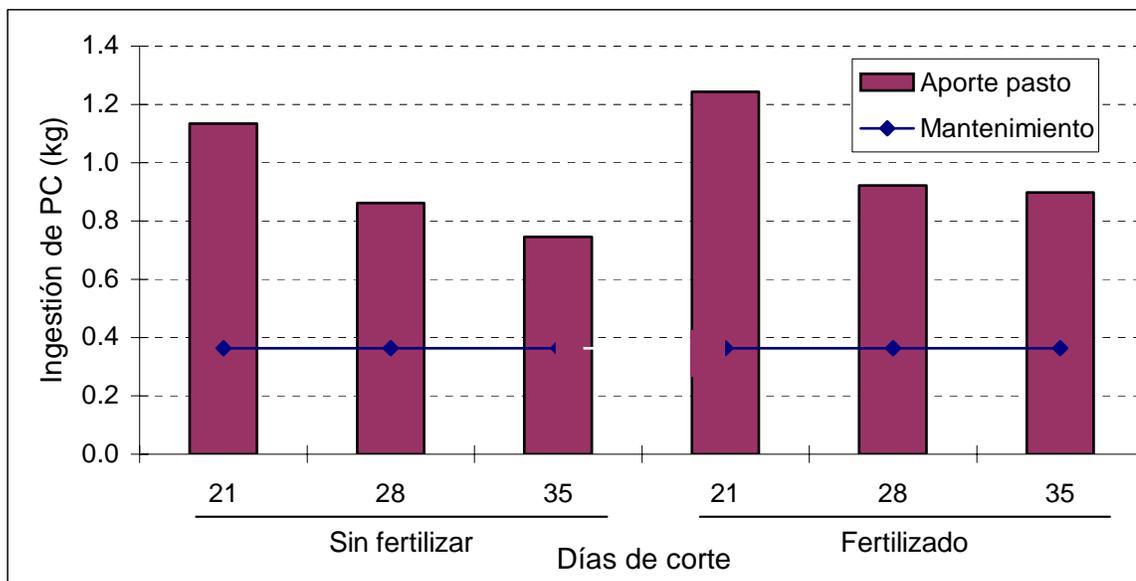


Figura 2. Efecto de la fertilización y la edad de corte sobre la disponibilidad de PC en pastos tropicales. La línea representa el requerimiento de mantenimiento.

El contenido de PC disminuye con la edad y es mayor en los pastos fertilizados lo que coincide con lo encontrado por Fernandez (1991) en *Cynodom nlemfuensis* y por Chandler *et al* (1984) en *Digitaria decumbens*. En resumen se puede decir que en todos los casos se observa un excedente de PC disponible para la producción de leche.(Figura 2).

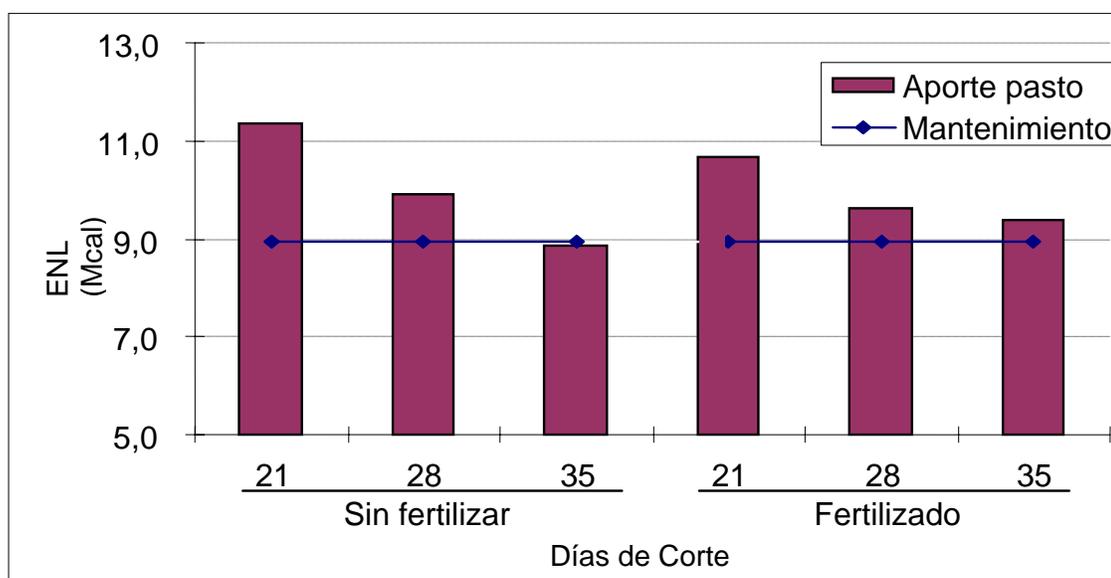


Figura 3. Efecto de la fertilización y la edad de corte sobre la disponibilidad de ENL en pastos tropicales. La línea representa el requerimiento de mantenimiento

El contenido de ENL disminuye igualmente con la edad y en la mayoría de los casos, solamente queda un pequeño remanente disponible para producción. Una alimentación a base exclusiva de forrajes tiene limitaciones para cubrir las demandas energéticas de la vaca en producción.

Esto evidencia que la mayor limitante en los pastos del trópico para producir leche es la energía, lo que hace necesaria la suplementación para desarrollar el potencial de producción del animal (Figura 3).

Efecto de la edad de corte en el contenido de FND y ENL

En promedio la FND es menos digerible que los carbohidratos no fibrosos y la concentración de FND en los alimentos o dietas tiene una correlación negativa con la concentración de energía. La composición química de la FND (proporción de celulosa, hemicelulosa y lignina) afecta su digestibilidad; por lo tanto alimentos con concentración similar de FND no serán necesariamente similares en el contenido de ENL (NRC 2002).

La disminución en el contenido de ENL como consecuencia del aumento en el contenido de FND se ilustra en la (Figura 4).

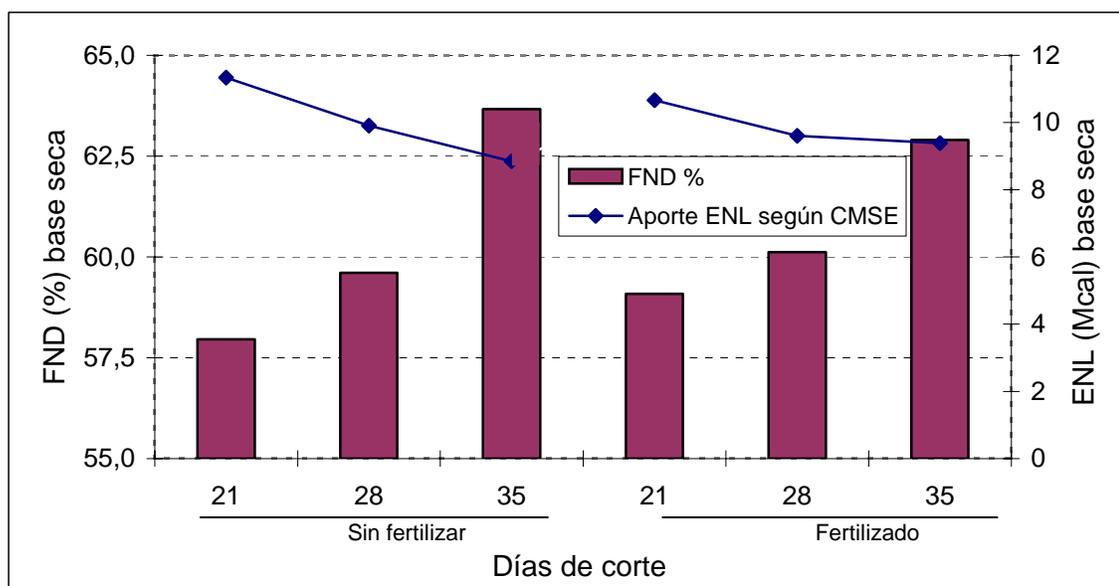


Figura 4. Efecto de la edad de corte en el contenido promedio de FND y aporte de ENL según consumo estimado en pasto fertilizado y no fertilizado, a tres edades de corte.

