

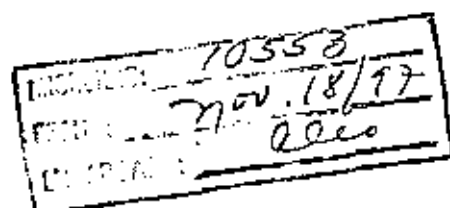
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION PARA VAQUILLAS
DE REEMPLAZO Y BUFALOS EN CRECIMIENTO DURANTE
LA EPOCA SECA

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura

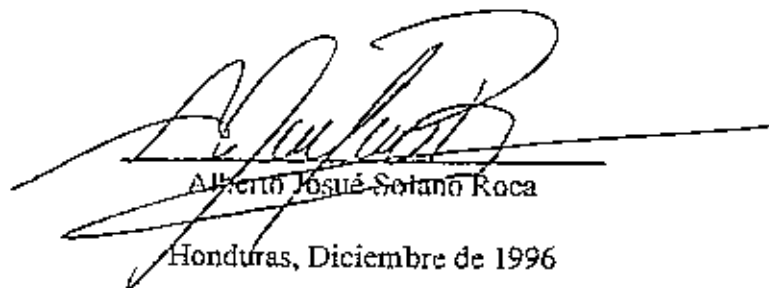
Por:

Alberto Josué Solano Roca



Honduras, 7 de Diciembre de 1996

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Alberto José Sotano Roca
Honduras, Diciembre de 1996

DEDICATORIA

A Dios y la Santísima Virgen María Reina del Cielo, mis guías en la vida y que nunca me abandonan.

A mi padre, Romeo Solano Avilés, ejemplo de dedicación, éxito y profesionalismo.

A mi madre, Iris Ileana Roca Aguirre, de quien siempre he recibido apoyo y cariño, que me ha permitido salir adelante y cumplir con mis metas.

A mis hermanos, Romeo, Iván y Gustavo, con quienes poco he compartido pero siempre recuerdo.

A mi abuela, Evelia Roca Aguirre (Q.E.P.D.), a quien no tuve tiempo para volver a verla, que Dios la tenga en su gloria.

A mi Alma Mater, que me ha dado la oportunidad de educarme para ser un poquito mejor cada día.

AGRADECIMIENTOS

Sincero agradecimiento a:

Isidro Matamoros, PhD. Consejero principal, por su colaboración, guía y apoyo incondicional, que me brindó e hizo posible la culminación exitosa de este trabajo.

Marco Esnaola, PhD. y Raúl Santillan, PhD. Profesores consejeros, por la dedicación, interés y enseñanzas que de ellos recibí durante este año de estudios.

Mis compañeros en el trabajo, Tony Mairena, Carlos Guillen, Francisco Avila, Eugenio Mairena, Jesus Espinal, Nayo Martínez, José "El chele" Gutierrez, Rolando Sánchez, Oliver Soto y Luis Hernández, por todo el esfuerzo y sudor que dejamos en el campo, gracias.

Mi compañero de cuarto Carlos Palala, por aguantarme durante el año, a Oswaldo, Boris, Alcides, Otto, Sergio, Vladimir, Luis Pedro, Carlos, Javier, Fernando y todos mis demás colegas y amigos que hicieron más agradable mi estadía en la Escuela.

A Hernán Barrón, Cesar Nurvaez, Rolando Hachez y Oscar Rosero por todas las molestias causadas, gracias.

Todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron para que se llevara a cabo este trabajo.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de 4 diferentes dietas en el desarrollo de vaquillas de reemplazo: Ensilaje de sorgo con monensina (ENCM) y sin monensina (ENSM), paja de arroz amoniataada con monensina (PCM) y sin monensina (PSM). Se utilizaron 48 animales de composición racial Brahman, Beefmaster y con cruce (Holstein - Brahman y Holstein -Gyr). Las variables medidas fueron ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS) y conversión alimenticia (CA); para la evaluación reproductiva se midió el efecto de las dietas y el aditivo sobre el número de días a presentación de estró (DPE), número de días a servicio efectivo (NSE), porcentaje de preñez (PP), y número de servicios por concepción (NSC). El experimento se llevo a cabo durante cuatro periodos de 21 días cada uno. El desempeño animal acumulado mostró que las mejores GDP fueron obtenidas por los tratamientos en base a ensilaje (732 g./animal/día) respecto a los de paja (549 g./animal/día), esta diferencia se debió a la dieta y no a la adición del aditivo ($P < 0.05$). En cuanto a CMS se observo una disminución de (6.87%) por efecto de la monensina para las dietas en base a paja de arroz ($P < 0.03$). Para la evaluación reproductiva no se encontraron diferencias significativas, aunque los tratamientos con ensilaje tienden a presentar mayores índices de fertilidad. También se llevo a cabo otro experimento con 15 búfalos que se dividieron en 3 grupos de 5 animales y se sometieron a 3 diferentes dietas basadas en ensilaje de sorgo, bagazo y cogollo de caña y paja amoniataada de arroz; se llevo a cabo la misma metodología del experimento anterior. Los resultados muestran que la utilización de ensilaje produce las mayores GDP (385 g./animal/día), a un menor consumo de materia seca (1.55 Kg. MS/ 100 Kg. P.V.) lo que resulta en una mejor CA. Además se caracterizó la canal de búfalo y se realizó una prueba de degustación para determinar su aceptación por el consumidor.

TABLA DE CONTENIDO

Portadilla	i
Derechos de autor	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Contenido	vii
Índice de cuadros	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xii
I INTRODUCCION	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Integración de la producción pecuaria dentro de los sistemas agrícolas	4
2.2. La amoniatación de rastrojos y forrajes de baja calidad	4
2.2.1. El nivel de amonio	5
2.2.2. La temperatura	5
2.2.3. Tiempo de reacción	5
2.2.4. Humedad	6
2.2.5. Tipo y calidad del rastrojo	6
2.3. Utilización de nitrógeno no proteico (N _{NP}) en la alimentación animal	6
2.3.1. Amoníaco ruminal	7
2.3.2. Reciclaje de N al rumen a partir de la urea en el plasma	8
2.4. Modificación de la fermentación ruminal	9
2.4.1. Manipulación: Objetivos, aspectos teóricos y consecuencias	9
2.4.2. Consumo de alimento	10
2.4.3. Incrementando la eficiencia de utilización de energía y proteína	10
2.4.4. Energía y proteína sobrepasante	10
2.5. Monensina y probióticos utilizados en la modificación de la fermentación ruminal	11
2.5.1. Monensina	12
2.5.2. Acción de la monensina	12
2.5.3. Monensina y reproducción	13
2.5.4. Inocuidad y toxicidad de la monensina	14
2.6. Limitaciones de los estándares alimenticios convencionales	14
2.7. Principios de la suplementación	15

2.8.	El búfalo de agua asiático: Una opción promisorio para el trópico	16
2.8.1.	Origen y clasificación taxonómica	16
2.8.2.	El búfalo como animal productor de carne	17
2.8.3.	Características de la canal	17
2.8.4.	Composición de la canal	17
2.8.5.	Características químicas de la carne	18
2.8.6.	Color de la carne	18
2.8.7.	Capacidad de retención de agua	18
2.8.8.	Terneza de la carne	18
III.	MATERIALES Y METODOS	20
3.1.	Localización	20
3.2.	Experimento 1: Evaluación de diferentes alternativas de alimentación en el desarrollo de vaquillas de reemplazo y su efecto sobre la eficiencia reproductiva	20
3.2.1.	Animales	20
3.2.2.	Corrales	21
3.2.3.	Alimentación	21
3.2.4.	Análisis de muestras	21
3.2.5.	Tratamientos experimentales	21
3.2.6.	Variables medidas	23
3.2.7.	Manejo del experimento	23
3.2.8.	Análisis estadístico	24
3.3.	Experimento 2: Evaluación de diferentes alternativas de alimentación y caracterización de la canal en búfalos en crecimiento	25
3.3.1.	Animales	25
3.3.2.	Corrales	25
3.3.3.	Alimentación	25
3.3.4.	Análisis de muestras	25
3.3.5.	Tratamientos experimentales	26
3.3.6.	Variables medidas	27
3.3.7.	Manejo del experimento	27
3.3.8.	Análisis estadístico	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1.	Experimento 1	29
4.1.1.	Ganancia diaria de peso	29
4.1.2.	Consumo de materia seca	30
4.1.3.	Conversión alimenticia	31
4.1.4.	Número de días a primer estro	32
4.1.5.	Número de días a servicio efectivo	33
4.1.6.	Porcentaje de preñez	34
4.1.7.	Número de servicios por concepción	35
4.2.	Comparación económica	36
4.3.	Experimento 2	38

4.3.1.	Ganancia diaria de peso	38
4.3.2.	Consumo de materia seca	39
4.3.3.	Conversión alimenticia	40
4.4.	Caracterización de la canal de búfalo	41
4.5.	Prueba de degustación	42
V.	CONCLUSIONES	44
VI.	RECOMENDACIONES	45
VII.	BIBLIOGRAFÍA	46
VIII.	ANEXOS	50

INDICE DE CUADROS

1. Tiempo de exposición para la reacción del material amoniado, dependiendo de la temperatura ambiental	5
2. Algunos compuestos comunes usados como fuente de NNP	7
3. Cambios observados en el rumen de animales alimentados con monensina	12
4. Composición porcentual del Suplemento 1, utilizado en la alimentación de vaquillas	22
5. Composición porcentual del Suplemento 2, utilizado en la alimentación de vaquillas	23
6. Composición porcentual del suplemento utilizado en la alimentación de búfalos	27
7. Desempeño animal acumulado en el experimento I	29
8. Resumen de costos de alimentación, inseminación y costos por ternero producido por vaca	37
9. Desempeño animal acumulado en el experimento	38
10. Datos comparativos de canales de búfalos y novillos	42

INDICE DE FIGURAS

Experimento 1.

1. Organigrama de tratamientos para el Experimento 1	22
2. Organigrama de tratamientos para el Experimento 2	26
3. Ganancia diaria de peso acumulada para el Experimento 1.....	30
4. Consumo de materia seca por tratamiento	31
5. Conversión alimenticia por tratamiento.....	32
6. Número de días a primer estro por tratamiento.....	33
7. Días a servicio efectivo por tratamiento	34
8. Porcentaje de preñez	35
9. Número de servicios por concepción	36

Experimento 2.

10. Ganancia diaria de peso acumulada para el Experimento 2.....	39
11. Consumo de materia seca promedio por tratamiento	40
12. Conversión alimenticia por tratamiento	41
13. Diagrama de dispersión para las variables rendimiento de canal y peso vivo	43

INDICE DE ANEXOS

1. Peso por periodo de evaluación de los animales utilizados en el experimento 1	50
2. Peso por periodo de evaluación de los animales utilizados en el experimento 2	52
3. Composición química del alimento usado en el experimento 1	53
4. Composición química del alimento usado en el experimento 2	53
5. Precipitación promedio (mm.) por periodo experimental	53
6. Peso promedio de diferentes partes anatómicas y de la canal de búfalo	54
7. Composición de la canal de búfalo en base al peso de los cortes comerciales	55
8. Costos de alimentación para el experimento 1	57
9. Costos de alimentación para el experimento 2	59
10. Análisis de varianza para la variable GDP, en el Experimento 1	61
11. Diferencia de medias para la variable GDP	61
12. Comparación entre medias, para la variable GDP	61
13. Análisis de varianza para la variable CMS, en el Experimento 1	62
14. Diferencia de medias para la variable CMS	62
15. Comparación entre medias, para la variable CMS	62
16. Análisis de varianza para la variable CA, en el Experimento 1	63
17. Diferencia de medias para la variable CA	63
18. Comparación entre medias, para la variable CA	63
19. Análisis de varianza para la variable DPE, en el Experimento 1	64
20. Diferencia de medias para la variable DPE	64
21. Comparación entre medias, para la variable DPE	64
22. Análisis de varianza para la variable DSE, en el Experimento 1	65
23. Diferencia de medias para la variable DSE	65
24. Comparación entre medias, para la variable DSE	65
25. Análisis de varianza para la variable SPC, en el Experimento 1	66
26. Diferencia de medias para la variable SPC	66
27. Comparación entre medias, para la variable SPC	66
28. Análisis de varianza para la variable GDP en el Experimento 1	67
29. Diferencia de medias para la variable GDP	67
30. Comparación entre medias, para la variable GDP	67

I. INTRODUCCION

Tradicionalmente la alimentación bovina se ha basado en cereales y subproductos de los mismos, cuyo costo cada día aumenta y a la vez compiten directamente con la base alimentaria humana. Esto se refleja claramente en estadísticas que muestran que en América Latina, de la producción total de cereales, el 59% esta destinada al consumo humano y un 41% a la alimentación animal. (Anon, 1980; citados por Esnaola, en 1993). Además nuestros países no son capaces por si solos de cubrir su propia demanda de granos, teniendo un déficit de producción de alrededor de un 29.5%, el cual deben suplir a través de importaciones y donaciones procedentes del extranjero. (Pond y Maner, 1984.).

Los países industrializados, situados principalmente en regiones templadas, no han tenido dificultad en conseguir los alimentos requeridos, porque los cereales y forrajes altamente nutritivos pueden ser cultivados eficientemente en estas latitudes. Los países que carecen de terrenos aptos para estos cultivos (ej: Japón, Taiwan, Israel, los países árabes) pueden importarlos debido a su alto grado de industrialización y/o a sus riquezas en petróleo. En estos países este grano es distribuido a los ganaderos a un precio generalmente subsidiado.

Los países en vías de desarrollo no tienen estas ventajas. La mayoría de ellos se encuentran en el trópico, donde las tierras y climas no se prestan para el cultivo de cereales (excepto el arroz), y su economía no genera las divisas extranjeras necesarias para la importación de los alimentos de "alta calidad" utilizados en los sistemas intensivos de producción pecuaria. (Preston y Leng, 1989).

La crianza de vaquillas de reemplazo requiere de un mantenimiento adecuado, pues por el hecho de ser animales en desarrollo sus requerimientos nutricionales son elevados y deben de cumplirse para contar con hembras que puedan llegar a un peso reproductivo satisfactorio. Esto representa para el productor un gasto mayor, pues de ellas no se están obteniendo ingresos, que le permitan solventar el costo de este mantenimiento, a menos que su producción estuviese destinada a la venta.

Otro de los factores importantes que afectan la eficiente producción de carne y leche en el trópico, es la pobre calidad y cantidad de los forrajes de la cual depende la mayor parte de las explotaciones ganaderas; presentándose sistemas productivos irregulares. Por lo tanto la mayoría de las explotaciones ganaderas son básicamente operaciones de tipo pastoril, donde la baja disponibilidad de pasto esta asociada a la baja fertilidad del suelo, a los sistemas de manejo del pastizal y del hato ganadero y al patrón de distribución de lluvias (Araque, 1994; Pate, 1989).

Todo lo anterior justifica la importancia de buscar alternativas alimenticias en base a recursos forrajeros disponibles en el sistema de finca, para poder disminuir el impacto negativo de las limitantes mencionadas, sobre la producción bovina de nuestros países.

Por lo tanto surge la necesidad de integrar e intensificar los sistemas de producción para aprovechar más eficientemente todos los componentes que interaccionan en el sistema. Aquí toma gran relevancia la incorporación del búfalo de agua asiático a estos sistemas integrados como una opción promisoría, pues es un animal de triple propósito con características de rusticidad y adaptación a condiciones adversas apropiadas para el trópico.