Efecto de la FND en los niveles de producción

Como se ha mencionado anteriormente, cuando aumenta el contenido de FND disminuye el consumo de materia seca y hay una menor disponibilidad de nutrientes para suplir las necesidades del animal. En las figura 5 y 6 se muestra la relación entre la FND y la disponibilidad de PC y ENL respectivamente, así como el potencial de producción en litros de leche.

Se observa que los mayores potenciales de producción se encuentran en los pastos de 21 y 28 días tanto fertilizados como sin fertilizar. Si bien el contenido de PC permitirá una producción hasta 10 litros, la energía es limitante para alcanzar estos niveles y se necesita un suplemento (Figuras 5 y 6).

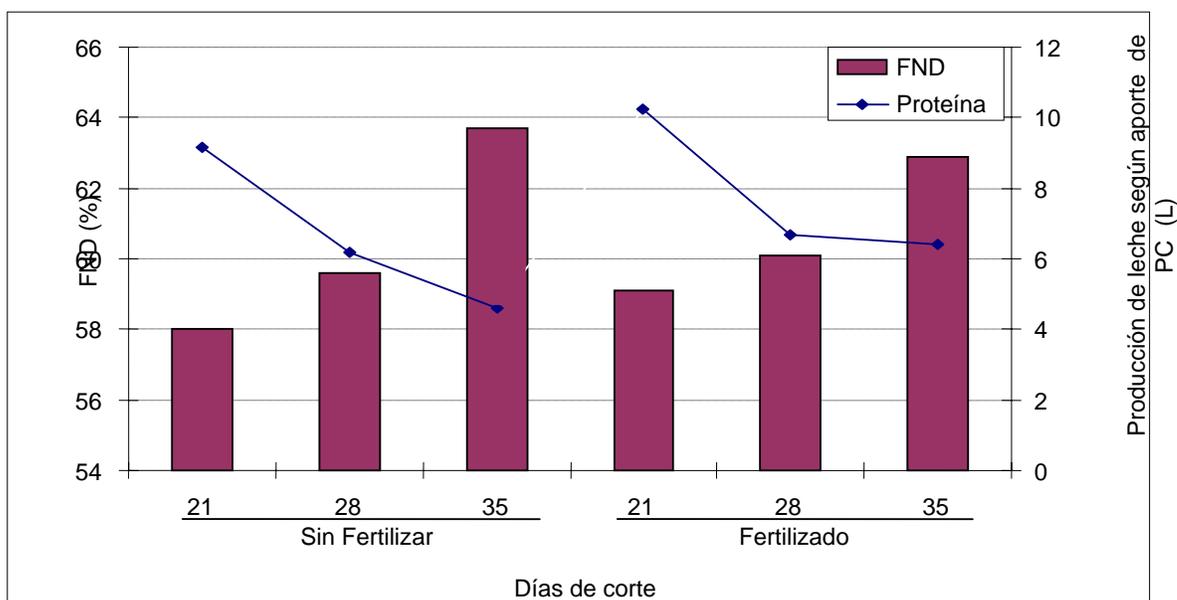


Figura 5. Producción de leche (L) según el aporte de PC dado por el consumo de MS con base en el porcentaje de FND con pastos tropicales fertilizados y sin fertilizar con tres edades de corte.

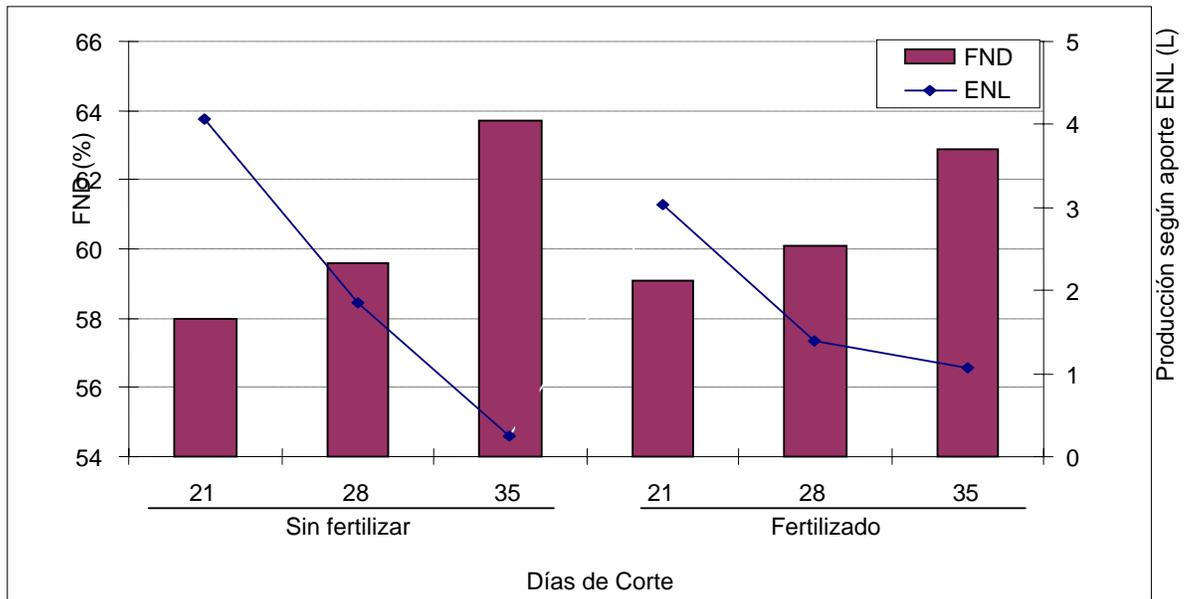
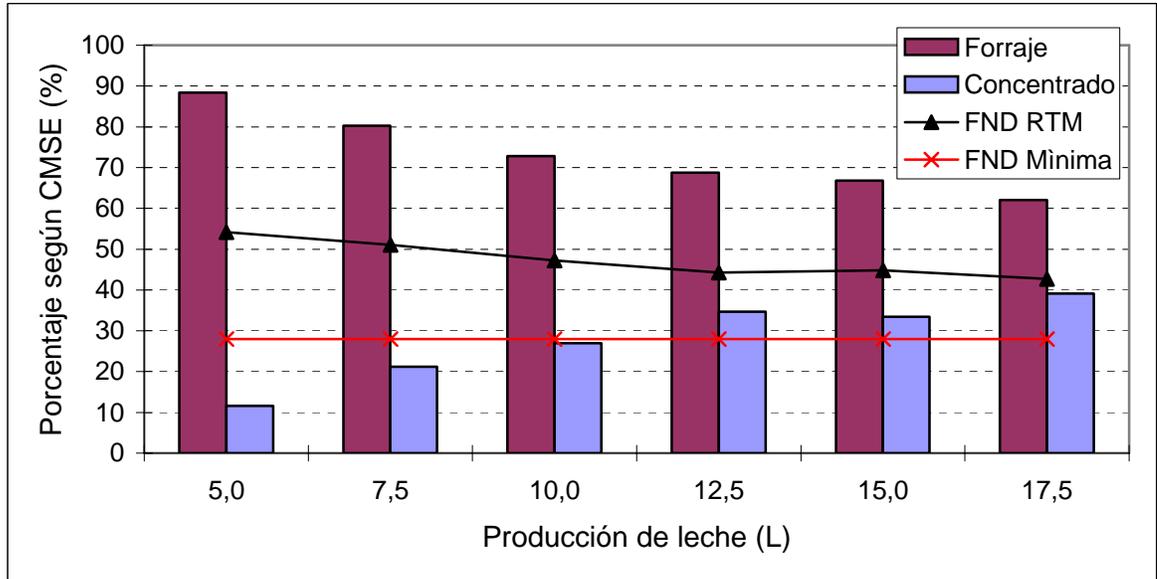


Figura 6. Producción de leche (L) según aporte de ENL dado por el consumo de MS con base en el porcentaje de FND con pastos de trópico húmedo fertilizados y sin fertilizar con tres edades de corte.

Porcentaje de la FND, relación forraje: concentrado y salud ruminal

Sin embargo, la suplementación tiene un limitante ya que en la dieta es necesaria una cantidad mínima de FND efectiva para inducir el proceso de la rumia. En la figura 7 se puede observar que a medida que se incrementa la producción la FND efectiva se acerca al límite mínimo requerido para mantener la salud ruminal y esto puede repercutir en problemas de salud del animal como acidosis y laminitis.



CMSE: consumo materia seca estimada RTM: ración total mezclada

Figura 7. Relación forraje concentrando, y contenido de FND consumida con su límite mínimo en la RMT para diferentes niveles de producción con pastos trópico húmedo.

CONCLUSIONES

Se diseñaron 14 cartillas tecnológicas para la suplementación con alimentos balanceados de igual número de pastos.

Se determinaron las necesidades de suplementación para seis niveles de producción de leche.

Se desarrollaron recomendaciones técnicas para la suplementación de pastos con alimentos balanceados para asegurar niveles de producción entre 5 y 17.5 L/vaca/día.

RECOMENDACIONES

Validar todas las cartillas tecnológicas en un escenario real.

Determinar el nivel de consumo en una finca de producción ya establecida. Caracterizar el pasto (FND y MS) y determinar el consumo posible.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists, US). 1990. Official Methods of Analysis. 13 ed. Washington, DC.

Aparicio, S. 2001. Evaluación de seis gramíneas y cuatro leguminosas forrajeras bajo dos regímenes de precipitación, en el valle del Aguan, departamento de Yoro, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero agrónomo, Zamorano, Honduras. 15 p.

Calzadilla, D. 1986. Efecto de dos niveles de suplementación sobre el comportamiento en pastoreo de vacas lecheras en el periodo lluvioso.

Castillo, J; Villareal, C. 2002. Evaluación de recursos alimenticios y simulación para la implementación del CNCPS en el trópico. Proyecto especial del programa de Ingeniero agrónomo, Zamorano, Honduras. 25 p.

Chacón, J. 2002. Efecto de fertilización de N P K y Ca en tres pastos tropicales en la costa atlántica de Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero agrónomo, Zamorano, Honduras. 12 p.

Chamberlain, A; Wilkinson, J. 2002. Alimentación de la vaca lechera. ACRIBIA S.A. Zaragoza, España. 318 p.

Chandler, V; Costas, C; Abruña, F; Silva, S. 1984. Effects of nitrogen fertilitation and frequency of cutting on the yield and composition of pangola grass in Puerto Rico, J. Agric. Univ. 45 p.

FAO.1997. Análisis de sistemas de producción animal. Tomo 1: las bases conceptuales. Consultado 2004-09-20. Consultado 14 de Septiembre de 2004. (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/004/W7451S/W7451S01.htm#ch1.3>

FAO. 2000. Cartillas tecnológicas. Consultado en 14 de Septiembre de 2004. (en línea). Disponible en: http://www.fao.org/DOCREP/V5290S/v5290s25.htm#P0_0

Fernández, D. 1991. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto estrella (*cynodon nlemfuensis*). Vol. 9(2). Estación Experimental Lara. Barquisimeto, Venezuela. 165-179.

Fox, D.G; Tylutki, T.P; Van amburg, M.E; Chase, L.E; Pell, A.N; Overton, T.R; Tedeschi, L.O; Rasmussen, C.N; Durbal, V.M. 2000. El sistema de carbohidratos y proteína neta para la evaluación de la nutrición del hato y excreción de nutrientes. (CNCPS versión 4.0 © 2000). Universidad de Cornell, Nueva York. 236 p.

Gallardo, N. 1990. Rendimiento y calidad de los pastos elefante *Pennisetum purpureum* Schumm, y guinea *Panicum maximum* Jacq, solos y en asociación con soya forrajera *Neonotonia wightii* Lackey, bajo condiciones de corte. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 69. p.

Garcés, M. 2001. Evolución agronómica de seis gramíneas y cuatro leguminosas forrajeras en terrenos anegados en el departamento de Atlántida. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, Zamorano, Honduras, 14p.

Hidalgo, J. 2004. Producción de materia seca y contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente del pasto *Brachiaria* híbrido Mulato en El Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 14 p.

INE. 2001. Dirección general de estadísticas y censos. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta agrícola nacional.

INFOAGRO. 2003. Agricultura Hondureña en cifras elaborado con datos del Banco Central de Honduras. Publicación número 6 año II. Consultado 19 septiembre de 2004. (en línea). Disponible en: <http://www.sag.gob.hn/pdf/COMP2003.pdf>

Krishnamoorthy, U. C; Sniffen, C. J ; Stern M. D.; Van soest, P. J. 1982. Evaluation of mathematical model of digesta and in vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen undegraded nitrogen content of feedstuffs. *Journal of Nutrition*. 50:555-587

Martínez, A. 2001. Comparación entre los cultivares Tobiatá y Tanzania del pasto guinea (*Panicum maximum*). Proyecto especial del programa de Ingeniero agrónomo, Zamorano, Honduras. 30 p.

McDowell, L.; Velásquez, P.; Valle, G. 1997. Deficiencias y toxicidades y su efecto en la producción de rumiantes en el trópico. Universidad de La Florida. Departamento de Zootecnia 3 ed. 86 p.

NRC. 2002. Washington D.C. National Academic Press. Seventh Revised Edition. 381 p. Mertens, 1994.

Núñez, C. 2001. Efecto de la fertilización química y orgánica sobre las propiedades físicas y químicas del suelo con pasto *Digitaria swasilandensis* en Atlántida, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero agrónomo, Zamorano, Honduras. 27 p

Paredes, J. 2001. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y tres edades de corte sobre la calidad de cuatro gramíneas forrajeras. Proyecto Especial del programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 13 p.

SMN 2004. Servicio meteorológico nacional de Honduras. Clima general de Honduras. Consultado el 20 junio 2004. (En línea). Disponible en:
<http://www.smn.gob.hn/Clima%20General.htm>

Pell, A.N. and Schofield, P. 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. *Journal of Dairy Science*. 76:1063-1073

Van Soest, P. J. Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3538-3556.

Vélez, M. Hincapié, J.; Matamoros, I.; Santillán, R. 2002. Producción de ganado lechero en el trópico. 4 ed. Zamorano Academia Press. Zamorano, Honduras.

West, S; Peterson, R; Woodhouse, W. 1999. Factors Affecting Pasture Intake and Total Dry Matter Intake in Grazing Dairy Cows . *Journal of Dairy Science* vol. 82. no.11.