La utilización de rastrojos en la alimentación de animales en los trópicos durante la época seca, es una opción tecnológica viable debido a su gran disponibilidad; en Honduras se producen más de 449,000 toneladas de rastrojo de cultivos de granos básicos al año (FAO, 1987), en especial los residuos de cosecha del maíz (rastrojo y olote) que representan más del 75% del total producido. Entre las limitantes principales de estos rastrojos están los bajos contenidos de proteína y energía en sus diferentes formas, además de que los nutrientes se encuentran asociados en una vasta cantidad de fibras poco digeribles que dificultan su aprovechamiento (Zapana, 1990). Esto hace necesario la implementación de prácticas como la amoniatación con urea que además de incrementar la digestibilidad de la fibra, también aumenta el contenido de proteína del rastrojo debido a la adición de nitrógeno no proteico.

La utilización de algunas fuentes no convencionales de proteína como el fruto de la oreja de Guanacaste (Enterolobium cyclocarpum) y la hoja y peciolo del Madriado (Gliricidia sepium), que pueden ser producidos en el sistema finca durante la época seca, son una opción tecnológica apropiada para cubrir adecuadamente los requerimientos de mantenimiento y producción de los animales durante este periodo de carestía alimenticia.

Así mismo la incorporación de Ionóforos como aditivos alimenticios en este tipo de dietas, pueden ayudar a maximizar el aprovechamiento de la materia seca, mediante la manipulación de la fermentación ruminal y del cambio en las proporciones molares de los ácidos grasos volátiles, lo cual se traduce en un considerable aumento en la productividad animal. Los Ionóforos son compuestos no hormonales biológicamente activos (Richardson *et al.* 1976), entre los más utilizados se encuentra la sal de monensina sódica¹ que fue introducida en la industria de la engorda en corral de EE.UU. en 1975 (Zorrilla, 1990).

El estudio tiene la finalidad de evaluar algunas alternativas de alimentación para vaquillas de reemplazo y búfalos de agua, con el propósito de integrar el uso de los recursos disponibles en la finca y generar un sistema de producción sostenible.

¹ Rumensin®, marca registrada por Elanco Products Co., una división de Eli Lilly and Co. IN, USA.

En relación a la información estudiada se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar la factibilidad técnica y económica de diferentes alternativas de alimentación en el desarrollo de vaquillas de reemplazo y búfalos en crecimiento, durante la época seca.

Objetivos específicos:

Determinar el efecto de la sal de monensina sódica en el consumo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia reproductiva, en vaquillas de reemplazo para un hato de carne.

Comparar diferentes alternativas de alimentación en búfalos y determinar su efecto en el consumo, conversión alimenticia y ganancia diaria de peso.

Conocer las características de la canal de búfalo y la aceptación de su carne por parte del consumidor.

IL REVISION DE LITERATURA

2.1. INTEGRACION DE LA PRODUCCION PECUARIA DENTRO DE LOS SISTEMAS AGRICOLAS

La integración de la producción animal con sistemas agrícolas es una forma de asegurar que dichos sistemas sean más sostenibles ya que permiten optimizar el uso de los recursos disponibles. La utilización eficiente de pastos nativos y mejorados, residuos de cosecha, subproductos agroindustriales y forrajes arbóreos en la alimentación de rumiantes, hacen la producción más económica. Sin embargo debido a su naturaleza química y física no siempre ofrecen los nutrientes necesarios para una fermentación ruminal eficiente y un alto nivel de productividad (Preston y Leng, 1989).

Los suplementos para equilibrar estos alimentos en rumiantes son principalmente de origen proteico. Generalmente se encuentran en cantidades limitadas y a menudo la presión para exportarlos, con el fin de ganar divisas, hacen difícil su utilización por sus elevados costos (Preston y Leng, 1989). Por lo tanto, desarrollar estrategias alternativas para la alimentación de rumiantes en el trópico, se vuelve cada día más una necesidad de impacto económico que se debe resolver de la manera más eficiente, integral y sostenible posible.

2.2. LA AMONIATACION DE RASTROJOS Y FORRAJES DE BAJA CALIDAD

Para reducir las desventajas nutricionales que conlleva la utilización de rastrojos y demás residuos de cosecha, se han desarrollado técnicas como la amoniatación. El procedimiento para realizar la amoniatación consiste en tratar los rastrojos con amoníaco en forma gaseosa (amonio anhídrido), o en solución (NH_4OH) o mediante el uso de urea como precursor del amoníaco (Sundsol y Coxworth, 1984).

La urea es una de las fuentes de amoníaco más utilizadas en el tratamiento de este tipo de residuos altamente lignificados, debido a su fácil aplicación y bajo costo relativo (Sundsol y Coxworth, 1984). Se ha encontrado que la urea puede liberar suficiente amoníaco por la acción de la enzima ureasa, que esta presente en los rastrojos agrícolas. Para prevenir cualquier deficiencia de dicha enzima se recomienda la adición de harinas de cannalia o soya cruda (William *et al.*, 1984). Mediante la amoniatación se incrementa la digestibilidad de los heno de 5-15%, el consumo voluntario por parte del animal se

mejora en un 25% y el contenido de nitrógeno, expresado como proteína cruda ($N \times 6.25$), sube de 3 a 8% (Waiss *et al.*, 1972).

Los factores principales que afectan la eficiencia del tratamiento de forrajes con elementos amoniacales son:

- El nivel de amonio
- El tiempo de reacción
- El porcentaje de humedad y,
- El tipo y calidad del material por amoniatar

2.2.1. El nivel de amonio

Sundsol y Coxworth (1984) concluyeron que desde el punto de vista económico el óptimo de amonio esta entre 2.5 y 3.5%, del peso del material y que no se justifica exceder el 4%. Se obtuvieron óptimos resultados con la adición de un 3% de amonio en base a la materia seca de la paja de arroz, aumentándose el contenido de proteína cruda de 3.6% en la paja no tratada a 11.2% en la que se utilizó la amoniatación. (Saengery *et al.*, 1982)

2.2.2. La temperatura

La temperatura ambiental afecta la velocidad de reacción. Así a 100° C la reacción es inmediata; mientras que a 0° C la reacción es casi nula (Stuart, 1988). En 1987 Perdok, encontró que ha temperaturas mayores a 70° C se generan Imidazoles que son neurotóxicos para el animal, causando signos de incoordinación.

2.2.3. Tiempo de reacción

El tiempo de reacción para la fijación de amonio está íntimamente ligado a la temperatura del medio ambiente. En este sentido Sundsol y Coxworth (1984) mencionan los siguientes tiempos de reacción dependiendo de la temperatura.

Cuadro 1. Tiempo de exposición para la reacción del material amoniataado dependiendo de la temperatura ambiental.

TEMPERATURA	TIEMPO DE REACCION
-5 °C	8 semanas
5 a 10 °C	4 a 6 semanas
15 a 40 °C	4 semanas

Fuente: (Sundsol y Coxworth, 1984).

2.2.4. Humedad

Orskow (1982), concluyó que los tratamientos de amoniatación requieren de bajos porcentajes de humedad, un contenido mayor al 50% de humedad inicial en el rastrojo, causa que la actividad del amoníaco no sea homogénea (Tejada, 1979). Waiss *et al.* (1972), recomendaron usar 5% de amoníaco anhídrido y 30% de humedad inicial en paja de arroz; por haber encontrado que el contenido de nitrógeno aumentó en un 133%.

2.2.5. Tipo y calidad del rastrojo

Dependiendo de la fuente vegetal y su estado de madurez varían los contenidos lignocelulocíticos del forraje (Baumgardt, 1969). La lignificación aumenta a altas temperaturas y fotoperíodos cortos, los cuales son característicos de los trópicos; de tal manera para amoniar un material debemos tomar en cuenta su edad, su madurez y su contenido de fibra bruta (Van Soest, 1980).

La calidad del rastrojo a amoniar también depende del manejo durante la etapa de cultivo, un plan adecuado de fertilización producirá un rastrojo de mejor calidad, además de mayor cantidad.

2.3. UTILIZACIÓN DE NITROGENO NO PROTEICO (NNP) EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Generalmente la proteína vegetal es más eficiente en estimular el crecimiento y producción de los bovinos, que las fuentes provenientes de NNP, como la urea. Después de muchas investigaciones se ha determinado que los rumiantes sintetizan proteína a partir de compuestos simples de nitrógeno, proceso que se realiza por acción de los microbios del rumen al reproducirse y mediante la formación de sus tejidos.

La Asociación Americana de Oficiales de Control Alimentario (AAFCO, 1955) aprobó el uso de la urea y bicarbonato de amonio, recomendando su uso a no más de un tercio del total de proteína cruda de la dieta. Otros compuestos precursores de NNP que se ha demostrado que pueden ser utilizados por los microbios del rumen son: acetato de amonio, lactato de amonio, biureta y glicina, entre otros.

Fonnesbeck *et al.* (1975), señalan, que 1Kg. de NNP es equivalente al nitrógeno proveniente de 5 a 6 Kg. de proteína vegetal. La urea (46% N) es equivalente a 287.5% de proteína cruda en comparación al 44-50% de proteína cruda que proporciona la soya. La diferencia en favor a la soya radica en que, aunque la urea posee una gran cantidad de nitrógeno, para la síntesis de proteína microbiana esta no brinda la calidad de aminoácidos necesarios para un buen desempeño animal. Por lo tanto una mezcla urea-maíz debe ser suplementada con azufre, potasio y sodio para que pueda ser

soya (Shirley, 1986). El Cuadro 2, muestra algunos de los compuestos en base a NNP utilizados para reemplazar parte de la proteína convencional en la dieta de rumiantes.

Cuadro 2. Algunos compuestos comunes usados como fuente de NNP.

Compuesto	Fórmula química	% de N	P.C. (N*6.25)
Urea	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	46.7	292
Lactato de amonio	$\text{CH}_3\text{CHOHCO}_2\text{NH}_4$	13	81
Acetato de amonio	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NH}_4$	18	112
Acetamida	CH_3CONH_2	23.7	148
Biureta (pura)	$\text{NH}(\text{CONH}_2)_2$	40	252
Glicina	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	19	119

Fuente: (FAO, 1977).

2.3.1. Amoníaco ruminal

Las fuentes de amoníaco en el rumen incluyen proteínas, péptidos y aminoácidos, además de otras fuentes de materiales nitrogenados solubles. La urea, el ácido úrico y nitrato se convierten rápidamente en amoníaco dentro del rumen.

El amoníaco ruminal se pierde del líquido ruminal por:

- Incorporación en las células microbiales que salen del rumen.
- Absorción a través de la pared ruminal.
- Salida del rumen de líquido ruminal.

La cantidad de amoníaco que entra al rumen, varía según la degradabilidad y cantidad de proteína en la dieta y con el grado y método de suplementación con urea. Se puede esperar que las concentraciones de nitrógeno amoniacal en el rumen cambien rápidamente, inclusive, cuando los animales tienen acceso continuo al alimento. La cantidad de amoníaco que fluye fuera del rumen en el líquido ruminal es pequeña y por lo tanto el amoníaco producido en el rumen que no se incorpora en los microorganismos se absorbe principalmente a través de la pared retículo-ruminal.

Para poder mantener un nivel alto de amoníaco en el líquido ruminal las 24 horas del día, con una dieta baja en proteína, se debe tener un ingreso de urea constante. Esto se puede asegurar mediante la aspersión de urea sobre el alimento básico, o proporcionándola en forma de una mezcla líquida, o en un bloque. La urea suministrada en una sola ración probablemente no podrá mantener los niveles de amoníaco ruminal por encima de los requerimientos mínimos necesarios para una fermentación eficiente por más de unas cuantas horas al día en especial con dietas en base a pajas o en rumiantes en pastoreo. Se

requerimientos mínimos necesarios para una fermentación eficiente por más de unas cuantas horas al día en especial con dietas en base a pajas o en rumiantes en pastoreo. Se ha comprobado que el suministro de urea repartido en varias comidas durante el día es más efectiva que una sola dosis (Preston y Leng, 1989).

Las deficiencias en amoníaco dan como resultado un sistema microbial ineficiente. Cuando se reduce la reserva de microorganismos, también se reduce la digestibilidad de los alimentos y se disminuye el consumo (Preston, 1995).

En la mayoría de dietas basadas en subproductos agroindustriales y forrajes de baja digestibilidad, la principal limitante al crecimiento de microorganismos en el rumen, probablemente sea la concentración de amoníaco en el líquido ruminal. La cantidad de amoníaco que permite una digestión máxima en el rumen y a su vez una población alta de microorganismos, variara de acuerdo a la dieta. El nivel crítico se reporta entre 50-250 mg. de nitrógeno amoniacal/ litro de líquido ruminal (Preston, 1995, Preston y Leng, 1989).

Es importante que cuando el sustrato energético se esté fermentando las concentraciones de amoníaco en el líquido ruminal estén por encima del nivel crítico. El porcentaje de proteína en una dieta no puede servir de guía para establecer si el nivel de amoníaco va a ser adecuado (Preston y Leng, 1989).

2.3.2. Reciclaje de N al rumen a partir de la urea en el plasma

Los rumiantes han desarrollado mecanismos para mantener el amoníaco ruminal por encima del nivel mínimo necesario para los microorganismos y de esa forma asegurar una síntesis microbial eficiente en el rumen a niveles moderados de consumo de nitrógeno. Entre estos mecanismos tenemos el reciclamiento de urea de la sangre hacia el rumen y el mantenimiento de esta mediante una disminución en la excreción de orina (Preston y Leng, 1989). Compuestos de NNP como la urea y amidas, son convertidas en el rumen a amoníaco, el que puede ser utilizado o bien absorbido a través de la pared ruminal. Los niveles de amonio en la sangre normalmente permanecen bajos debido a que el hígado rápidamente revierte el proceso convirtiendo el amonio de nuevo a urea. Esta conversión le cuesta al animal cerca de 12 Kcal/ g. de nitrógeno(Tyrrell y Moc, 1975; citados por Van Soest, 1982).

La ingestión en exceso de NNP, causa una producción de amonio más allá de la capacidad de conversión del hígado, lo que provocará un aumento en la cantidad de amoníaco sanguíneo que puede resultar tóxico para el animal. La toxicidad por urea y muerte por envenenamiento de amonio se presentan, cuando el amonio sanguíneo sobrepasa la capacidad buffer de la sangre. Niveles excesivos de amoníaco en la sangre dan como resultado un incremento en el pH sanguíneo, impidiendo a la sangre transportar dióxido de carbono. Normalmente los niveles de amonio en la sangre tienden a ser menores que aquellos en el rumen, mientras el nivel de urea sea menor en el rumen que en la sangre, el potencial para un reciclaje existe, especialmente bajo condiciones de

sobrealimentación de nitrógeno dietario. Esto asume que por medio de difusión, estas moléculas relativamente pequeñas atravesarán las membranas en dirección a los puntos de menor concentración fisiológica (Houp, 1970).

Con bajos niveles de consumo de nitrógeno, una gran porción del nitrógeno metabolizable en el animal es reciclado, la mayor parte aparentemente a través del rumen, y muy poco se encuentra en la orina. El flujo neto de NNP cambia del rumen hacia la sangre cuando su nivel de consumo aumenta. Un incremento en los niveles de nitrógeno en la dieta esta asociado con una mayor entrada de urea, mientras que un mayor nivel de plasma sanguíneo esta relacionado con una mayor excreción a través de la orina (Van Soest, 1982).

La cantidad de urea reciclable es relativamente independiente al nitrógeno que contenga la dieta. Incrementar los niveles de consumo de nitrógeno no necesariamente aumentan la cantidad a reciclar. Puesto que el reservorio de urea en el cuerpo del animal se encuentra bajo control fisiológico, su constancia esta en función de la homeostasis. Debido a que el nitrógeno de la dieta y el nitrógeno reciclable están en competencia, la eficiencia de re-utilización decae con un incremento en el consumo de nitrógeno dietario (Van Soest, 1982).

2.4. MODIFICACION DE LA FERMENTACION RUMINAL

La mayoría de las investigaciones y publicaciones existentes respecto a la manipulación de los procesos fermentativos del rumen, enfocan la alteración de la fermentación ruminal a través del incremento de los niveles de energía metabolizable en la ración. Pero esto no traerá consigo ningún beneficio si la limitante primaria en la producción esta dada por el suministro de aminoácidos esenciales. De manera similar un incremento en la cantidad y disponibilidad de aminoácidos para el rumiante, no tendría efecto para aumentar la productividad del animal, si la energía de la dieta o cualquier otro nutriente fuera la limitante principal para la producción (Leng, 1982).

Los esfuerzos de investigación referentes a la manipulación del rumen, se han orientado principalmente a incrementar la productividad y la eficiencia de conversión del alimento; cuando pudiera ser más económico, el reducir los niveles de un suplemento tan costoso como lo es la proteína; por ejemplo mediante el incremento de la síntesis de proteína microbiana a partir de nitrógeno no proteico (NNP) y manteniendo la producción a un mismo nivel (Leng, 1982).

2.4.1. Manipulación: Objetivos, aspectos teóricos y consecuencias:

Según Leng (1982), los procedimientos para manipular la fermentación en el rumen pueden enfocarse hacia la obtención de:

- Un incremento en el consumo de alimento.
- La disminución en las pérdidas de energía y proteína de la dieta en el rumen, logrando que los componentes de la dieta sobrepasen en el rumen la acción de los microorganismos y sus enzimas; o a través de la reducción de las pérdidas de calor fermentativo y metano.
- Un incremento en la eficiencia en la síntesis de proteína microbiana en el rumen.

2.4.2. Consumo de alimento

El control del apetito en rumiantes es complejo y depende de la dieta, el clima y el estado fisiológico del animal (Baile, 1975). La ingestión de forrajes y materiales fibrosos de baja digestibilidad (46%) traen como consecuencia una fermentación lenta dentro del rumen; la adición a la dieta, de proteína sobrepasante ha incrementado el consumo de este tipo de forrajes (Baile, 1975).

En dietas bajas en proteína la cantidad de aminoácidos absorbidos en el intestino delgado es uno de los factores de mayor importancia en el control del consumo en rumiantes. El consumo de alimento en dietas bajas en proteína puede estar marcadamente influenciado por la eficiencia de producción de proteína microbiana en el rumen, lo cual nos permite ver con mayor claridad hacia donde enfocar la manipulación (Roy et al. 1977).

La proteína sobrepasante en las dietas de rumiantes también puede afectar su balance hormonal, que conllevan a niveles superiores de hormona de crecimiento en la sangre (Oldam, 1980), lo que permite incrementar la eficiencia de utilización de aminoácidos (Bines et al. , 1980). Se esperaría tener un efecto similar si se aumentará la disponibilidad de aminoácidos microbiales en la dieta.

2.4.3. Incrementando la eficiencia de utilización de energía y proteína

Existe un gran número de formas de incrementar la cantidad de energía metabolizable en el alimento; entre estas Leng (1982), incluye:

- Evitar la fermentación de carbohidratos y proteína digestible intestinalmente a través de una preparación física del suplemento.
- Disminuyendo la degradación de aminoácidos y proteína mediante la inhibición de la actividad deaminasa y proteolítica en el rumen.
- Disminuyendo las pérdidas de energía mediante el aumento de la utilización de hidrogeno por los productos finales de fermentación en el rumen (se ha observado una disminución en la producción de metano).

2.4.4. Energía y proteína sobrepasante

Una de las mayores ventajas del proceso digestivo del rumiante, se basa en su habilidad de digerir, a través de la fermentación microbial, los componentes estructurales de las

plantas y utilizar el amonio como fuente para la síntesis de proteína microbiana. Esto también, acarrea algunas desventajas como lo son la fermentación de carbohidratos y proteína intestinalmente digerible. Muchos de los componentes de la dieta de alto valor nutricional pueden ser degradados a compuestos de menor calidad nutricional en el rumen. Si la proteína de alta calidad sobrepasará la acción de los microorganismos del rumen y sus enzimas, los resultados obtenidos serían de gran provecho para el animal (Preston y Leng, 1989).

La proteína que se fermenta en el rumen se desperdicia en gran parte porque:

- La proteína alimenticia se fermenta y los aminoácidos esenciales se desaminan.
- La fermentación de 1g. de proteína genera sólo la mitad del ATP que se producirá a partir de 1g. de carbohidrato.

Esto significa que sólo 30 a 60 g. de proteína microbiana se vuelven disponibles al animal por cada Kg. de proteína alimenticia que se fermenta en el rumen (Preston y Leng, 1989).

Un incremento en la proporción de carbohidratos digeribles que sobrepasen la fermentación del rumen beneficiará aquel animal que no se le provean otros nutrientes, en especial aminoácidos esenciales que son muy deficientes. Si estos carbohidratos son absorbidos tal y como son, o son convertidos en glucosa, la energía es utilizada posteriormente con mayor eficiencia puesto que la necesidad de glucogénesis del propionato (que requiere ATP) se reduce (Preston y Leng, 1989).

2.5. MONENSINA Y ANTIBIOTICOS UTILIZADOS EN LA MODIFICACION DE LA FERMENTACION RUMINAL

Muchos antibióticos se han administrado en raciones de rumiantes como promotores de crecimiento. La monensina, y otros compuestos carboxílicos poliésteres (lasalosid, salinomycin y nasarín) son antibióticos derivados de organismos *streptomyces* y se ha encontrado que cuando son administrados oralmente al ganado son capaces de alterar la fermentación del rumen e incrementar la eficiencia de conversión con que los alimentos son utilizados por los rumiantes, tanto en confinamiento como en pastoreo (Shirley, 1986).

Los ionóforos son compuestos orgánicos complejos que tienen la propiedad de unirse a metales catiónicos como son el potasio, sodio, calcio y bario; y en esta forma los solubilizan en medios lípidos, permitiendo así su transporte a través de las membranas celulares. (Zorrilla, 1990).

Estos compuestos incrementan la producción de ácido propiónico, mientras reducen la síntesis de los ácidos acético y butírico en el rumen. De esta forma es alterada la fermentación reduciendo las pérdidas de energía asociadas con la conversión de fuentes

de energía en la dieta a ácidos grasos volátiles (AGV). Los AGV son de los mayores compuestos intermediarios que suplen de energía al rumiante para su mantenimiento y producción (Zorrilla, 1990).

2.5.1. Monensina

La monensina es un compuesto biológicamente activo producido por *Streptomyces cinnamomensis*, que fue introducido a la industria ganadera de EE.UU. en 1975 (Zorrilla, 1990).

Durante el proceso de elaboración, la monensina entra en contacto con iones de sodio, como consecuencia de un ajuste en el pH, dando como resultado la sal de monensina sódica, cuya fórmula química es $C_{36}H_{61}O_{11}Na$ (Zorrilla, 1990).

2.5.2. Acción de la monensina

La monensina tiene la particularidad de alterar las actividades microbiales. Se cree que la mayoría de las actividades promotoras de crecimiento de estos compuestos se pueden explicar por su habilidad para incrementar la eficiencia energética de los procesos de fermentación ruminal (Schelling, 1984). La monensina incrementa la producción de ácido propiónico en el rumen, tanto en animales consumiendo dietas altas en concentrados, como en aquellos alimentados con niveles altos de forraje. La producción de ácido acético y butírico es menor. Por lo tanto al alterar la fermentación ruminal en este sentido, ocasiona que una mayor proporción de la energía dietaria consumida, sea retenida por el animal de forma más eficaz (Zorrilla, 1990).

Ejemplos de los cambios típicos observados en el rumen de un animal, que recibe monensina se describen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Cambios observados en el rumen de animales alimentados con monensina.

	Control	Monensina
Total AGV (mM)	77.8	74.9
Proporciones molares		
Acetato	66.7	61.3
Propionato	20.1	26.1
Butirato	9.2	9.4
Tasa acetato : propionato	3.33	2.37
Producción de metano (moles / 100 moles de hexosa).	62.3	54.2

Fuente: Dinjus *et al.* (1976).
Dawson, (1989).

Un gran número de investigadores han demostrado que animales que reciben en su alimentación ionóforos disminuyen la producción de metano. Puesto que el metano no puede ser utilizado por los animales, cualquier incremento en la producción de propionato acompañado de una disminución en los niveles de metano ocasionaría un aumento en la cantidad de carbono y energía disponible para el animal. Hay evidencia de que el ácido propiónico tiene un menor incremento de calor que otros AGV (Armstrong y Blaxter, 1957), por lo que provee mayor energía metabolizable para el animal. Esto sumado a la habilidad del propionato de estimular la síntesis de proteína corporal (Potter et al., 1968) son utilizados para explicar gran parte del efecto que los ionóforos tienen como promotores de crecimiento (Bergan y Bates, 1984. Adaptado por Dawson, 1989).

El consumo diario que el ganado alimentado con dietas altas en energía puede alcanzar, no está condicionado al volumen ruminal disponible. Bajo estas condiciones animales dosificados con monensina, cubren sus necesidades energéticas ingiriendo menos alimento. El efecto neto del ionóforo es entonces: reducir el consumo, mantener la ganancia de peso y consecuentemente mejorar la eficiencia de utilización de alimento (Zorrilla, 1990).

En contraste, el consumo diario en ganado alimentado en base a forrajes y praderas con una baja concentración de energía, está determinado por factores físicos de espacio (volumen) del rumen. La monensina favorece la obtención de más energía de la misma cantidad de alimento consumido y este aumento de energía disponible permite al animal ganar más peso (Zorrilla, 1990).

Según Potter et al. (1976), la adición de monensina a la dieta, no tiene ningún efecto sobre la canal del animal; no se observó efectos en humedad y grasa, aunque el porcentaje de energía dietaria y proteína retenidos en la canal aumentaron.

2.5.3. Monensina y Reproducción

Estudios realizados con vaquillas Hereford, Brahman, y encastadas pastoreando en praderas de Ryegrass-trigo y alfalfa, con y sin monensina (o vs. 200mg.), muestran que un mayor número de animales suplementados con monensina llegaron a pubertad durante los 172 días de experimento que aquellos sin el aditivo alimenticio (92 vs. 58%), y sus respectivas tasas de preñez fueron de 55 y 47% (Moseley et al., 1982).

McCartor et al. (1979), evaluaron el efecto de dos dietas en base a heno de alfalfa (80%) y suplemento concentrado (20%), más una de ellas con 200 mg. de monensina/animal/día, sobre la edad y peso a pubertad obteniendo; que todas las vaquillas obtuvieron tasas de ganancia diaria de peso equivalentes (0.60 Kg.) e incrementos en condición corporal similares (3.46). Las vaquillas alimentadas con monensina alcanzaron la pubertad 29.5 días antes y pesaron 17.2 Kg. menos que las testigo (citado por Shirley, 1986).

Lo anterior indica que la adición de monensina a la dieta de vaquillas de reemplazo, acelera el metabolismo del animal, haciendo que este alcance la pubertad antes y

aparentemente mejorando la fertilidad de las mismas. Sin embargo se necesitan llevar a cabo mayor cantidad de estudios especialmente bajo condiciones tropicales, para poder determinar si realmente añadir este aditivo a la ración de vaquillas de reemplazo tiene el efecto esperado sobre parámetros reproductivos.

2.5.4. Inocuidad y toxicidad de la monensina

Toxicidad crónica en ganado de carne alimentado en confinamiento, en novillos y vaquillas con un peso promedio de 377 y 329 Kg. respectivamente, al consumir 765 mg. por cabeza al día, mostraron consumos inferiores de alimento y menores ganancias de peso que animales no dosificados o consumiendo 200 mg. No se reportaron casos de muerte en el ganado bajo estas circunstancias (Zorrilla, 1990).

2.6. LIMITACIONES DE LOS ESTÁNDARES ALIMENTICIOS CONVENCIONALES

En los países industrializados, es común la utilización de dietas basadas en tablas de estándares alimenticios. Estas interpretan análisis químicos en términos de su capacidad de proporcionar energía, proteína, aminoácidos, vitaminas y minerales requeridos por el animal de acuerdo a un propósito productivo específico.

Bajo condiciones tropicales se ha observado a través de los años, que cuando se utilizan fuentes no convencionales de alimentación, los valores nutritivos asignados (Energía neta) resultan ser engañosos; ya que los niveles de producción logrados pueden ser considerablemente menores que los cálculos estimados.

Los investigadores han sido estimulados para copiar sistemas alimenticios utilizados en otras latitudes, los cuales aunque predecibles, utilizan fuentes alimenticias inapropiadas desde el punto de vista socioeconómico, para la mayoría de naciones en vías de desarrollo. Esto a llevado al rechazo de muchos de los recursos disponibles, por tener aparentemente niveles de energía digerible demasiado bajos para proporcionar los requerimientos de producción (Preston 1995).

Es necesario plantear un nuevo enfoque en el desarrollo de los sistemas alimenticios que no se basen en los estándares convencionales, ya que:

- La eficiencia del ecosistema ruminal no puede caracterizarse por cualquier tipo de análisis alimenticio.
- El consumo de muchas dietas no se relaciona con la digestibilidad del alimento mientras que la suplementación sí ejerce una influencia marcada.
- La disponibilidad de aminoácidos no se puede predecir en base al contenido de proteína bruta en la dieta.

- El valor energético de una dieta y la eficiencia con la cual la energía es utilizada se determina en gran parte por equilibrio relativo de energía glucogénica, los ácidos grasos de cadena larga y los aminoácidos esenciales absorbidos por el animal.

Las limitaciones principales de cualquier sistema que se base en análisis químicos de alimentos tiene su origen en el hecho de que es imposible predecir:

- Si el alimento es capaz de mantener un funcionamiento eficiente del rumen.
- La naturaleza o las proporciones de los productos finales de la digestión fermentativa.
- El potencial de los nutrientes de escapar a la fermentación ruminal y su digestibilidad a nivel del intestino delgado.

2.7. PRINCIPIOS DE LA SUPLEMENTACION

Preston y Leng (1989), proponen un sistema innovador para la suplementación adecuada de rumiantes en condiciones tropicales. El primer paso es escoger el recurso básico de carbohidratos a utilizar según la disponibilidad, potencial de fermentación y costo.

El primer suplemento a considerarse debe ser una fuente de nitrógeno fermentable (usualmente urea) para asegurar que el nivel de amoníaco ruminal este por encima de 150 mg./ litro de fluido. El nivel recomendado para maximizar el crecimiento microbial es de 50 mg. NH₄/ litro. Sin embargo esta cantidad parece ser baja cuando se trata de optimizar la tasa de degradación de sustratos fibrosos de baja calidad como rastrojos o pajas de cereales. Cuando la dieta se basa en residuos de cosecha, lo que se busca es acclerar la tasa de degradación con el fin de aumentar el consumo voluntario y la productividad.

El segundo suplemento a considerarse debe ser una fuente forrajera de alta digestibilidad siendo preferible utilizar leguminosas a un nivel entre 10-20% de la dieta. La acción precisa de este tipo de suplementos sobre la función ruminal no se conoce completamente, probablemente provee un sustrato para la rápida colonización de microorganismos (Preston, 1995), proveyendo un ambiente más eficiente para la digestión de la fibra.

El tercer suplemento puede ser una torta de oleaginosa, un salvado de cereal de preferencia arroz, o una harina de productos de matadero (supliendo proteína y grasa). Estas deben proporcionarse en cantidades que no excedan un 20% de la materia seca total de la dieta. El límite de 20% se fija para evitar que el consumo de suplemento reduzca el consumo de energía digestible de la dieta básica, o que la sustituya. El nivel óptimo (en términos económicos más que biológicos) y el grado de respuesta al suplemento dependerá de fermentabilidad de la dieta básica.