Anexo 1. Suplemento lb/vaca/día con *Andropogon gayanus* trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

	DAC	SUPLEMENTOS lbs/vaca/día	PRODUCCIÓN (LITROS/VACA/DÍA)											
			5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5	
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso Concentrado	1.10	0.70	1.10	1.10	0.90	0.40	0.80	0.70	0.80	0.48	0.70	1.00
		Maíz quebrado	2.60	4.20	4.70	2.80	7.40	9.80	7.30	6.00	9.50	9.00	9.40	6.00
		Harina de coquito				3.00		1.00		2.00		3.00		3.00
		Harina de soya										1.00		1.50
		Semolina de arroz										4.80		5.00
		Grasa de sobrepaso Concentrado	1.00	1.10	1.10	1.10	0.83	1.00	0.75	1.10	0.75	0.90	0.72	1.10
	Maíz quebrado	3.39	2.00	5.65	3.00	8.46	6.00	8.60	4.00	10.67	7.40	10.53	8.50	
	Harina de coquito								3.00		3.00		1.50	
	Harina de soya						0.50		1.40		1.20		2.50	
	Semolina de arroz		2.00		3.50		3.00		5.00		5.00		5.00	
	35	Grasa de sobrepaso Concentrado	0.91	0.75	0.88	0.84	0.84	1.00	0.81	1.10	0.74	1.10	0.73	0.93
		Maíz quebrado	1.40		4.35		7.30		10.30		11.60		14.56	
		Harina de coquito	1.81	1.30	1.83		2.05	1.10	2.10	2.50	3.42	5.00	3.45	6.53
		Harina de soya		2.13		3.00		3.00		2.00		1.00		2.00
		Semolina de arroz		2.00		5.00		5.00		5.00		4.00		5.00
		Grasa de sobrepaso Concentrado	1.10	1.10	1.10	1.10	0.99	0.92	0.81	1.00	0.75	1.00	0.72	1.00
	21	Maíz quebrado		2.00		1.70	4.55	3.60	5.48	2.00	7.41	4.40	7.34	5.20
		Harina de coquito								2.00		2.00		2.00
Harina de soya									1.00		1.00		2.00	
Semolina de arroz							2.00		5.00		4.00		5.00	
Grasa de sobrepaso Concentrado		1.00	1.10	0.91	0.40	0.84	1.10	0.80	0.92	0.75	0.95	0.74	0.97	
Maíz quebrado		2.70	2.00	3.30	4.00	3.57	1.00	3.65	3.40	5.10	5.00	5.07	6.50	
28	Harina de coquito				0.95		2.00		2.00		2.00		2.00	
	Harina de soya						1.50		2.20		2.50		3.50	
	Semolina de arroz				3.60		4.00		5.00		5.00		5.00	
	Grasa de sobrepaso Concentrado	0.92	0.50	0.89	0.81	0.83	0.95	0.81	0.90	0.77	0.94	0.73	1.00	
	Maíz quebrado	2.30		5.15		8.10		11.00		12.50		15.40		
	Harina de coquito	0.78	2.00	0.95		1.18	1.00	1.31	3.00	2.26	4.50	2.45	5.80	
35	Harina de soya		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00	
	Semolina de arroz		2.50		5.00		5.00		5.00		5.00		5.00	

DAC: días a corte

Anexo 2. Suplemento lb/vaca/día con *Digitaria eriantha* trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

	DA C	SUPLEMENTOS lbs/vaca/día	PRODUCCIÓN (LITROS/VACA/DÍA)										
			5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	0.60	0.61	0.35	0.61	0.67	0.62	0.72	0.63	0.55	0.65	0.58
		Concentrado	3.40	6.34		9.30		12.30		14.40		17.30	
		Maíz quebrado	1.00					1.50		3.37		5.00	
		Harina de coquito	2.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya			1.45		2.65		3.60		4.10		5.00
		Semolina de arroz	4.00		5.00		5.00		5.00		5.00		5.00
	28	Grasa de sobrepaso	0.43	0.43	0.41	0.45	0.63	0.46	0.65	0.45	0.86	0.47	0.91
		Concentrado	5.62	8.50		11.40		12.20		16.70		19.52	
		Maíz quebrado	2.00				0.73		2.28		2.31		3.73
		Harina de coquito	1.00		1.00		0.50		0.50		0.50		0.50
		Harina de soya	1.15		2.31		3.50		4.40		5.42		6.35
		Semolina de arroz	3.00		5.00		5.00		5.00		5.00		5.00
	35	Grasa de sobrepaso	0.22	0.25	0.18	0.27	0.50	0.30	0.85	0.25	0.85	0.27	0.90
		Concentrado	5.00	7.85		10.80		13.60		16.00		18.90	
		Maíz quebrado									0.82		2.26
		Harina de coquito	0.50		0.50		0.50		0.50		0.50		0.50
		Harina de soya	1.00		2.20		3.40		4.60		5.45		6.35
		Semolina de arroz	4.30		5.00		5.00		5.00		5.00		5.00
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso	0.49	0.50		0.52	0.45	0.53	0.80	0.54	0.82	0.54	1.00
		Concentrado	2.15	5.15		8.15		11.15		13.00		16.00	
		Maíz quebrado			1.50						0.50		1.50
		Harina de coquito	0.50		0.50		1.00		1.00		1.50		1.50
		Harina de soya			1.00		2.20		3.40		4.00		5.00
		Semolina de arroz	4.00		4.00		5.00		5.00		5.00		5.00
	28	Grasa de sobrepaso	0.56	0.58	0.31	0.58	0.68	0.60	0.95	0.60	0.87	0.62	0.87
		Concentrado	3.60	6.52		9.50		12.40		14.60		17.50	
		Maíz quebrado	2.00						0.26		2.41		4.21
		Harina de coquito	1.50		1.50		1.00		1.00		1.00		0.50
		Harina de soya	0.25		1.40		2.72		3.90		4.50		5.50
		Semolina de arroz	2.50		5.00		5.00		5.00		4.00		4.00
	35	Grasa de sobrepaso	0.21	0.25	0.22	0.27	0.55	0.29	0.85	0.25	0.91	0.28	0.90
		Concentrado	4.90	7.70		10.60		13.50		15.40		18.70	
		Maíz quebrado							0.47		1.00		2.70
		Harina de coquito	0.50		2.00		2.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya	1.12		2.00		3.20		4.50		5.40		6.25
		Semolina de arroz	4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00

DCA: días a corte.

Anexo 3. Suplemento lb/vaca/día con *Cynodon nlemfuensis* trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

	DAC	SUPLEMENTOS lbs/vaca/día	PRODUCCIÓN (LITROS/VACA/DÍA)											
			5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5	
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	1.10	1.00	0.86	1.15	0.82	1.00	0.80	0.90	0.75	0.90	0.71	0.90
		Concentrado			0.56		3.80		6.80		7.48		10.60	
		Maíz quebrado	5.90	4.00	7.46	4.00	7.25	3.76	7.17	6.00	9.31	8.18	9.23	10.00
		Harina de coquito						1.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya				0.50		1.20		2.00		2.20		3.15
		Semolina de arroz				1.15		4.00		4.00		4.00		4.00
	28	Grasa de sobrepaso	0.94	0.80	0.88	0.10	0.85	0.95	0.80	0.92	0.74	0.92	0.73	0.90
		Concentrado	0.50		3.20		6.20		9.20		10.40		13.40	
		Maíz quebrado	4.23	3.20	4.41	1.00	4.42	3.24	4.47	4.87	6.15	6.90	6.00	8.57
		Harina de coquito				1.00		0.50		0.50		0.50		0.50
		Harina de soya				1.00		1.90		2.80		3.15		4.10
		Semolina de arroz		1.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00
	35	Grasa de sobrepaso	0.93	0.85	0.88	0.98	0.83	0.95	0.80	0.94	0.73	0.95	0.72	0.90
		Concentrado	2.15		5.00		8.00		10.85		12.25		15.25	
		Maíz quebrado	3.57	0.86	3.67	1.84	3.74	3.70	3.81	5.38	5.50	7.30	5.33	9.15
Harina de coquito			0.50		0.50									
Harina de soya			0.50		1.50		2.50		3.40		3.90		4.75	
Semolina de arroz			4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00	
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso	0.92	0.50	0.88	0.75	0.83	0.95	0.80	0.95	0.75	0.92	0.73	0.90
		Concentrado	2.70		5.60		8.50		11.30		13.00		15.85	
		Maíz quebrado	0.26		0.47		0.74	0.64	0.95	2.32	1.77	3.91	1.97	5.62
		Harina de coquito				1.00		1.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya		0.40		1.40		2.50		3.40		3.90		4.80
		Semolina de arroz		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00
	28	Grasa de sobrepaso	1.10	1.10	0.88	1.00	0.82	0.95	0.79	0.95	0.75	0.90	0.71	0.87
		Concentrado			1.35		4.50		7.50		8.30		11.40	
		Maíz quebrado	4.50	2.00	6.26	1.82	6.27	3.60	6.19	5.29	8.15	7.49	8.09	9.25
		Harina de coquito				1.00		1.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya				0.40		1.30		2.20		2.45		3.35
		Semolina de arroz		1.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00
	35	Grasa de sobrepaso	0.92	0.90	0.87	0.95	0.83	0.95	0.80	0.98	0.75	0.88	0.73	1.00
		Concentrado	2.10		5.00		7.90		10.80		12.30		15.30	
		Maíz quebrado	3.80	0.50	3.86	1.77	3.93	3.45	3.96	5.13	5.49	7.43	5.44	8.90
Harina de coquito			1.00		1.00		1.00		0.50		1.00			
Harina de soya			0.50		1.45		2.35		3.35		3.65		4.80	
Semolina de arroz			4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00	

DAC: días a corte.