El cuarto suplemento consiste en una fuente de ácidos grasos de cadena larga (AGCL) no reactivos, que podrían ser de gran beneficio. Las fuentes disponibles de ácidos grasos incluyen tortas oleaginosas, salvados o residuos de cereales y subproductos de origen animal, como el cebo. La eficacia de cualquier fuente de lípidos aumenta dependiendo del grado de protección que tenga. Se debe tomar en consideración que la inclusión de más de un 5% de lípidos en dietas ricas en fibra (como los residuos de cosecha, deprime la digestión de esta (Preston y Leng, 1989).

La última fuente de suplementación a considerarse es la mineral. Esta es de vital importancia especialmente en situaciones donde animales alimentados con dietas de alto valor nutritivo no se comportan según lo esperado (McDowell *et al.*, 1994). Sin embargo este enfoque no es apropiado cuando existe un desequilibrio de tipo alimenticio, que sólo le permite al animal subsistir o producir a niveles moderados. Debe enfatizarse que las deficiencias minerales en muchas ocasiones no se hacen presentes hasta que la dieta se equilibra mediante la suplementación y la productividad se incrementa.

2.8. EL BUFALO DE AGUA ASIÁTICO: UNA OPCION PROMISORIA PARA EL TROPICO

El búfalo de agua asiático (*Bubalus bubalis*) representa un recurso animal importante en zonas tropicales y subtropicales de países desarrollados y en vías de desarrollo, pero su potencial ha sido poco reconocido fuera del Asia.

La llegada de los búfalos a América se produjo en Brasil y Trinidad y Tobago a finales del siglo XIX, para ser utilizados como animales productores de carne y leche y principalmente como fuerza de tracción en plantaciones de caña. En los últimos decenios del presente siglo se han realizado importaciones de hatos núcleo por algunos países latinoamericanos, especialmente, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Bolivia, Honduras, Brasil y Venezuela. Estas importaciones se han realizado con propósitos experimentales y otras más voluminosas para incrementar las poblaciones ya existentes.

2.8.1. Origen y clasificación taxonómica

El origen exacto del búfalo es difícil de determinar por estar tan distribuido en el continente asiático, aunque se han encontrado en las ruinas de Mohenjo Daro (Pakistán) pruebas históricas de la existencia de ejemplares domesticados que datan de aproximadamente 5000 años atrás.

Antiguamente todos los búfalos domésticos, salvajes y semisalvajes eran incluidos en el género *Bos* de la familia Bovidae, pero los zoólogos demostraron diferencias anatómicas y filogenéticas suficientes que dieron lugar a las subdivisiones *Bubalus bubalus* y *Bubalus arni*. Posteriormente surgieron modificaciones, por lo que en la nomenclatura

moderna los búfalos domésticos se agrupan en el subgénero *Bubalus*, dentro del cual se encuentran las especies ya mencionadas.

2.8.2. El búfalo como animal productor de carne

Debido a que los búfalos han sido utilizados durante siglos como animales de tracción, estos han desarrollado un excepcional crecimiento muscular, encontrándose animales que pesen más de 1000 Kg.

Recientemente, aunque en pequeña proporción, se han venido utilizando como animales destinados a la producción de carne. La mayoría de la carne de búfalo fue y todavía proviene de animales viejos sacrificados al final de su vida productiva como animales de trabajo o lecheros. Esto a traído como consecuencia que la mayoría de la carne que se comercializa sea de mala calidad, pero cuando son bien manejados y alimentados su carne es suave y palatable.

2.8.3. Características de la canal

Excluyendo el cuero, cabeza y patas que son proporcionalmente más pesadas en los búfalos, la cantidad de carne aprovechable en búfalos es casi la misma que la producida por el ganado vacuno. El rendimiento porcentual puede calcularse basándose en el peso de la canal caliente o fría (fría se obtiene alrededor de 2% menos que si se calcula en base a una canal caliente). La edad, contenido gastrointestinal, sexo, raza, hormonas y/o implantes tienen considerable influencia en el rendimiento porcentual de un animal. Nascimento (1979) reportó, que en búfalos del tipo mediterráneo y novillos cebú, se obtuvieron rendimientos en canal de 55.5 y 56.6 % respectivamente. En Australia búfalos de pantano produjeron rendimientos de canal de alrededor de 53% (Charles y Johnson, 1975). La piel del búfalo de agua por ser más gruesa que la del vacuno, alcanza un valor del peso corporal que oscila entre 10-12% más que en novillos.

El búfalo es un animal de carne magra, aunque una capa de grasa subcutánea recubre la canal, pero esta es usualmente más delgada que la que se encuentra en ganado vacuno desarrollado bajo condiciones similares de alimentación. Experimentos llevados a cabo en Australia por Charles y Johnson (1975), revelaron que es difícil producir búfalos con más de 25% de grasa, mientras que el promedio en ganado vacuno es alrededor de 35%.

2.8.4. Composición de la canal

Las canales difieren en el porcentaje de rendimiento al corte a causa de sus distintos grados de terminado y desarrollo muscular en relación con el tamaño de su esqueleto. Para establecer la composición de la canal es importante tener presente tres variables: músculo, hueso y grasa. Un aumento en uno de ellos implica disminución porcentual de uno de los otros dos.

La estructura de la canal del búfalo es prácticamente idéntica a la del vacuno, no hay diferencias en distribución ni en estructura del músculo, aunque sí difiere el patrón de deposición y cantidad de grasa, la que se presenta subcutánea o en las cavidades entre los órganos. Hay poca grasa intermuscular y la intramuscular es casi ausente. El tejido conectivo y las vainas que envuelven los músculos están más desarrollados que en los vacunos.

2.8.5. Características químicas de la carne

La carne de búfalo es similar a la de novillo si se tiene en cuenta el pH (5.4), el total de proteína (19%), humedad (76.6%), cenizas (1%) y compuestos no nitrogenados, pero los lípidos, fosfolípidos y colesterol tienen valores menores.

2.8.6. Color de la carne

En los músculos se encuentran mezcladas fibras blancas con fibras rojas (ricas en mioglobina que pueden llegar a constituir hasta 30-40% del total de fibras en los músculos oscuros). Se ha observado que en búfalos y novillos de edad similar, los músculos de los búfalos son un poco más oscuros, lo que se debe probablemente al mayor pigmento total, contenido de mioglobina presente y menor grasa intramuscular (2-3% de marmoleo, comparado con 3-4% en novillos). Sin embargo la grasa del búfalo es siempre blanca (Joksimovic y Ongjanovic, 1977)².

2.8.7. Capacidad de retención de agua

La mayoría de las propiedades físicas de la carne como textura, firmeza, jugosidad y blandura, se deben en parte a la capacidad de retención de agua. Factores como especie, edad, función del músculo, caída del pH en la etapa post-mortem, interacción proteica, y glucólisis postmortem afectan la capacidad de la carne para retener agua. Esta capacidad de retención en el tejido muscular es muy importante durante el almacenamiento y en la expresión de las características organolépticas de la carne al momento de consumo. No se han encontrado diferencias significativas sobre la capacidad de retención de agua al comparar cortes de músculos idénticos provenientes de novillos y búfalos de edad y ceba similar (Tecnigro, 1984).

2.8.8. Terneza de la carne

La blandura de los distintos músculos varía ampliamente. En general, aquellos que contienen menos tejido conectivo son más tiernos que aquellos en que el tejido conectivo se presenta en mayor cantidad. Se ha observado que la dureza puede variar dentro de un mismo músculo. Muchos otros factores influyen en la dureza de la carne, tales como: la edad, factores genéticos, participación de un músculo en el ejercicio diario, la duración y

² Joksimovic y Ongjanovic (1977), no se encontraron diferencias significativas entre búfalos del tipo mediterráneo y ganado buska, en deposición de grasa y propiedades físicas de la canal.

temperatura de almacenamiento (maduración y congelación), y los métodos de despiece (Velez, 1994).

Las comparaciones entre búfalos y vacunos de edad y acabado similar, han arrojado algunas diferencias en dureza y palatabilidad, pero las mismas han sido poco significantes.

Pruebas de degustación realizadas a través de paneles, han mostrado que la carne de búfalo es tan aceptable como la del vacuno. Estudios realizados en Trinidad y Tobago por un panel compuesto por 28 personas todas con experiencia en la producción de carne, evaluaron tres diferentes canales, un búfalo trinitario, un novillo cruzado (Jamaica-Red/Sahiwal) y una canal de novillo de alta calidad importada de Europa. Los resultados mostraron que la carne de búfalo obtuvo el mayor puntaje para 14 jueces; 7 escogieron la canal importada; 5 la canal del animal cruzado y 2 reportaron que la carne del búfalo y el novillo cruzado eran tan buenas o mejores que la del europeo. La carne de búfalo recibió el mayor puntaje en color, sabor y aceptabilidad en general (Wilson, P.N., 1961).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en las instalaciones de la Sección de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.) ubicada en el valle del Zamorano a 33 Km. al sur-este de Tegucigalpa, capital de Honduras. La altura del valle es de 800 m.s.n.m. y esta situado a 14° latitud norte y 87° longitud oeste. En esta región se presentan dos estaciones bien marcadas a lo largo del año, una lluviosa que comprende los meses de Junio a Noviembre y otra seca de diciembre a Mayo. La temperatura promedio anual es de 22°C y la precipitación promedio anual de 1105 mm.

El estudio se realizó mediante la ejecución de dos experimentos que se describen a continuación.

3.2. EXPERIMENTO 1

EVALUACION DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION EN EL DESARROLLO DE VAQUILLAS DE REEMPLAZO Y SU EFECTO SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

3.2.1. Animales

Para la realización de este experimento se utilizaron 48 vaquillas con un peso inicial promedio de 334.09 Kg. \pm 32.61 (Anexo 1); de diversa composición racial, 23 Brahman, 17 Beefmaster y 8 encastadas (Holstein-Brahman, Holstein-Gyr). Estos animales fueron desparasitados utilizando ivermectina³ una semana antes de comenzar el experimento, siendo posteriormente asignados aleatoriamente a 8 grupos (n=6) balanceados en base a peso, edad y composición racial.

³Ivomec Tópico®, MSD-AGVET División de Merck & Co. Inc. Rahway, New Jersey, USA.

3.2.2. Corrales

Se utilizaron ocho corrales ubicados en la zona de Colindres del Zamorano, con un área total de 96 m² (12*8 m) y un 33% de sombra. Cada corral 8 metros lineales de comedero de cemento. Estos corrales son de tierra, recubiertos con una capa de material selecto y están rodeados en su perímetro por alambre espigado y cerca eléctrica.

3.2.3. Alimentación

Para distribuir controladamente la alimentación, los animales se dividieron en dos grupos de 4 corrales (n=6), escogidos al azar.

Al primer grupo se le proporciono como alimentación basal, paja de rastrojo de arroz, la cual fue embalada en pacas de alrededor de 11.36 Kg. que fueron tratadas con 4% de urea en relación a su peso seco, para incrementar la digestibilidad de la fibra, además de adicionarceles agua para elevar su contenido de humedad al 30%. Después de 21 días de exposición a la amoniatación, el material fue oreado por 24 horas y ofrecido *ad libitum* a los animales. El segundo grupo recibió como alimentación basal ensilaje de Sorgo.

La dieta basal para ambos grupos fue suplementada con melaza líquida y concentrado . El concentrado se balanceó para que junto con la paja de rastrojo y el ensilaje de sorgo se puedan cubrir los requerimientos nutricionales para una ganancia diaria de peso de 1000 g. considerando requerimientos determinados por el NRC.

3.2.4. Análisis de muestras

Se tomaron muestras de paja de arroz antes y después de haber sido amoniataada para ver el efecto de este tratamiento sobre su composición química. Así mismo se recolectaron muestras del ensilaje de sorgo, para evaluar la calidad nutricional del material en estudio. En todos los casos se recogieron muestras para los cuatro periodos en los que se desarrollo el experimento.

El análisis de las muestras se realizó tanto del alimento ofrecido como del rechazado. Se determinó el contenido porcentual de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y la digestibilidad in vitro de la materia orgánica en base seca (Anexo 3).

3.2.5. Tratamientos experimentales

El experimento consistió en cuatro tratamientos con 2 repeticiones y 6 unidades experimentales, llevándose a cabo durante cuatro periodos de 21 días cada uno, para su evaluación nutricional. Los tratamientos evaluados fueron:

- **Tratamiento # 1 (ENCM):**
Ensilaje de sorgo + Suplemento 1 (2850 g./animal/día).
- **Tratamiento # 2 (PCM):**
Paja de arroz + Suplemento 2 (1800 g./animal/día).
- **Tratamiento # 3 (ENSM):**
Ensilaje de sorgo + Suplemento 1 (2850 g./animal/día) + monensina (200mg/animal/día).
- **Tratamiento # 4 (PSM):**
Paja de arroz + Suplemento 2 (1800 g./animal/día)+ monensina (200 mg/animal/día).

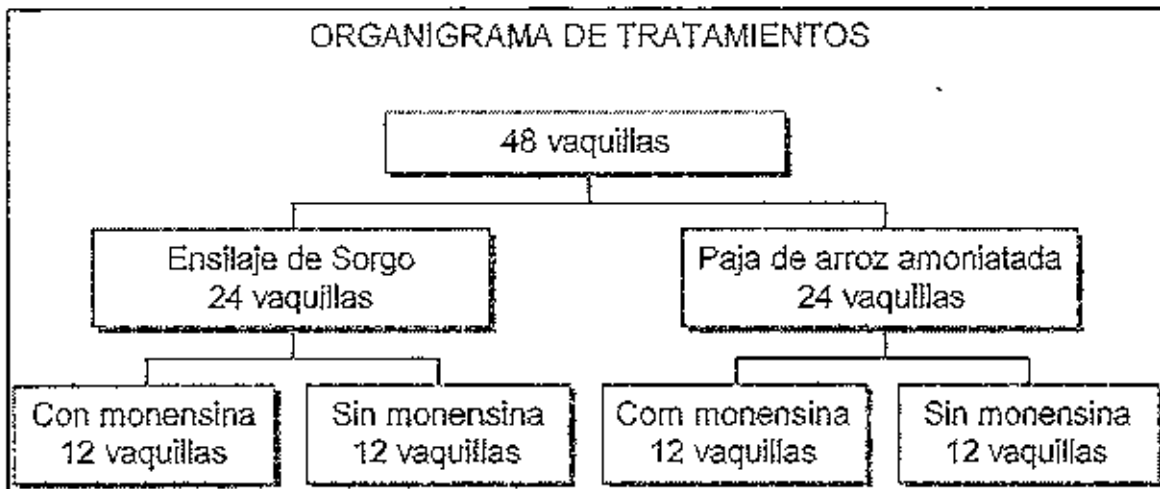


Figura 1. Organigrama de tratamientos para el Experimento I.

La composición de los suplementos utilizados para la alimentación de las vaquillas se detallan a continuación.

Cuadro 4. Composición porcentual del Suplemento 1 utilizado en la alimentación de vaquillas que recibieron ensilaje de sorgo como alimentación basal.

INGREDIENTES	%
Maíz / Olote / Tusa	35.08
Gallinaza	35.08
Harina de maní	17.54
Melaza	8.8
Sal mineralizada (10 %, fósforo)	3.5

Adicionalmente se suministró 0.53 Kg. de melaza fluida diluida en agua, al momento de dar el ensilaje de sorgo para aumentar su palatabilidad.

Cuadro 5. Composición porcentual del Suplemento 2 utilizado en la alimentación de vaquillas que recibieron paja de arroz amoniataada como alimentación basal.

INGREDIENTES	%
Semolina de arroz	41,68
Harina de oreja de Guanacaste	41,68
Aceite crudo de palma africana	5,55
Melaza	5,0
Sal mineralizada (10 %, fósforo)	5,55
Sulfato de amonio	0,56

Adicionalmente se suministró 0,83 Kg. de melaza fluida diluida en agua, al momento de dar el rastrojo de arroz para aumentar su palatabilidad.