Anexo 4. Suplemento lb/vaca/día con *Hyparrhenia rufa* trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

	DAC	SUPLEMENTOS lbs/vaca/día	PRODUCCIÓN (LITROS/VACA/DÍA)											
			5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5	
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	0.93	0.70	0.89	0.35	0.55	0.20	0.51	1.10	0.77	0.95	0.75	1.00
		Concentrado					4.50		7.50		9.50		12.50	
		Maíz quebrado		1.50	0.28	2.50	2.55	3.20	2.79	1.00	1.50	1.93	1.64	3.50
		Harina de coquito				2.00		2.00		2.00		2.00		2.00
		Harina de soya						0.68		2.50		2.70		3.60
		Semolina de arroz				2.00		5.00		4.00		5.00		5.00
	28	Grasa de sobrepaso	0.83	0.68	0.82	0.30	0.82	1.00	0.81	1.00	0.80	1.00	0.74	0.95
		Concentrado	3.15		6.00		9.00		11.95		13.70		16.50	
		Maíz quebrado		1.00		2.20		1.00	0.70	1.70	0.64	3.20	0.99	5.20
		Harina de coquito		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00
		Harina de soya		0.50		0.86		2.50		3.50		4.00		4.80
		Semolina de arroz		1.50		5.00		4.00		5.00		5.00		5.00
	35	Grasa de sobrepaso	0.11		0.13		0.15	0.10	0.20	0.50	0.12	0.55	0.15	0.87
		Concentrado	2.20		5.20		8.25		11.20		13.10		16.10	
		Maíz quebrado												
Harina de coquito			2.00		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00	
Harina de soya			0.50		1.10		2.00		3.30		4.00		5.20	
Semolina de arroz			1.00		3.00		5.00		4.80		5.00		5.00	
Fertilizado	35	Grasa de sobrepaso	0.85	0.55	0.83	0.25	0.82	0.80	0.81	0.90	0.75	0.98	0.74	1.00
		Concentrado	1.60		4.63		7.70		10.70		12.10		15.05	
		Maíz quebrado				0.50			0.90	0.50	0.93	1.12	1.00	3.00
		Harina de coquito		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00
		Harina de soya				0.50		2.00		3.00		3.50		4.50
		Semolina de arroz		1.00		5.00		4.00		5.00		5.00		4.60

DAC: días a corte

Anexo 5. Suplemento lb/vaca/día con *Panicum maximum* var Tobiatá trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

	DAC	SUPLEMENTOS lbs/vaca/día	PRODUCCION (LITROS/VACA/DIA)											
			5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5	
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	0.3	0.9	0.9	0.5	0.9	0.9	0.8	1.0	0.6	0.9	0.8	0.9
		Concentrado	0.9		3.0		6.4		9.3		10.0		13.4	
		Maíz quebrado	1.7		1.4	1.2	1.8		1.9	1.5	4.2	3.4	3.2	4.8
		Harina de coquito		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0
		Harina de soya				0.5		1.8		2.7		3.0		4.0
		Semolina de arroz		0.8		4.0		5.0		5.0		5.0		5.0
	28	Grasa de sobrepaso	0.9	0.5	0.9	0.8	0.9	1.0	0.8	1.0	0.7	0.9	0.8	0.9
		Concentrado	3.0		6.0		8.8		11.7		13.0		16.4	
		Maíz quebrado	0.9	0.7	0.7		1.1	0.6	1.2	2.3	3.1	4.0	2.0	5.6
		Harina de coquito				1.0		1.0		1.0		1.0		1.0
		Harina de soya		0.5		1.5		2.6		3.5		4.0		4.9
		Semolina de arroz		4.0		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0
	35	Grasa de sobrepaso	0.9	0.4	0.9	0.7	0.9	1.0	0.8	0.9	0.8	0.9	0.6	0.9
		Concentrado	4.3		7.2		10.1		12.9		14.8		17.2	
		Maíz quebrado							0.3	2.2	1.1	3.8	2.2	5.4
		Harina de coquito		1.0		1.0		1.5		1.0		1.0		1.0
		Harina de soya		0.6		1.8		2.9		3.8		4.4		5.3
		Semolina de arroz		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0
21	Grasa de sobrepaso	1.1	0.7	0.9	0.4	0.8	0.5	0.8	0.4	0.7	0.4	0.8	0.6	
	Concentrado	0.2		2.0		5.0		8.2		9.0		4.0		
	Maíz quebrado	1.0	0.9	2.9	4.0	3.2	1.6	2.9	3.6	4.5	5.0	12.3	5.7	
	Harina de coquito						2.0		2.0		2.0		2.0	
	Harina de soya						0.8		1.7		2.0		3.1	
	Semolina de arroz		1.0		1.0		5.0		5.0		5.0		5.0	
28	Grasa de sobrepaso	0.9	0.5	0.9	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7	0.8	0.6	0.8	0.6	
	Concentrado	1.2		4.3		7.0		10.1		11.4		13.9		
	Maíz quebrado	2.6	0.4	2.5	0.4	3.3	3.0	2.8	4.4	4.2	6.3	4.2	7.9	
	Harina de coquito		1.0		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
	Harina de soya				0.8		1.8		2.7		3.1		4.0	
	Semolina de arroz		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0	
35	Grasa de sobrepaso	0.9	0.5	0.9	0.7	0.9	0.7	0.8	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7	
	Concentrado	3.4		6.3		9.2		11.9		13.7		16.5		
	Maíz quebrado	1.3	0.2	1.3	1.0	1.5	2.7	1.8	4.6	2.9	6.3	3.0	7.9	
	Harina de coquito		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
	Harina de soya		0.5		1.5		2.4		3.2		3.8		4.9	
	Semolina de arroz		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0		5.0	

DAC: días a corte

Anexo 6. Suplemento lb/vaca/día con *Pennisetum purpureum* trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