3.2.6. Variables medidas

Las variables medidas durante el estudio fueron:

- Consumo de materia seca (Kg. de MS/ 100 Kg. de peso vivo).
- Ganancia diaria de peso (Kg./animal/día).
- Conversión alimenticia (Kg. de MSC / Kg. de peso vivo).

Además se estableció el efecto de cada tipo de alimentación sobre la eficiencia reproductiva de las vaquillas de reemplazo, para lo cual se evaluó:

- Días a primer celo
- Días a servicio efectivo
- Número de servicios por concepción (pajillas/vientre/preñado).
- Porcentaje de preñez (en base a no retorno a celo).

3.2.7. Manejo del experimento

Diariamente se llevó un estricto control de alimento, para medir los kilogramos de alimento ofrecido y el rechazo del mismo. El control de peso se realizó al principio y al final de cada período. El ensayo experimental tuvo una duración de 83 días, distribuidos en 4 períodos de 21 días⁴ cada uno. Todos los animales tuvieron un período de adaptación de 15 días antes de empezar a tomar los datos experimentales.

⁴ El cuarto período tuvo una duración de 20 días, para un total de 83 días de evaluación y no 84 como era lo planificado.

La temprana entrada de la época lluviosa durante este año en el valle del Zamorano (Anexo 5), fue una de las principales causas de que se presentara un desempeño animal irregular durante el tercer y cuarto período experimental, ya que al encontrarse los animales en corrales de tierra con poco drenaje y espacio vital reducido ($16 \text{ m}^2 / \text{animal}$) estuvieron expuestos a encharcamiento generando condiciones inapropiadas para su mantenimiento que provocaron estrés y en algunos casos hasta pérdidas de peso, lo que obligó a sacar los animales del confinamiento un día antes de lo planificado. Otro de los factores que pudo haber influenciado el pobre desempeño animal durante este período, fue el cambio de procedencia de la paja de arroz, ya que se empezó utilizando paja producida en la E.A.P. pero por falta de disponibilidad se tuvo que traer material procedente de la Finca San Bernardo, ubicada en el Depto. del Paraíso que por ser de características nutricionales más bajas que la producida en Zamorano (Anexo 3). Por lo antes mencionado se decidió realizar los análisis evaluando la respuesta animal acumulada para los 83 días.

3.2.8. Análisis estadístico

El diseño estadístico experimental se llevó a cabo utilizando el Sistema de Análisis Estadístico (S.A.S.) y consistió en un factorial de 2×2 , donde el factor 'A' representa la dieta y el factor 'B' la sal de monensina sódica (Rumensin®). La separación de medias se realizó utilizando la prueba de diferencia mínima significativa (DMS). La evaluación para ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia se hizo de forma grupal realizando análisis para los períodos experimentales y para el desempeño animal final durante el experimento. Para la evaluación reproductiva, cada vaquilla fue considerada como unidad experimental, por lo que el análisis consideró 12 repeticiones por tratamiento.

3.3. EXPERIMENTO 2.

EVALUACION DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION Y CARACTERIZACION DE LA CANAL DE BUFALOS EN CRECIMIENTO

3.3.1. Animales

En este estudio se trabajó con 15 búfalos en crecimiento con un peso inicial promedio de 326.5 Kg. de peso inicial, que oscilaban entre los 18 a 21 meses de edad. En el grupo se encontraban animales enteros y castrados.(Anexo 2).

Los animales se dividieron en tres grupos de cinco animales, los cuales fueron asignados aleatoriamente y balanceados en base a peso, y condición (castrados / enteros).

3.3.2. Corrales

Los búfalos durante el experimento se mantuvieron albergados en tres corrales de piso de tierra, 150 m² (15*10), con 4 metros lineales disponibles de comedero. Los tres corrales contaban con sombra natural, además de colocarse una malla de sarán, para regular la entrada de los rayos solares y reducir el estres por alta temperatura.

3.3.3. Alimentación

Se utilizaron tres diferentes dietas básicas, una para cada grupo de animales, estos fueron: ensilaje de sorgo, paja de arroz amoniataada, bagazo picado y cogollo entero de caña de azúcar. Las cuales fueron suplementadas con concentrado y una mezcla de melaza y urea (4:1), como fuente de carbohidratos solubles y nitrógeno no proteico, diluida en 12 litros de agua .El grupo alimentado con paja de arroz, únicamente recibió la mezcla de melaza y agua (sin urea).

3.3.4. Análisis de muestras

Se tomaron muestras de paja de arroz antes y después de haber sido amoniataada con la finalidad de determinar su composición química. Así mismo se recolectaron muestras del ensilaje de sorgo y el cogollo y bagazo de caña, para evaluar su calidad nutricional en cada periodo.

En cada muestra del alimento ofrecido, se determinó el contenido porcentual de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y la digestibilidad in vitro de la materia orgánica en base seca (Anexo 4).

3.3.5. Tratamientos experimentales

Los tratamientos contaron con 5 animales cada uno pero no tuvieron repetición.

- Tratamiento # 1:
Ensilaje de sorgo + suplemento concentrado + mezcla húmeda (urea + melaza).
- Tratamiento # 2:
Paja amoniada de arroz + suplemento concentrado + mezcla húmeda (melaza sin urea).
- Tratamiento # 3:
Bagazo picado y cogollo entero de caña de azúcar + suplemento concentrado + mezcla húmeda (urea + melaza).

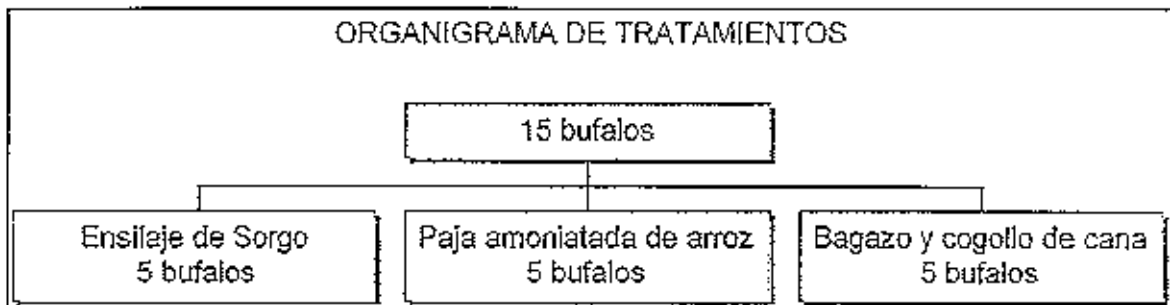


Figura 2. Organigrama de tratamientos para el Experimento 2.

A los tratamientos en base a ensilaje y paja de arroz, se les proporciono el alimento a razón de 2.00% de materia seca en base a su peso vivo y se adiciono un 20% más de alimento para promover la selección por parte de los animales y compensar pérdidas.

Al grupo alimentado en base a cogollo y bagazo de caña de azúcar, durante el primer periodo se le ofreció el cogollo y bagazo de caña de azúcar a razón del 3.2% de materia seca en relación al peso vivo del animal, de esta cantidad el 20% se destino a selección. Para el segundo periodo experimental se ofreció la dieta en un 3.5% de materia seca, de los que se destino para rechazo un 22.5%. Mientras que en el tercero y cuarto periodos se incremento la cantidad de materia seca ofrecida en relación al peso vivo de los animales a 4.3%, de lo cual un 22.2% fue adicionado para favorecer la selección y mejorar el consumo de los materiales.

La composición del suplemento utilizado para la alimentación de las dietas básicas de cada grupo de animales se detallan seguidamente.

Cuadro 6. Composición porcentual del suplemento utilizado en la alimentación de búfalos.

INGREDIENTES	%
Semolina de arroz.	41,7
Harina de maíz	25,0
Aceite crudo de palma africana	12,5
Hoja de Madriado (<u>Glinicidia sepium</u>)	10,0
Biofós	6,7
Sulfato de amonio	0,8
Sal mineral (6 %, fósforo)	3,3
Mezcla húmeda: (Diluida en 2,4 litros de agua)	Urea : Mezcla 100 g./animal/día 400 g./animal/día

3.3.6. Variables medidas

Las variables en estudio para este experimento durante la evaluación nutricional fueron:

- Consumo de alimento (Kg. de MS / 100 Kg. de peso vivo).
- Ganancia diaria de peso (Kg./animal/día).
- Conversión alimenticia (Kg. de MSC / Kg. de peso vivo).

Además se realizó una caracterización de la canal del búfalo para determinar:

- Composición de la canal
- Rendimiento de la canal

En adición a las medidas lineales de canal, se realizó una prueba de degustación de carne de novillo y de búfalo, para establecer si existen o no preferencias en sabor, ternura, jugosidad y textura de la carne. Esta prueba se llevó a cabo mediante un panel de catadores formado por 30 personas.

3.3.7. Manejo del experimento

Para la medición de la variable ganancia diaria de peso, se realizaron pesajes al principio y al final de cada período de evaluación. Se llevaron a cabo cuatro períodos, que tuvieron una duración de 21 días, para un total de 84 días de evaluación nutricional. Los grupos de

animales previo al inicio del experimento tuvieron un período de adaptación a la dieta de 15 días. Se mantuvo un estricto control sobre el alimento suministrado, del cual se midieron los Kg. de alimento ofrecido (disponible) y el rechazo del mismo, para obtener un promedio de consumo/animal/tratamiento/día.

Para la caracterización de la canal se sacrificaron 14 animales. Los pesajes de los cortes se realizaron utilizando una báscula electrónica marca FAIRBANKS, con capacidad para 5.44 Kg. y una convencional marca TOLEDO de 20 Kg. de capacidad.

El panel de degustación se realizó para encontrar diferencias organolépticas entre la carne de búfalo y novillo, y determinar si existen o no preferencias. Se utilizó bola de lomo como corte a evaluar, tomando en cuenta diferentes características sensoriales como: jugosidad, suavidad, textura, aroma, y apariencia.

Se utilizaron novillos comerciales para realizar la comparación. Estos al momento del sacrificio tenían entre 9 -12 meses más, de edad que los búfalos, lo cual debe repercutir sobre la palatabilidad de la carne.

3.3.8. Análisis estadístico

Para la evaluación nutricional se estableció un diseño de bloques completamente aleatorizados, con cuatro períodos y cinco unidades experimentales por tratamiento. El análisis estadístico se realizó por medio del paquete "Sistema de Análisis Estadístico" (S.A.S. , 1988). La separación de medias donde se encontraron diferencias se realizó utilizando la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS).

Para la caracterización de la canal, las variables de respuesta, peso vivo y rendimiento de canal se analizaron considerando un diseño de regresión lineal, para determinar el grado de relación existente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EXPERIMENTO 1

Los datos de ganancia diaria de peso, consumo de materia seca por cada 100 Kg. de peso vivo se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Desempeño animal acumulado durante el experimento 1.

Variables	Ensilaje de sorgo		Paja de arroz amoniada	
	Con monensina	Sin monensina	Con monensina	Sin monensina
PI (Kg.)	330.80 ± 38 ^a	334.17 ± 37 ^a	323.58 ± 34 ^a	331.86 ± 22 ^a
PF (Kg.)	391.21 ± 48 ^a	395.23 ± 44 ^a	367.59 ± 36 ^b	379.02 ± 33 ^b
GDP (g)	728 ± 06 ^a	735 ± 06 ^a	530 ± 06 ^b	568 ± 06 ^b
CM (Kg/100 Kg PV)	2.00 ± .03 ^a	2.06 ± .03 ^a	2.12 ± .03 ^a	2.30 ± .03 ^b
CA (Kg MSC/GDP)	10.85 ± 1.7 ^a	11.13 ± 1.7 ^a	15.26 ± 1.7 ^a	15.30 ± 1.7 ^a
DPE (días)	16.75 ± 3.2 ^a	18.16 ± 3.7 ^a	24.25 ± 3.2 ^a	21.06 ± 3.5 ^a
DSE (días)	44.11 ± 5.1 ^a	31.5 ± 5.4 ^a	35.75 ± 5.4 ^a	32.48 ± 5.4 ^a
SPC (# pajillas)	2.09 ± .26 ^a	1.8 ± .28 ^a	2.11 ± .29 ^a	1.8 ± .28 ^a
% de preñez	91.67	83.33	75.00	83.33

PI = Peso inicial promedio Kg./animal.

PF = Peso final promedio Kg./animal.

GDP = Ganancia diaria de peso, g./animal/día.

CM = Consumo de materia seca, Kg MST/100 Kg. de peso vivo.

CA = Conversión alimenticia, Kg MSC/GDP.

DPE = # de días a primer estru.

DSE = Días a servicio efectiva.

SPC = # de servicios por concepción.

Las medias con diferente letra difieren entre sí (P < 0.05).

4.1.1. Ganancia diaria de peso (GDP)

La respuesta animal acumulada para los 83 días de evaluación muestran que el promedio de GDP para los tratamientos fue de 0.641 g./animal/día. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P = 0.06) donde los tratamientos en base a ensilaje (732 g./animal/día) presentaron mejores GDP con respecto a los de paja de arroz amoniada (549 g./animal/día), esto debido a la mejor calidad nutricional del ensilaje, que en promedio incremento en un 24.89% las GDP en relación con los tratamientos en base a paja.

Por su parte la adición del aditivo alimenticio a las dietas no presentó efecto en el desempeño animal ($P=0.75$), lo que indica que las diferencias encontradas se debieron en mayor proporción al tipo de dieta y no a la utilización de la monensina. Lo anterior difiere de lo reportado por McGuffey (1987), donde vaquillas que recibieron monensina mejoraron su promedio de ganancia diaria en 0.064 Kg. lo que representa un 9.8% de aumento con relación al testigo. Esto puede deberse a que en este caso los suplementos concentrados que se utilizaron proporcionaban suficiente cantidad de energía para el animal, por lo que el incremento en la molaridad del propionato y la modificación de los productos finales de la fermentación ruminal, ligados al aumento en agentes glucogénicos no fueron considerablemente mayores como para haber cambiado el desempeño de las vaquillas de reemplazo, en favor de la utilización de monensina.

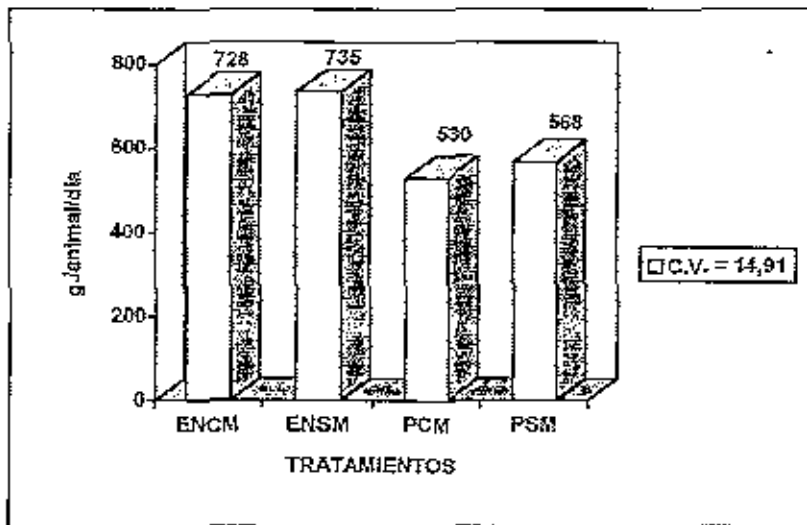


Figura 3. Ganancia diaria de peso acumulada para el Experimento 1.

4.1.2. Consumo de materia seca (CMS)

En la Figura 4, se presentan las diferencias obtenidas entre tratamientos para CMS. Estas diferencias significativas se debieron en su mayoría al tipo de material usado en las dietas ($P=0.006$), donde los consumos en los tratamientos en base a paja de arroz (2.21 ± 0.02 Kg. MS) fueron superiores en un 8.86% a los tratamientos en base a ensilaje (2.03 ± 0.02 Kg. MS). Este mayor consumo de paja con respecto al ensilaje puede deberse al incremento en digestibilidad y contenido de nitrógeno, por efecto de la amoniatación con urea a la que se sometió el material; además de que por ser un material altamente fibroso y de características nutricionales menores que el ensilaje, se brindó la oportunidad al animal de seleccionar, al aumentar en un 20% la disponibilidad de material ofrecido. Otro factor que debió afectar la ingestión de ensilaje, es el alto contenido de humedad que este posee

(25% de MS), lo cual le da al material mayor volumen dentro del rumen, ocasionando una distensión de las paredes ruminales, provocando una sensación de llenado. Esto asociado con el pH ácido que el ensilaje contiene pueden actuar como reguladores del consumo voluntario en el animal.

El efecto en reducción de consumo causado por el aditivo se empieza a mostrar a partir de los 42 días, ya que aquellos tratamientos que contenían el aditivo redujeron la ingestión de materia seca en un 6,87%, lo que representa un ahorro de 0.158 Kg. MS ($P = 0.037$).

La reducción en consumo para los 83 días de evaluación fue también significativa para los tratamientos en base a paja, donde PCM (2.12 ± 0.03 Kg. MS) reportó disminuciones de alrededor de 8.03% con relación a PSM (2.30 ± 0.03 Kg. MS). Esta disminución es superior a la reportada por Menacho (1995) de 3.5%, quien trabajó con novillos de engorde. Los datos recolectados muestran que no existieron diferencias significativas en consumo para los tratamientos en base a ensilaje, que presentaron valores similares de ingestión (2.00 ± 0.03 Kg. MS para ENCM, contra 2.06 ± 0.03 Kg. MS para ENSM).

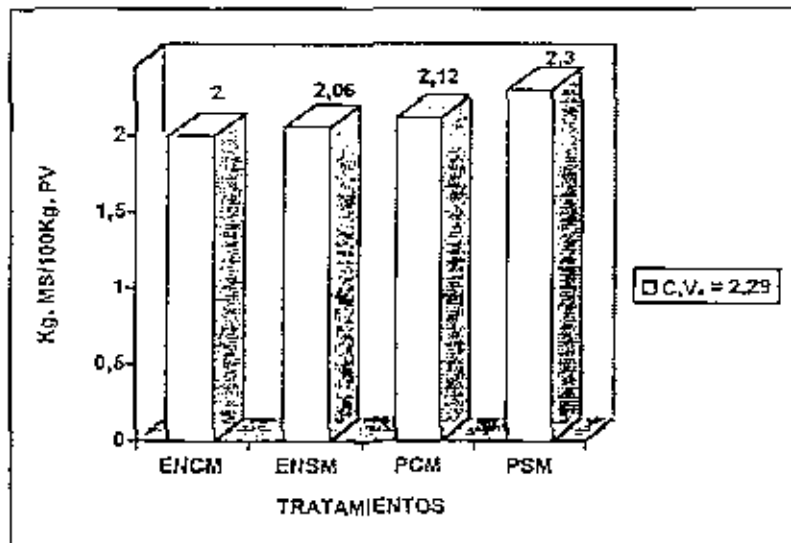


Figura 4. Consumo de materia seca por tratamiento.

4.1.3. Conversión alimenticia (CA)

En la Figura 5, se observa que, no se encontraron diferencias significativas ($P = 0.063$) entre los tratamientos en base a ensilaje (10.99 ± 1.18 Kg. MSC / Kg. de peso) en comparación con los tratamientos en base a paja de arroz (15.28 ± 1.67 Kg. MSC / Kg. de peso). Sin embargo los datos muestran una tendencia a presentar mayor eficiencia en la utilización de alimento por parte de las vaquillas alimentadas con ensilaje. Esto se debe a

que la dieta basada en paja de arroz logró menores ganancias de peso a pesar de tener un mayor consumo de materia seca. Esto podría atribuirse a que el suplemento utilizado no permitió que el potencial de la dieta se expresara, por lo que se debería haber incrementado el nivel de suplementación, sin disminuir el consumo de paja observado (efecto sustitutivo). Lo cual sugiere, que de brindarse un suplemento más denso energéticamente, se podría alcanzar y superar el desempeño mostrado por los animales de los tratamientos con ensilaje. Mientras que el mayor incremento en consumo puede atribuirse a la mayor cantidad de NNP provisto por efecto de la amoniatación.

Por su parte la utilización de monensina en la dieta tampoco presentó diferencias significativas ($P= 0.93$) entre los tratamientos, lo cual difiere con lo reportado por Betancourt (1995), que señala que novillos que recibieron el aditivo presentaron disminuciones en la conversión de alimento de 20,1% con respecto al control. Speeding (1991), obtuvo mejoras en conversión de 13,6% y Menacho (1995), 12%. Por lo que aunque el tratamiento PCM, presentó un menor consumo (8,03%) en relación a PSM, también reportó menores ganancias de peso, lo que ocasionó que la eficiencia en utilización de alimento también disminuyera.

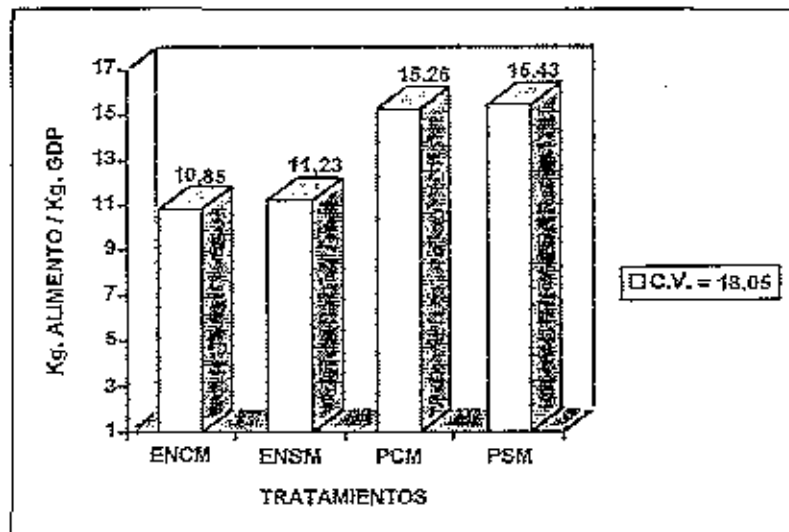


Figura 5. Conversión alimenticia por tratamiento.

4.1.4. Número de días a primer estro (DPE)

No se presentaron diferencias entre los tratamientos ($P= 0.23$) para la variable DPE. Los tratamientos con ensilaje tienden a presentar celo en menor tiempo (17,45 días) que los que utilizaron paja de arroz (22,65 días) pero sin ser estadísticamente diferentes.

La adición de monensina no produjo diferencias con respecto a los tratamientos en que no se uso el ionóforo, lo cual difiere con lo reportado por McCartor *et al.* (1979) que reporta que los animales tratados con el aditivo alcanzaron la pubertad 29.5 días antes que los de la dieta testigo. Lalman et al. (1993), también reportan que vaquillas que recibieron monensina presentaron su primer estro 21 días antes ($P>0.05$) que las del tratamiento testigo.

Los valores en días para la variable número de días a primer estro para los tratamientos en estudio se muestran en la siguiente figura.

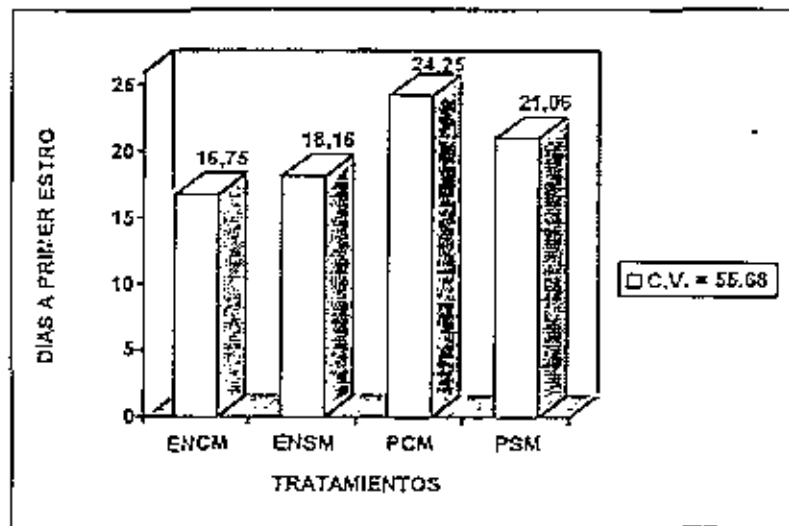


Figura 6. Número de días a primer estro.

4.1.5. Número de días a servicio efectivo (DSE)

La variable DSE es de gran importancia debido a que pueden presentarse un menor número de días a primer celo, pero estos pueden ser infértiles, por lo que esta variable nos permite evaluar con mayor objetividad los tratamientos. El promedio de DSE para todos los tratamientos fue de 35.96 días (Figura 7). No se encontraron diferencias significativas ($P=0.49$) entre los tratamientos en base a ensilaje (37.8 ± 3.7 días) y paja de arroz (34.1 ± 3.8 días). Tampoco se encontró efecto con la adición de monensina a las dietas ($P=0.15$), por lo que se puede inferir que todos los tratamientos se comportaron de forma similar, aunque aquellos que recibieron el ionóforo (39.9 ± 3.7 días) mostraron tendencia a presentar un mayor número de días que los que no contenían el aditivo (32 ± 3.8 días).

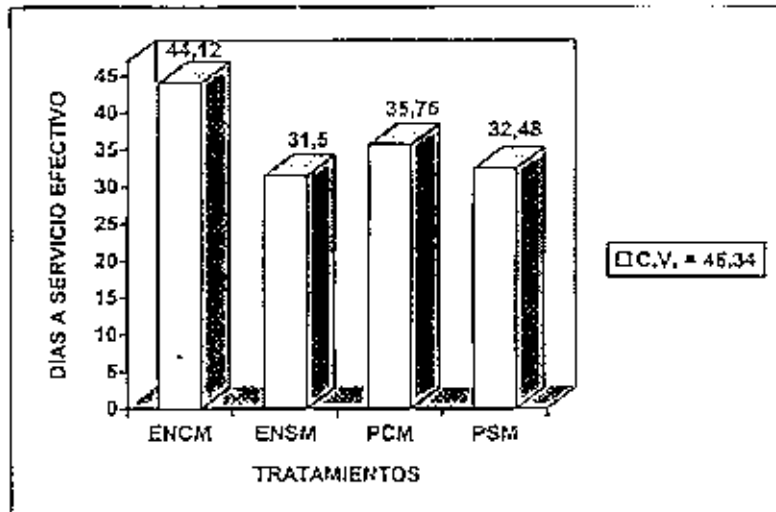


Figura 7. Días a servicio efectivo para los tratamientos.

4.1.6. Porcentaje de preñez

El porcentaje promedio de preñez para todos los tratamientos fue de 83.33%. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P=0.439$). Aquellos animales alimentados en base a ensilaje o paja de arroz, presentaron porcentajes de preñez similares, 87.5% y 79.17% respectivamente, aunque los animales alimentados con ensilaje tienen tendencia a ser más fértiles.

El uso de monensina no afectó la respuesta animal, pues se obtuvo el mismo porcentaje de preñez (83.33%) entre los tratamientos con y sin aditivo, lo cual concuerda con lo reportado por Meguffey *et al.* (1987), donde la tasa de concepción al primer servicio y durante todo el periodo de cruzamientos fue similar en ambos casos. Lalman (1993), también reporta tasas de preñez similares entre los tratamientos con y sin monensina, lo que indica que la composición nutricional de la dieta influye directamente en la tasa de concepción de los animales independientemente de la adición del aditivo alimenticio.

Los resultados sugieren que todas las dietas evaluadas son capaces de cubrir satisfactoriamente los requerimientos necesarios para lograr un desempeño reproductivo adecuado. Esto indica que si brindamos al rumiante una alimentación apropiada que permita, maximizar los procesos fermentativos dentro del rumen, disminuir imbalances nutricionales y utilizar eficazmente los productos finales de fermentación, podemos utilizar exitosamente materiales fibrosos, de bajo contenido proteico y digestibilidad, que son abundantes en el trópico y en especial durante la época seca para la alimentación animal obteniendo resultados favorables.

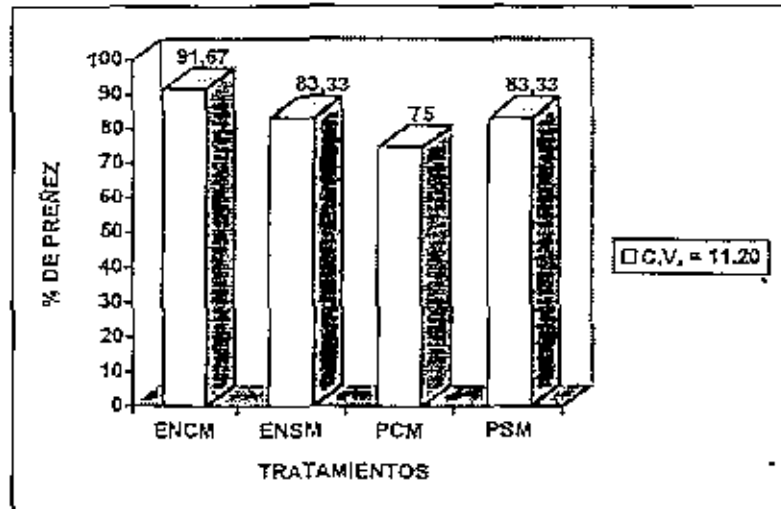


Figura 8. Porcentaje de preñez para cada tratamiento.

4.1.7. Número de servicios por concepción (SPC)

Con respecto a SPC, no se encontraron diferencias entre los tratamientos ($P=0.2378$). El promedio de servicios por vientre preñado para todos los tratamientos fue de 1.95. Esta diferencia puede deberse a que la fertilidad en ganado lechero es superior a la del ganado de carne, debido al intenso trabajo en selección y mejoramiento genético que se ha realizado. Siliezar (1996), trabajando con animales de la misma composición racial a los de este estudio y reporta 1.7 servicios por preñez, lo que es un 12.82% menor al promedio de los tratamientos evaluados. Hafez (1987), señala que una buena eficiencia es aquella en la cual se logra menos de 2 servicios por concepción, lo que coincide con los resultados obtenidos en los tratamientos ENSM y PSM. El tipo de dieta y la adición de monensina no causaron variaciones estadísticamente significativas respecto a la variable SPC ($P=0.11$).

En la figura siguiente se presenta el número de servicios por preñez observados para cada uno de los tratamientos evaluados durante el experimento.

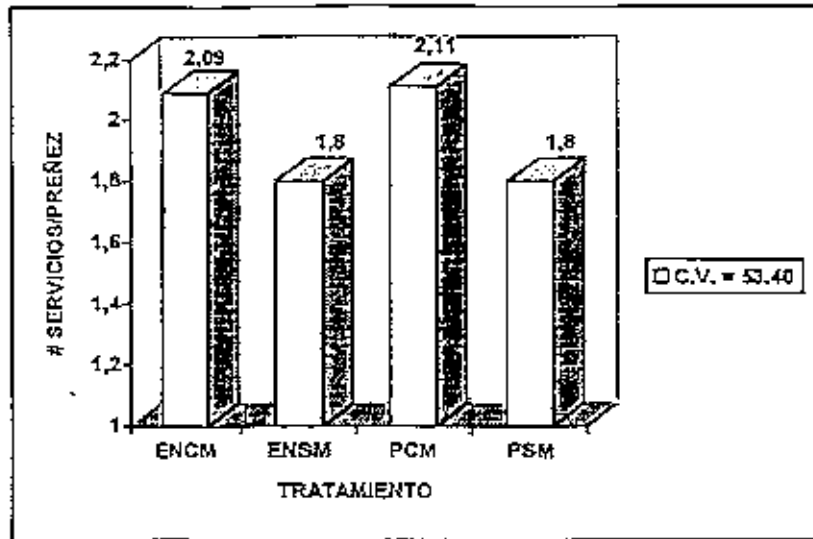


Figura 9. Número de servicios por concepción.