	DAC	SUPLEMENTOS lbs/vaca/día		PRODUCCIÓN (LITROS/VACA/DÍA)										
				5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5
Sin fertilizar	28	Grasa de sobrepaso	1.10		1.10	0.75	0.95	0.35	0.92	1.00	0.87	0.87	0.83	0.90
		Concentrado					2.15		5.40		4.94		8.90	
		Maíz quebrado	1.25	2.00	2.00	2.00	3.35	3.50	3.30	1.40	5.60	3.20	4.90	4.00
		Harina de coquito						1.28		2.00		2.00		2.00
		Harina de soya								1.50		1.50		2.50
		Semolina de arroz		2.00		2.00		3.50		4.00		4.00		5.00
	42	Grasa de sobrepaso	1.00		1.00	0.65	0.98	1.00	0.90	0.98	0.85	1.00	0.85	0.78
		Concentrado	4.35		7.20		10.15		12.82		14.70		17.50	
		Maíz quebrado		2.10		0.40		1.20	0.46	2.09	1.39	3.70	1.50	5.70
		Harina de coquito		2.00		2.00		2.00		2.00		2.50		1.00
		Harina de soya				1.50		2.70		3.60		4.30		5.00
		Semolina de arroz		5.00		5.00		4.00		5.00		5.00		6.00
	56	Grasa de sobrepaso	0.86	0.54	0.87	0.75	0.85	0.95	0.85	0.93	0.87	0.92	0.83	0.88
		Concentrado	4.10		7.00		10.00		12.90		14.90		17.80	
		Maíz quebrado						0.46		2.25	0.36	3.75	0.57	5.47
		Harina de coquito												
		Harina de soya		0.90		2.00		3.10		3.95		4.55		5.45
		Semolina de arroz		4.00		5.00		5.00		5.00		5.00		5.00
Fertilizado	28	Grasa de sobrepaso	1.10	1.00	0.98	0.98	0.95	0.90	0.91	0.95	0.87	0.90	0.82	0.92
		Concentrado			1.20		4.35		7.40		8.20		11.30	
		Maíz quebrado	2.26	0.80	2.00		2.10		2.20	1.50	3.50	2.40	3.62	4.00
		Harina de coquito										2.00		2.00
		Harina de soya				0.40		1.25		2.20		2.20		3.20
		Semolina de arroz				2.10		5.00		5.00		5.00		5.00
	42	Grasa de sobrepaso	0.73	0.38	0.72	0.47	0.72	0.62	0.73	0.85	0.78	0.90	0.78	0.92
		Concentrado	4.10		7.10		10.00		12.90		15.10		18.00	
		Maíz quebrado		1.00				1.00		1.68		3.55		4.40
		Harina de coquito		2.00		2.00		2.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya		0.65		1.50		2.50		3.81		4.55		5.40
		Semolina de arroz		2.00		5.00		5.00		5.00		4.00		5.00
	56	Grasa de sobrepaso	0.92	0.31	0.90	0.42	0.90	0.88	0.80	0.94	0.78	0.90	0.73	0.92
		Concentrado	2.30		5.30		8.30		11.00		12.60		15.50	
		Maíz quebrado		0.40		1.20			0.65	1.17	1.31	2.62	1.60	4.28
		Harina de coquito		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya				1.00		2.30		3.25		3.75		4.65
		Semolina de arroz		3.55		4.00		4.80		5.00		5.00		5.00

DAC: días a corte

Anexo 7. Suplemento lb/vaca/día con *Pennisetum purpureum* trópico seco para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

	DAC	SUPLEMENTOS lbs/vaca/día	PRODUCCIÓN (LITROS/VACA/DÍA)											
			5.0		7.5		10.0		12.5		15.0		17.5	
Sin fertilizar	28	Grasa de sobrepaso	1.10	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	0.95	0.90	1.10	1.10	0.70	0.95
		Concentrado							0.20				2.38	
		Maíz quebrado	1.50	1.50	1.90	1.90	4.30	4.30	8.50	5.30	8.50	8.50	12.30	9.60
		Harina de coquito												0.80
		Harina de soya												0.80
		Semolina de arroz								3.00				1.62
	42	Grasa de sobrepaso	1.00	1.00	0.88	0.95	0.84	0.90	0.80	0.95	0.77	0.87	0.72	0.90
		Concentrado			2.50		5.50		8.50		9.50		12.55	
		Maíz quebrado	2.10	2.10	3.98	0.50	4.05	2.40	4.09	3.87	5.59	5.94	5.66	7.40
		Harina de coquito				1.00		1.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya				0.70		1.60		2.55		2.80		3.75
		Semolina de arroz				4.00		4.00		4.00		4.00		4.00
56	Grasa de sobrepaso	1.00	1.00	1.15	1.15	1.15	1.15	0.79	1.10	0.75	0.90	0.70	1.00	
	Concentrado							2.22		2.00		5.30		
	Maíz quebrado	2.86	2.86	5.60	5.60	7.00	7.00	10.48	5.46	13.25	9.17	13.07	9.89	
	Harina de coquito								0.74		1.00		1.00	
	Harina de soya								1.00		1.00		1.70	
	Semolina de arroz								4.00		4.00		4.00	
Fertilizado	28	Grasa de sobrepaso			1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.15	1.00	1.15	0.80	0.98
		Concentrado											1.60	
		Maíz quebrado	3.00	3.00	7.90	7.90	8.00	8.00	8.15	3.30	10.32	5.00	11.49	8.72
		Harina de coquito												0.50
		Harina de soya								0.40				0.50
		Semolina de arroz										3.00		1.82
	42	Grasa de sobrepaso	1.10	1.10	1.10	1.10	0.84	0.60	0.80	0.95	0.75	1.00	0.72	1.00
		Concentrado					3.25		6.40		7.00		10.15	
		Maíz quebrado	0.40	0.40	4.00	4.00	4.79	4.00	4.84	2.97	6.50	4.59	6.45	6.27
		Harina de coquito						1.00		1.00		1.00		1.00
		Harina de soya						0.43		1.75		2.15		3.10
		Semolina de arroz						4.50		4.00		4.00		4.00
56	Grasa de sobrepaso	0.95	0.67	0.88	0.92	0.85	1.05	0.80	1.05	0.75	1.00	0.72	1.10	
	Concentrado	0.20		3.10		6.10		9.10		10.80		13.20		
	Maíz quebrado	2.61		2.88		2.78	0.99	3.10	2.70	4.45	1.14	4.53	6.12	
	Harina de coquito		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
	Harina de soya		3.35		0.86		1.90		2.80		3.15		4.10	
	Semolina de arroz		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00	

DAC: días a corte

Anexo 8. Suplemento lb/vaca/día con *Brachiaria decumbens* trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

SUPLEMENTOS DAC lbs/vaca/día		Producción litros por día												
		5,0		7,5		10,0		12,5		15,0		17,5		
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso Concentrado					6,0	1,0	0,7		0,9	1,0	0,9	
		Maíz quebrado			1,9		4,5		2,5			4,4	1,8	
		Harina coquito				1,0	1,0		1,5		2,0		1,4	
		Harina de soya							1,0		0,5		0,4	
		Pulpa de naranja				1,5	1,5		3,0		3,0		4,5	
	28	Grasa de sobrepaso Concentrado	0,5	0,5	1,0	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8
		Maíz quebrado	0,7		2,4	0,6	3,7	1,2	3,8	2,1	5,5	2,5	5,9	3,0
		Harina coquito				0,6		1,3		1,5		1,5		2,0
		Harina de soya						1,0		2,0		2,3		3,4
		Pulpa de naranja		3,0		4,0		5,0		5,5		7,0		7,5
	35	Grasa de sobrepaso Concentrado	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,8	0,4	0,9	0,4		0,3
		Maíz quebrado	2,8	0,8	4,8	1,2	5,5	1,5	1,8	2,2	2,2	3,0	3,2	3,5
		Harina coquito				1,5		1,6		2,0		2,5		3,0
		Harina de soya				0,6		1,8		2,7		3,0		4,0
		Pulpa de naranja		4,0		5,3		6,0		7,0		8,0		9,0
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso Concentrado	0,5		0,5	0,4	0,6	0,3	0,8	0,4	0,8	0,5	0,7	0,1
		Maíz quebrado	0,4		2,9		5,2	1,5	4,5	1,5	6,0	1,7	6,5	2,1
		Harina coquito						1,9		2,0		2,0		2,5
		Harina de soya								1,2		1,4		2,5
		Pulpa de naranja				4,0		5,0		6,0		7,0		10,0
	28	Grasa de sobrepaso Concentrado	0,5	0,3	1,0	0,5	1,0	0,9	0,9	0,6	1,0	0,6	0,8	0,4
		Maíz quebrado	1,4		2,0		4,5	0,8	4,5	1,7	7,7	1,7	9,3	2,3
		Harina coquito						0,8		1,5		1,5		2,0
		Harina de soya								1,0		1,1		2,2
		Pulpa de naranja		2,5		4,5		4,5		6,5		8,0		10,0