4.2. COMPARACION ECONOMICA

La elaboración de un análisis diferencial de costos es de suma importancia para poder evaluar con mayor objetividad y precisión cualquier tipo de alternativa práctica de manejo, ya que a fin de cuentas el factor económico es el que va a determinar la adopción de la misma. Por lo que los costos en que se incurran deben de ser cubiertos por las ganancias que se obtengan, sea en forma de terneros, carne, o cualquier producto que genere mayores ingresos (Larson, 1992). Para el caso en estudio se esperaba que los tratamientos en base a ensilaje obtuvieran una mejor respuesta animal que los de paja de arroz, por las características físicas de este tipo de materiales. Se pretendía además conseguir una mayor eficiencia en la utilización de alimento y sobre los parámetros reproductivos de los animales, por efecto de la adición de monensina a las dietas.

En el Cuadro 8, puede apreciarse que la utilización de ensilaje en la alimentación de vaquillas incrementa los costos por ternero en un 27.3%, lo que representa un aumento de 311.94 Lps. en relación al costo por ternero generado por los tratamientos en base a paja amoniada de arroz. Estos datos indican que la utilización del rastrojo de arroz amoniado, es una alternativa de gran potencial para la alimentación de vaquillas de carne, a pesar de presentarse un mayor consumo de materia seca y obtenerse menores ganancias de peso con respecto a los tratamientos donde se utilizó ensilaje como alimentación basal (Anexo 9).

Cuadro 8. Resumen de Costos de alimentación, inseminación y costos por ternero producido por tratamiento.

DETALLE	Ensilaje de sorgo		Paja de arroz amoniatada	
	Con monensina	Sin monensina	Con monensina	Sin monensina
Costo de alimentación por día	8,92	9,26	4,91	4,98
Costo de alimentación 83 días	740,36	768,58	407,53	413,34
Costo de inseminación (# pajillas)	261,25	225,00	263,75	225,00
Costo por ternero	1092,62	1192,34	895,04	766,04

* Precios en Lempiras. (US\$ 1.00 = Lp. 12,88) ver anexo 9.

..

La inclusión de monensina a las dietas de ensilaje redujo los costos por ternero en un 8,36%, respecto al tratamiento sin monensina, lo que representa una disminución de 99,72 Lps. Esto indica que aunque la reducción en consumo y las menores ganancias de peso obtenidas por efecto del aditivo no fueron estadísticamente diferentes para los tratamientos de ensilaje, en términos económicos se presenta lo contrario, pues la menor ingestión de materia seca lograda por el aditivo, reduce aunque en pequeña proporción los costos, contribuyendo a mantener viable la permanencia de un hato reproductor. No así en el caso del tratamiento PCM, a pesar de tener los menores costos de alimentación, obtuvo un 14,41% más de costos por ternero que PSM, debido a su menor porcentaje de preñez.

Lo anterior muestra que para alcanzar un mayor beneficio económico no es necesario tratar de obtener los mayores índices de producción brindando alimentos de alto costo, si no optimizar, integrar, e intensificar los recursos y actividades que nos provee el sistema finca, pues aunque la respuesta animal pueda ser inferior, las ventajas generadas son múltiples y variadas, acorde con el medio ambiente y nuestro bienestar económico.

4.3. EXPERIMENTO 2.

La respuesta biológica animal para los 84 días de evaluación nutricional, se presenta a continuación:

Cuadro 9. Desempeño animal acumulado durante el experimento.

Variabes	Ensilaje de sorgo	Paja de arroz amoniataada	Bagazo y cogollo de caña ..
PI (Kg)	332.00	322.64	325.00
PF (Kg)	364.36	345.00	354.82
GDP (g)	385. ± 36.5	266 ± 14.5	355 ± 11.5
CMS (Kg/100 Kg. PV)	1.58	2.01	2.26
CA (Kg. MSC/GDP)	14.97	26.06	22.64

PI = Peso inicial.

PF = Peso final.

GDP = Ganancia diaria de peso, g./animal/día.

CMS = Consumo de materia seca, Kg. MS/100 Kg. de peso vivo.

CA = Conversión alimenticia, Kg. MSC/Kg. de GDP.

4.3.1. Ganancia diaria de peso (GDP)

Como se puede observar en el cuadro anterior, el tratamiento en base a ensilaje (385±36.5 g./animal/día) fue el que alcanzó una mayor GDP, por lo que sí se encontraron diferencias significativas ($P=0.04$) con respecto al tratamiento basado en paja de arroz amoniataada (266±14.5 g./animal/día), el cual logró ganancias menores en un 30.9% con relación al tratamiento con ensilaje (Figura 10). No así al compararlo con las ganancias de peso obtenidas por los animales que recibieron bagazo y cogollo de caña de azúcar, que promediaron 354 g./animal/día.

En general todos los tratamientos resultaron con ganancias de peso bajas respecto a lo reportado por Menacho⁴ (1995), quien alimentando búfalos de peso similar con bagazo de caña, alcanzó en promedio GDP de 612 g./animal/día, mientras que Amador (1992) obtuvo ganancias de 633 g./animal/día con búfalos en pastoreo continuo con *Brachiaria humidicola*.

Esta baja respuesta animal podría deberse a que los niveles de amoníaco en el licor ruminal no se mantienen altos durante todo el día, cuando se alimenta con dietas

⁴ Menacho (1995), proporcionó bloques multinutricionales y brindó la suplementación de urea en dos raciones al día.

altamente fibrosas y bajas en proteína, por lo que los niveles de amoníaco se incrementan posterior a la ingestión de alimento pero vuelven a decaer. Estas deficiencias en amoníaco dan como resultado trastornos en los procesos fermentativos, por lo que la suplementación con urea debe hacerse a manera que se mantengan estos niveles durante el mayor tiempo posible. Lo anterior indica que se debería de distribuir la cantidad de urea a suministrar en dos o más veces al día.

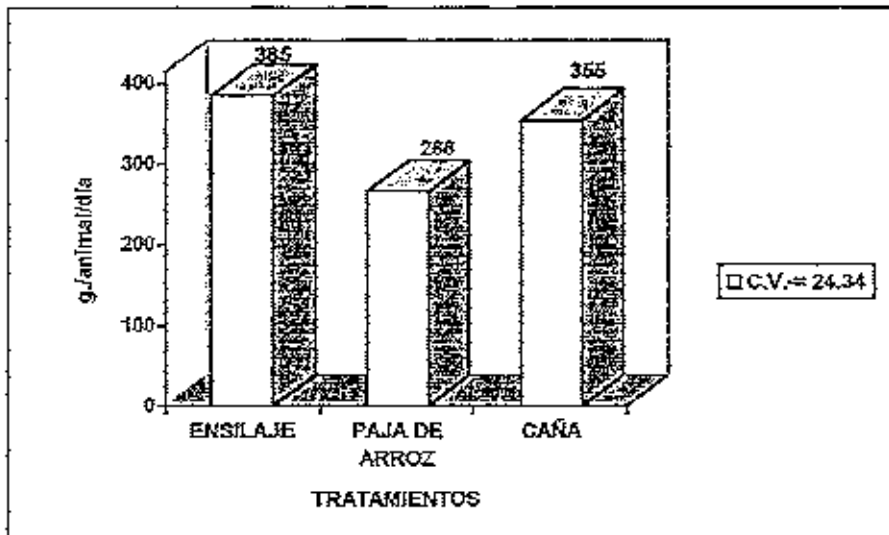


Figura 10. Ganancia diaria de peso por tratamiento.

4.3.2. Consumo de materia seca (CMS)

El tratamiento en base a bagazo y cogollo de caña fue el que obtuvo una mayor ingestión de materia seca (2.26 Kg. MS/100 Kg. P.V.), siendo esta mayor en un 11.1% con respecto al consumo obtenido con paja de arroz y en un 30.1% en relación al tratamiento en base a ensilaje. Este mayor consumo puede atribuirse a la mejor palatabilidad que posee la caña, debida a los residuos de jugo que permanecen después de la extracción (que en un trapiche artesanal pueden alcanzar hasta un 20% del contenido total), también la alta cantidad de material ofrecido que permitió al animal seleccionar a voluntad, lo que se refleja en que la ingestión de este material se incrementó en un 14.95% del primero al cuarto periodo, a medida que se aumentaba su disponibilidad. Menacho (1995), utilizando bagazo de caña reportó consumos de materia seca de 2.35 Kg. (expresado en base a % de peso vivo) en búfalos de peso similar, lo cual difiere tan sólo en un 3.83% con los encontrados en el experimento.

Por su parte el tratamiento en base a ensilaje fue el que obtuvo un menor consumo de alimento (1.58 Kg. MS/100 Kg. de peso vivo), esto debido al alto contenido de humedad

que este tipo de material contiene (alrededor de 75%), lo cual restringe el consumo voluntario del animal al causarle una sensación temporal de llenado. Además al no estar los comederos protegidos contra la lluvia, el contenido de humedad incrementaba cada vez que esta se presentaba, afectando en mayor proporción a los animales que consumían ensilaje por las características físicas de este tipo de material en comparación a los otros; esto asociado al bajo contenido de proteína cruda (5.68%) en relación a lo que se esperaba encontrar (7-9%), podría explicar la disminución en consumo durante los últimos 42 días en relación con los dos períodos anteriores.

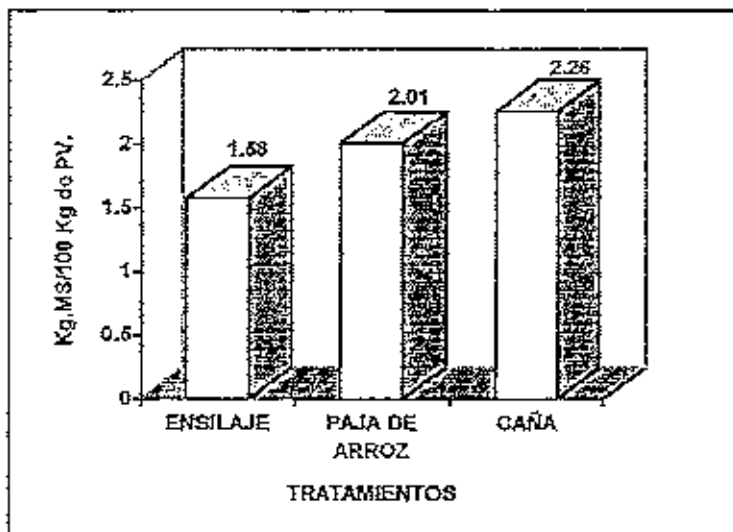


Figura 11. Consumo de materia seca por tratamiento.

4.3.3. Conversión alimenticia (CA)

Como se observa en la Figura 12, la mayor eficiencia en utilización de alimento fue obtenida por los animales que recibieron ensilaje como alimentación basal (14.97 Kg.), que fue menor en un 42.55% con respecto al tratamiento en base a paja (26.06 Kg.) y en un 33.87% en relación con los animales alimentados con bagazo y cogollo de caña de azúcar (22.64 Kg.).

En general todos los tratamientos mostraron valores relativamente altos en conversión de alimento lo cual difiere con lo reportado en la literatura por Afifi *et al.* (1977) quien señala que el búfalo al tener un tracto gastrointestinal grande aumenta su tiempo de retención de alimento aprovechando de mejor forma alimentos ricos en fibra. Esto puede deberse a imbalances nutricionales en los productos de fermentación ruminal, quizá si se le adicionase a estas dietas proteína sobrepasante se mejorarían las condiciones del rumen alcanzándose una mejor respuesta animal.

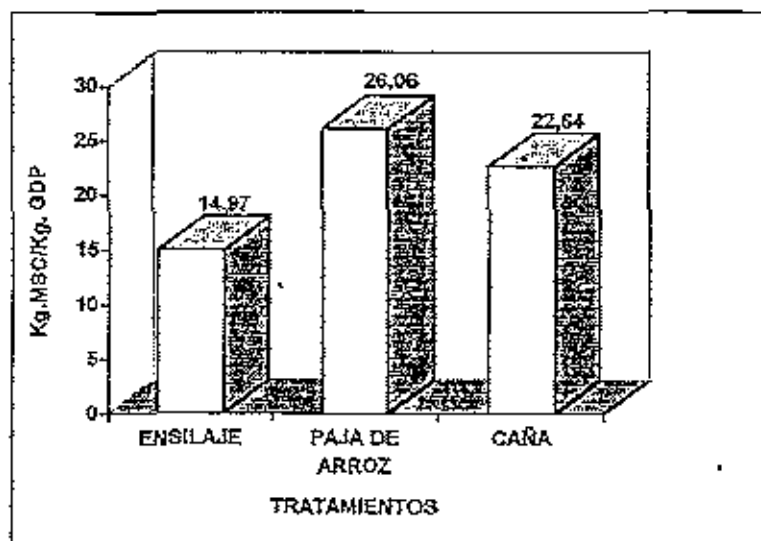


Figura 12. Conversión alimenticia por tratamiento.

4.4. CARACTERIZACION DE LA CANAL DE BUFALO

La caracterización de la canal de búfalo se realizó utilizando búfalos de 21 meses de edad, 10 castrados y 2 enteros.

Las canales de búfalo se caracterizan por presentar bajos niveles de grasa. El porcentaje promedio de deposición (castrados/enteros) fue de 5.33 en relación al porcentaje de peso de la canal, lo que difiere con lo reportado por Tecniagro (1984) donde se encontraron niveles de grasa de 0.6%.

El rendimiento de la canal de búfalo se ve afectado por el alto peso de sus patas, cabeza y cuero que representan el 17.16% de su peso vivo, además el contenido del tracto gastrointestinal estaba lleno al momento del sacrificio aun cuando los animales estuvieron en ayuno por 12 horas antes, por lo que si este se calculara en base al peso vacío del animal (peso vivo - contenido gastrointestinal), el rendimiento de la canal aumentaría en un 13.33% (Anexos 6 y 7).

En el cuadro 10, se muestran parámetros comparativos entre canales de vacunos y búfalos, donde se observa que las canales de búfalo presentan un 43.59% menos grasa que las de vacuno, por lo que son bastante más magras. El rendimiento en canal de los vacunos es superior a los bufalinos en un 19.03%, pero al sacar proporciones de músculo se encontró que todos los animales alcanzaban rendimientos similares, con excepción de

los búfalos sacrificados por tecniagro, los cuales fueron superiores en un 6.37%. La proporción de hueso en la canal del bufalino tiende a ser mayor que en el vacuno, lo que contribuye a que el rendimiento sea menor en estos también se observa que los rendimientos en canal entre vacunos con sangre Bos indicus y animales con sangre europea fueron muy similares.

Cuadro 10. Datos comparativos de canales de búfalos y novillos.

Parámetro	Búfalo castrado	Búfalo entero	Búfalo*	Cebú* común	1/2* Charolaise	1/2* cebú	1/2* Pardo
Rto. canal %	51.21	50.74	55.12	65	66.66	62.98	64.02
Rto. carnes %	72.57	72.34	78.53	73.54	74.19	72.98	73.40
% peso canal							
Rto. hueso %	20.82	22.42	18.68	15.72	14.43	16.30	15.40
% peso canal							
Rto. cebo %	6.12	4.54	0.60	9.26	10.04	9.27	9.25
% peso canal							

* Datos tomados de Tecniagro, 1984.