DAC: días a corte

Anexo 9. Suplemento lb/vaca/día con *Panicum maximum* var Toledo trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

SUPLEMENTOS		Producción litros por día												
		5,0		7,5		10,0		12,5		15,0		17,5		
DAC	lbs/vaca/día													
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	0,5		1,0	0,5	1,0	0,7	0,9	0,5	0,9	0,6	0,8	0,5
		Concentrado					3,9		2,0		1,3		5,0	
		Maíz quebrado	0,8	0,4	1,2		3,9	1,6	2,0	2,0	1,3	1,5	5,0	2,6
		Harina coquito						1,0		1,5		1,5		2,0
		Harina de soya								1,1		1,3		2,3
		Pulpa de naranja		2,8		4,2		4,0		6,0		7,5		8,5
	28	Grasa de sobrepaso	0,8	0,5	1,0	0,5	1,0	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,9	0,4
		Concentrado			3,1		6,0		8,5		10,0		13,0	
		Maíz quebrado	2,5		1,5	1,5	1,5	2,0	2,6	3,0	3,0	3,0	2,8	4,5
		Harina coquito				1,0		1,5		2,5		2,5		3,0
		Harina de soya				0,8		1,7		3,1		3,1		4,0
		Pulpa de naranja		4,0		4,0		6,0		8,0		8,0		7,0
	35	Grasa de sobrepaso	0,5	0,5	0,9	0,4	0,9	0,4	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,5
		Concentrado			1,6		4,6		7,5		8,5		11,5	
		Maíz quebrado	3,0		2,7	1,0	2,7	1,5	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5
		Harina coquito				1,0		1,5		2,0		2,5		3,0
		Harina de soya				0,5		1,5		2,3		2,6		3,7
		Pulpa de naranja		3,5		4,5		5,5		6,0		7,0		6,5
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso			1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,4	1,0	0,4	0,9	0,4
		Concentrado					3,3	1,2	6,0	2,1	7,4	3,0	9,5	3,7
		Maíz quebrado	2,4		1,0									
		Harina coquito				0,5		1,0		1,5		2,0		2,7
		Harina de soya						0,5		1,5		1,6		2,6
		Pulpa de naranja		2,7		5,5		6,0		7,0		7,5		8,5
	28	Grasa de sobrepaso	0,5	0,2	1,0	0,5	1,0	0,5	0,9	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4
		Concentrado					1,0		3,5		3,0		6,5	
		Maíz quebrado	2,5		2,6		4,5	1,2	5,5	2,1	7,9	3,0	7,5	3,7
		Harina coquito				0,5		1,0		1,5		2,0		2,7
		Harina de soya						0,5		1,5		1,6		2,6
		Pulpa de naranja		4,0		5,5		6,0		7,0		7,5		8,5
	35	Grasa de sobrepaso	0,6	0,3	0,5	0,2	0,5	0,2	0,8		0,9	0,1	0,8	0,5
		Concentrado			1,0		4,0		8,5		9,5		12,5	
		Maíz quebrado	3,0		5,0	1,0	5,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,2	3,0	3,0
		Harina coquito		1,0		1,5		2,0		2,5		3,0		3,5
		Harina de soya				0,6		1,5		2,4		2,8		4,0
		Pulpa de naranja		4,0		5,5		6,0		7,3		8,0		8,0

DAC: días a corte

Anexo 10. Suplemento lb/vaca/día con *Pennisetum purpureum* var Enano trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

SUPLEMENTOS		Producción litros por día										
		DAC	lbs/vaca/día	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5			
Sin fertilizar	32	Grasa de sobrepaso Concentrado		0,6	0,5	0,4	1,0	0,6	1,0	0,9	1,0	0,6
		Maíz quebrado		2,0	1,7		2,2		2,9		5,5	2,0
		Harina coquito										1,0
		Harina de soya										0,4
		Pulpa de naranja			1,5	3,0		5,0		4,0		6,0
		Grasa de sobrepaso Concentrado			0,5	0,2	1,0	0,7	1,0	0,8	1,0	0,9
	35	Maíz quebrado	1,7	2,4	2,7		5,4	1,5	6,5	1,0	8,3	2,5
		Harina coquito						1,0		1,0		1,5
		Harina de soya						0,5		0,6		1,6
		Pulpa de naranja	2,0	4,0	5,0		5,0		6,3			7,5
		Grasa de sobrepaso Concentrado			0,4				0,4		0,4	
		Maíz quebrado		2,0	3,8		3,0	1,0	7,8	1,4	11,0	3,0
Fertilizado	32	Harina coquito		0,6	1,0		2,0		2,0		2,8	
		Harina de soya			1,1		2,0		2,4		3,2	
		Pulpa de naranja		2,4	4,3		5,0		5,0		5,1	
		Grasa de sobrepaso Concentrado		0,5	0,5	0,5		0,8		0,8		0,8
		Maíz quebrado	1,0	1,9	2,5	2,0	6,4	2,0	6,8	1,0	2,5	10,0
		Harina coquito				1,0		1,0		1,1		1,5
	35	Harina de soya			0,9		1,8		2,0		3,0	
		Pulpa de naranja	1,0	1,8	4,4		5,9		6,4		7,0	

DAC: días a corte

Anexo 11. Suplemento lb/vaca/día con *Digitaria swazilandensis* trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

SUPLEMENTOS		Producción litros por día												
		5,0	7,5		10,0		12,5		15,0		17,5			
ζz	DAC	lbs/vaca/día												
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso			0,4	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	
		Concentrado		0,7		2,5		3,9		3,5		4,0		
		Maíz quebrado					1,6	4,0	2,5	7,4	3,0	7,9	4,0	
		Harina coquito					1,4		1,0		1,5		2,5	
		Harina de soya					1,6		1,6		1,8		1,7	
		Pulpa de naranja			1,0		2,3		2,5		3,0		3,0	
	28	Grasa de sobrepaso			0,4		0,2		0,3		0,3		0,5	
		Concentrado	2,5		2,8		3,2		4,0		3,0			
		Maíz quebrado	1,0	1,2	3,7	1,5	6,4	2,5	9,0	3,5	11,0	3,5	4,0	
		Harina coquito		1,5		0,9		1,3		2,0		2,0	2,5	
		Harina de soya		1,4		1,5		2,3		3,2		3,9	4,9	
		Pulpa de naranja		2,0		1,5		3,0		3,0		4,0	4,0	
	35	Grasa de sobrepaso	0,6	0,3	0,6	0,3	0,4	0,2		0,4	0,4	0,4	0,2	0,4
		Concentrado					1,7		4,1		2,0		3,0	
		Maíz quebrado	3,8	1,0	6,7	2,0	8,8	3,5	11,0	4,3	14,0	4,1	16,0	5,0
		Harina coquito		1,0		1,5		2,0		2,8		3,0		3,5
		Harina de soya		1,0		1,8		2,6		3,5		4,2		5,1
		Pulpa de naranja		2,5		3,0		3,4		3,0		4,5		5,0
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso		0,3	0,4	0,8	1,0	0,9	1,0	0,7	1,0	0,9	1,0	0,9
		Concentrado	1,5		2,5		2,6		3,7		5,2		5,0	
		Maíz quebrado							1,8	2,0	1,5	2,4	4,7	3,5
		Harina coquito								1,0		1,0		1,5
		Harina de soya								0,8		0,9		1,9
		Pulpa de naranja		0,5		1,3		4,0		4,0		3,9		4,5
	28	Grasa de sobrepaso	0,6	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,5		0,5
		Concentrado	2,2		3,3		3,0		5,0		5,2		6,1	
		Maíz quebrado			2,3	1,0	5,5	2,5	7,5	3,5	9,0	3,5	12,0	4,5
		Harina coquito		0,5		0,5		1,0		1,5		1,5		2,5
		Harina de soya				1,0		1,8		2,8		3,4		4,2
		Pulpa de naranja		3,5		4,5		4,5		5,0		5,0		5,5
	35	Grasa de sobrepaso	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,1	0,4	0,1	0,4		0,4
		Concentrado	4,2		4,0		3,9		5,5		6,4		7,0	
		Maíz quebrado		0,5	3,0	1,5	5,9	3,0	8,2	3,5	9,5	4,5	12,0	5,0
		Harina coquito		0,5		1,0		1,5		2,0		2,5		2,5
		Harina de soya		0,3		1,2		2,0		3,0		3,4		4,5
		Pulpa de naranja		4,0		4,0		4,5		5,0		5,5		6,5

DAC: días a corte

Anexo 12. Suplemento lb/vaca/día con *Panicum maximum* var Tanzania trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

SUPLEMENTOS		Producción litros por día												
		5,0		7,5		10,0		12,5		15,0		17,5		
DAC	lbs/vaca/día													
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	
		Concentrado	2,1		2,0		3,6		5,2		5,7		5,7	
		Maíz quebrado		0,5	3,0	1,6	5,2	2,0	7,2	3,0	8,8	4,0	12,0	4,5
		Harina coquito		0,5		0,5		1,1		1,5		2,0		2,5
		Harina de soya				1,0		2,0		2,9		2,3		4,3
		Pulpa de naranja		2,5		3,0		3,5		4,5		5,0		5,0
	28	Grasa de sobrepaso	6,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	
		Concentrado	2,8		3,2		4,0		5,4		6,0		6,0	
		Maíz quebrado	1,6	1,0	4,3	2,0	6,9	3,0	9,1	4,0	11,0	5,0	14,0	5,5
		Harina coquito		0,9		1,5		2,5		3,5		4,0		4,6
		Harina de soya		0,6		1,4		2,2		3,0		3,5		4,4
		Pulpa de naranja		3,0		3,7		3,5		4,0		4,0		5,0
	35	Grasa de sobrepaso	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,3
		Concentrado	2,3		3,6		4,0		4,5		4,5		4,5	
		Maíz quebrado	3,5	1,5	6,3	2,6	8,3	3,5	10,0	4,4	13,0	5,0	16,0	5,5
		Harina coquito		1,0		1,6		2,1		2,5		3,5		4,4
		Harina de soya		1,1		1,9		2,8		3,7		4,2		5,0
		Pulpa de naranja		3,0		3,5		3,5		4,0		5,0		6,0
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso	0,9	0,5	0,8	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,2	0,4
		Concentrado	1,5		3,5		5,5		5,7		7,5		7,5	
		Maíz quebrado			0,8	1,0	3,0	2,0	5,9	3,0	6,4	4,0	4,5	5,0
		Harina coquito				0,8		1,5		2,0		2,5		3,5
		Harina de soya				0,5		1,3		2,3		2,5		3,4
		Pulpa de naranja		3,0		3,4		4,5		5,2		5,5		6,0
	28	Grasa de sobrepaso	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,2	0,5
		Concentrado	3,5		4,7		5,0		5,0		6,2		6,5	
		Maíz quebrado		0,8	2,3	1,5	5,1	3,0	8,0	4,0	9,2	4,0	12,0	5,0
		Harina coquito		1,0		1,0		1,5		2,0		3,0		4,0
		Harina de soya				1,1		1,9		5,0		3,3		4,1
		Pulpa de naranja		3,5		4,0		4,5		0,4		5,5		5,5
	35	Grasa de sobrepaso	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4
		Concentrado	2,0		2,5		2,7		3,0		4,5		4,0	
		Maíz quebrado	3,5	1,0	6,2	2,0	8,9	3,0	12,0	4,0	13,0	5,0	16,0	5,5
		Harina coquito		2,5		1,5		1,9		2,5		3,0		4,0
		Harina de soya		1,1		2,0		2,9		3,7		4,3		5,1
		Pulpa de naranja		7,0		4,0		4,5		4,5		5,0		6,0

DAC: días a corte

Anexo 13. Suplemento lb/vaca/día con *Panicum maximum* var Mombaza trópico húmedo para seis niveles de producción y 3.8% de grasa en la leche.

SUPLEMENTOS		Producción litros por día												
		5,0		7,5		10,0		12,5		15,0		17,5		
DAC	lbs/vaca/día													
Sin fertilizar	21	Grasa de sobrepaso	0,8	0,6	0,3	0,4	0,4	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,4
		Concentrado	1,0		1,5		4,5		0,9		10,0		13,0	
		Maíz quebrado	0,0		3,8	1,0	3,7	2,0	0,5	3,0	1,7	0,5	1,5	4,5
		Harina coquito				1,0		1,5		2,0		2,5		2,3
		Harina de soya				0,7		1,6		2,5		2,9		4,0
		Pulpa de naranja		2,0		3,5		4,5		5,5		6,0		6,0
	28	Grasa de sobrepaso	0,4	0,3	0,5	0,3	0,7	0,2	0,7	0,2	0,7	0,3	1,0	0,4
		Concentrado	2,0		5,0		8,7		11,5		13,0		16,0	
		Maíz quebrado	2,0	0,6	1,6	1,0	0,0	2,0	0,0	3,2	0,0	4,0	0,0	4,5
		Harina coquito		0,5		0,9		1,5		2,0		2,5		3,0
		Harina de soya		0,6		1,6		2,4		3,5		3,8		4,8
		Pulpa de naranja		4,5		5,5		6,5		6,5		7,0		7,5
	35	Grasa de sobrepaso	0,5	0,1	0,5	0,2	0,7	0,4	0,7	0,5	0,8	0,5	0,8	0,8
		Concentrado	2,5		5,5		9,2		12,0		14,0		17,0	
		Maíz quebrado	2,0	1,5	2,0	2,5	0,0	3,0	0,0	3,5	0,0	4,1	0,0	4,3
		Harina coquito		0,5		1,5		2,0		3,0		3,5		4,0
		Harina de soya		0,7		1,5		2,5		3,4		3,9		5,0
		Pulpa de naranja		4,0		4,0		4,0		4,0		5,0		5,0
Fertilizado	21	Grasa de sobrepaso	0,8	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,5
		Concentrado	1,5		5,9		5,5		6,0		7,0		6,8	
		Maíz quebrado	0,0		0,0	1,0	3,2	2,3	6,0	2,8	7,0	3,5	10,0	4,0
		Harina coquito				0,5		0,9		1,3		1,5		2,5
		Harina de soya				0,6		1,5		2,5		2,9		3,8
		Pulpa de naranja		3,0		4,5		4,5		5,5		6,0		6,5
	28	Grasa de sobrepaso	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3
		Concentrado	3,0		2,0		3,0		3,0		4,0		4,0	
		Maíz quebrado	2,0	0,6	5,3	1,0	7,7	2,5	10,5	3,5	12,1	4,0	15,0	4,5
		Harina coquito		1,6		1,5		2,0		2,5		3,0		3,5
		Harina de soya		0,7		1,7		2,5		3,4		4,0		4,9
		Pulpa de naranja		2,5		4,5		4,5		4,5		5,5		6,5
	35	Grasa de sobrepaso	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,2	0,6	0,1	0,8
		Concentrado	3,2		4,0		4,0		4,5		5,5		6,0	
		Maíz quebrado	1,0	1,0	3,6	1,5	6,5	2,3	9,2	3,0	10,6	4,0	13,3	4,0
		Harina coquito		1,0		1,6		2,0		2,5		3,0		3,3
		Harina de soya		0,3		1,3		2,5		3,2		3,7		4,8
		Pulpa de naranja		4,0		4,0		4,5		5,0		5,0		5,5

DAC: días a corte