Mucha de la variación de las medidas experimentales de una variable es causada en gran parte por otras variables relacionadas, cuyas magnitudes cambian durante el transcurso del experimento (Gómez, 1996). Mediante un análisis de regresión lineal podemos determinar la naturaleza de la relación, como es en el caso de el peso vivo y el rendimiento de canal esperado. El análisis mostró que entre las dos variables de interés existe una correlación alta y positiva ($R = 0.89327$), lo que indica que a mayor peso vivo tenga el animal, mayor va a ser su rendimiento en canal. Esto señala que por cada Kg. de peso vivo que posea el animal, su rendimiento porcentual en canal aumentará en: 0.024958 ± 2.35 unidades.

4.5. PRUEBA DE DEGUSTACION DE CARNE

Los resultados de la prueba de degustación de carne realizada por un panel compuesto por 30 personas muestran que en general, la carne de búfalo y novillo es muy semejante, ya que el 89.74% de ellos, no encontraron diferencias en cuanto a la jugosidad de ambas carnes, mientras que el 10.26% restante se inclinó por la de novillo. La carne de búfalo fue encontrada más suave por 63.16% de los evaluadores y únicamente un 36.8% opinaron a favor de la de vacuno. En cuanto a textura el 68.2% de los degustadores prefirieron la carne de novillo sobre un 31.8% que escogieron la de búfalo como de mejor textura. Esta diferencia pudo deberse a que la carne de búfalo era tan suave que perdía consistencia en la boca, mientras que la de vacuno se mantenía firme. La apariencia de

ambas carnes fue igual por lo que la gran mayoría de los panelistas (94,2%) no encontró diferencias entre ambas. Al consultarles respecto a cual de las dos carnes preferirían consumir el 73,33% señalaron la de búfalo y solo un 26,67% la de novillo. Cabe mencionar que los novillos que se usaron en esta prueba tenían 9-12 meses más de edad que los búfalos lo que podría haber beneficiado a estos últimos por ser animales más viejos y menos blandos.

Esto indica que la carne de búfalo es tan buena como la del vacuno y que no posee ningún tipo de sabor o característica que pueda afectar sus propiedades organolépticas, por lo que provee un nivel de calidad y gustosidad similar.

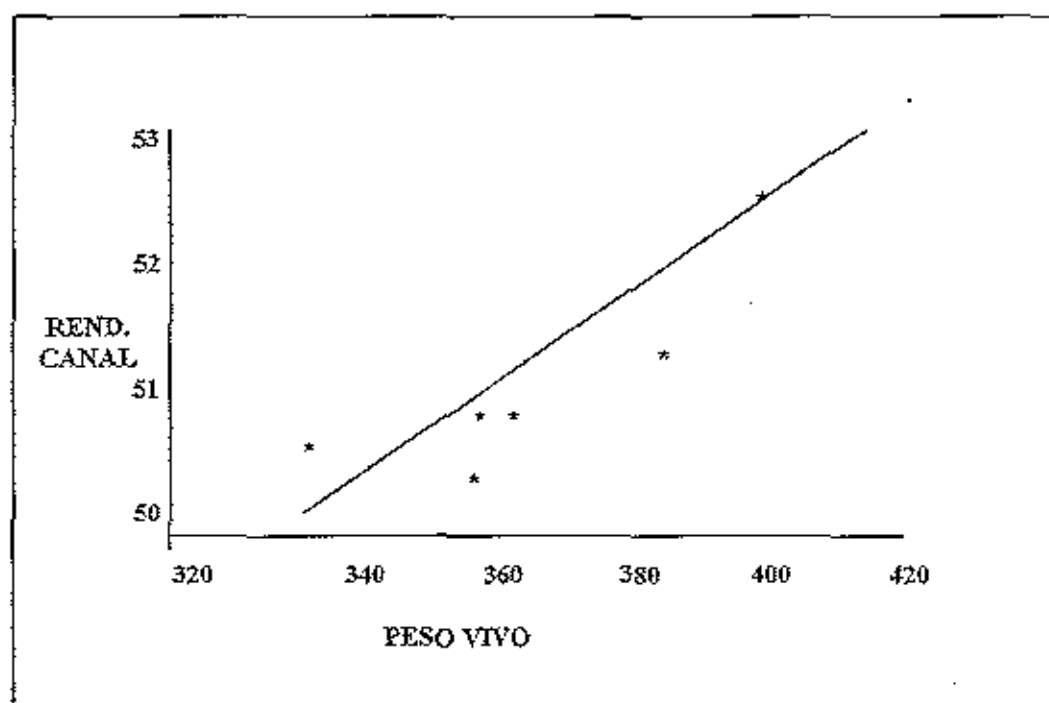


Figura 13. Diagrama de dispersión para las variables rendimiento de canal y peso vivo.

CONCLUSIONES

Para alcanzar un mayor beneficio económico no es necesario tratar de obtener los mayores índices de producción brindando alimentos de alto costo, si no optimizar, integrar, e intensificar los recursos y actividades que nos provee el sistema finca, pues aunque la respuesta animal pueda ser relativamente inferior, las ventajas generadas son múltiples y variadas, acorde con el medio ambiente y el bienestar económico.

La utilización de paja de arroz amoniataada en la alimentación de vaquillas de reemplazo, es una opción de gran potencial para las regiones tropicales, pues a través de ella se puede obtener una respuesta reproductiva favorable a un menor costo.

La adición de monensina en la dieta de vaquillas tiende a reducir la ingestión de materia seca cuando se utiliza paja de arroz amoniataada como alimentación basal, lo que representa un ahorro en costos de alimentación.

La utilización de residuos de cosecha y subproductos de la caña de azúcar bajo una buena suplementación estratégica, es una alternativa viable en la alimentación de búfalos durante la época seca pues permite mantener una productividad animal moderada y aprovechar eficientemente materiales de características fibrosas.

Los rendimientos en canal de búfalo son menores a los obtenidos por vacunos, aunque su rendimiento en carne comercializable es similar.

No se observaron diferencias en cuanto a características organolépticas como suavidad, textura, jugosidad, aroma y apariencia entre la carne de búfalo y vacuno, aunque la de búfalo suele ser más magra.

RECOMENDACIONES

Se debe continuar investigando el efecto del uso de ionóforos en la alimentación de vaquillas, en especial sobre parámetros reproductivos, pero debe de tomarse en cuenta el efecto de las razas que se manejan, ya que en este experimento aunque no se estudio, si se notó que existen diferencias en la respuesta obtenida en razas cebuinas y las que tienen Bos taurus en su composición racial.

Se recomienda evaluar el efecto de otros tipos de rastrojo amoniado sobre los índices de productividad animal y como la fertilización del cultivo pudiera influir en la calidad de este tipo de alimento.

Se debe estudiar el nivel de suplementación sobre el consumo de materia seca, cuando se utilizan materiales con baja calidad o amoniados, para determinar hasta donde el efecto del suplemento es aditivo y donde empieza a ser sustitutivo.

La cuantificación de la concentración de amoníaco en el licor ruminal de búfalos debe de ser un punto de especial atención en próximas investigaciones para poder entender los procesos de fermentación que se llevan a cabo dentro del rumen.

BIBLIOGRAFIA

AAFCO. 1955. Guidelines for contaminant levels permitted in mineral feed ingredients In: Association of American Feed Control Officials Official Publication. 221 pp.

ACEVEDO, M.R. 1993. Efecto de promotores de crecimiento en el engorde de toretes. Tesis presentada a la Escuela Agrícola Panamericana como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

AFIFI, Y.A.; El-Kousy, H. A.; El- Khishen, S. S.; El-Ashry, M.A. 1977. Production of meat from egyptian buffaloes. Egyptian Journal of Animal Production 17(2).

ARAQUE, C. 1994 Resultados de investigación sobre bloques multinutricionales en bovinos. I Conferencia Internacional de Bloques Multinutricionales. Guanare, Venezuela. 21-26.

ARMSTRONG, D.G.; BLAXTER, K.L. 1957. The heat increment of steam - volatile fatty acids in fasting sheep. Br. J. Nutr. 11:247.

BAILE, C.A. 1975. Control of feed intake in ruminants. In digestion and metabolism in the ruminant. Armidale, Australia, University of New England. Pp 333-350.

BAUMGARDT, B. 1969. Utilization of cellulose by ruminants. Advances in Chemistry Series, 95:242-244.

BERGEN, W.G.; BATES, D.B. 1984. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. Journal of Animal Science. 58:1465.

BETANCOURTII, G.M. 1995. Efecto de aditivos alimenticios en el levante de sementales. Tesis presentada a la Escuela Agrícola Panamericana como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

BINES, J.A.; HART, J.C. 1980 . Manipulation of the ruminal ecosystem .Proc. Nutr. Soc. 37:281.

CHARLES, D.D.; JOHNSON, E.R. 1972. Carcass composition of the water buffalo (Bubalus bubalis). Australian Journal of Agriculture Research 23:905-911.

_____. ; JOHNSON, E.R. 1975. Live weights gains and carcass composition of buffalo (*Bubalus bubalis*) steers on four feeding regimes. *Australian Journal of Agriculture Research* 26:407-413.

DAWSON, K.A. 1989. Manipulating ruminal fermentations: Are there natural alternatives to ionophores for beef production ?. *Biotechnology on the feed industry*. Editor T.P. Lyons. pp.101-112.

DINIUS D.A.; SIMPSON, M.E.; MARSH, P.B. 1976. Effect of monensin fed with forrage on digestion and ruminal ecosystem of steers. *Journal of Animal Science*. 42:229.

ESNAOLA, M. 1995. Folleto de clase de producción de no rumiantes. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

FAO (ITALIA). 1977. Maximizing NPN use in feeding systems based on agroindustrial by-products. *Nuevos recursos forrajeros*. pp. 173-186.

FONNESBECK, P.T.; KEARL, L.C.; HARRIS, L.E. 1975. The effect of monensin in reproductive parameters on beef heifers. *Journal of Animal Science*. 40:1150.

GOMEZ, F. 1996. Estadística II: Introducción al micro SAS. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

HAFEZ, E.S.E. 1987. Reproducción e inseminación artificial en animales. Traducido por Luis Ocampo Camberos, Carlos García Roig, Hector Sumano López. McGraw-Hill, México, D.F. 694 pp.

JOKSIMOVIC, J.; ONGJANOVIC, A. 1977. A comparison of carcass yield, carcass composition, and quality characteristics of buffalo meat and beef. *Meat Science* 1: 105-110.

LALMAN, D.L.; PETERSEN, M.K.; ANSOTEGUI, M.W. 1993. The effect of ruminally undegradable protein, propionic acid, and monensin on puberty and pregnancy in beef heifers. *Journal of Animal Science*. 71:2843

LENG, R. 1982. Modification of rumen fermentation. Nutricional limits to animal production from pastures. *Proceedings of an international symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia, august 24th-28th, 1981*. Commonwealth Agricultural Bureaux, London. pp. 427-456.

MCCARTOR, M.M.; RANDEL, R.D.; CARROLL, L.H. 1979. *Journal of Animal Science*. 48:488.

McDOWELL, R.E.; MOODY, E.G.; VAN SOEST, P.J.; LEHMANN, R.P.; FORD, G.L. 1994. Protein fermentation and growth by rumen microbes. *British Journal of Nutrition* 24, 157-177.

MCGUFFEY, R.K. 1987. Raising Dairy Replacement Heifers. Elanco Products Company, Indianapolis.

MENACHO, C.A. 1995. Alternativas para el engorde de novillos y búfalos en el Zamorano. Tesis presentada a la Escuela Agrícola Panamericana como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

MOSELEY, W.M.; McCARTOR, M.M.; RANDEL, R.D. 1982. Effect of monensin on growth and reproductive performance of beef heifers In: Nutritional influences on reproductive development and replacement heifers. (Editor: R. D. Randel). Technical Report 82:1. Pp 1-21.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1981. The water buffalo: New prospects for an underutilized animal. National Academic Press, Washington D.C. 1981.

_____.; 1984. Nutrient requirements of beef cattle. National Academic Press, Washington D.C. 1984.

OLDAM, R.R. 1980. Amino acid requirements for lactation in high yielding dairy cows. In: Recent avances in animal nutrition, London, Butterworths, pp. 33-65.

ORSKOW, E. 1982. Nutritional evaluation of poor quality roughages. Maximum livestock production from minimum land. Pp. 70-87.

PATE, F. 1989. Utilización de la caña de azúcar en raciones de ganado. Traducido por Peter Fairhurst. Ingenio Pantaleón, Guatemala.

POND, W.G.; MANER, J.H. 1984. Swine production and nutrition. Avi. Publ. Co. Westport, Connecticut. 539 pp.

POTTER,.; RAUN, A.P.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P.; RICHARSON, L.F.; 1976. Effect of monensin in cattle pastured or fed harvested forages in confinement. *Journal of Animal Science*. 43:1.

_____, E.L.; PURSER, D.B.; CLINE, J.H. 1968. Effects of various energy sources upon plasma free amino acids in sheep. *J. Nutr.* 95:655.

PRESTON, T. , LENG, R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Circulo de impresores Ltda. Cali , Colombia, 312 pp.

_____. 1995. 1^{ra} Conferencia internacional para la intensificación de la ganadería de doble propósito. La Ceiba, Honduras. En imprenta.

ROY, J.H.; Balch, C.C.; Orskov, E.R.; Smith, R.H. 1977. Calculation of the nitrogen requirement for ruminants from nitrogen metabolism studies. In: Protein metabolism and nutrition. EAAP, Wageningen, Pudoc. Pp. 126-129.

RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER E.L.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P. 1976. Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. Journal of Animal Science. 39:255.

SCHELLING, G.T. 1984. Monensin mode of action in the rumen. Journal of Animal Science. 58:1518.

SHIRLEY, R.L. 1986. Nitrogen and energy nutrition of ruminants. Academic Press, London, U.K. pp. 149-168.

STUART, R. 1988. Evaluación de alternativas para el tratamiento de los residuos de cosecha de la caña de azúcar para el ganado vacuno. Revista Mundial de Ciencia Agrícola, 22:55-67.

SUNDSOL, F.; COXWORTH, E. 1984. Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amoníaco. Revista Mundial de Zootecnia, FAO. 26: 13-21.

TEJADA, R. 1979. Uso de paja de trigo amoniada como sustituto del ensilaje de maíz en raciones para ovinos en crecimiento. Tesis para optar al título de Licenciado en Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 86 pp.

TYRRELL, H.F.; MOE, P.W. 1975. Journal of Dairy Science. 48:1035.

VAN SOEST, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B books, Oregon, U.S.A. pp. 374.

_____; P.; McCAMMON; FELDMAN, 1980. Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal. Informes CATIE, Turrialba, Costa Rica. 7-17 pp.

VELEZ, M. 1994. Producción de ganado lechero en el trópico. Zamorano Academic Press, Honduras, C.A.

WAISS, A.C.; GUGGOLZ, J.; KOHLER, G.; WALKER, H.; GARRET, W. 1972. Improving digestibility of straws for ruminants feed by aqueous ammonia. Journal of Animal Science. 35:109-112.

WILLIAMS, P.E.; LIM, A.M. 1987. Understanding the biochemical mode of action of the yeast culture Yea Sacc. Alltech Second european lecture tour. Alltech technical publications. Nicholasville, Kentucky.

WILSON, P.N. 1961. Palatability of water buffalo meat. Journal of the Agricultural Society of Trinidad. 61:457,459-460.

ZAPANA, J.C. 1990. Amoniatación de residuos agrícolas con urea. Tesis presentada a la Escuela Agrícola Panamericana como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras.

ZORRILLA, J.M. 1990. Ionóforos y manipuladores de la fermentación ruminal. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Consultores en producción animal. D.F. México, México. pp. 108-116.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Peso por periodo de evaluación de los animales utilizados en el Experimento 1.

Tratamiento: Ensilaje sin monensina.

Número	Raza	Peso inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Peso 83 días
94019	BR	340,0	358,6	368,2	394,1	394,1	394,1
94031	BM	342,7	382,3	395,9	415,9	422,7	422,7
94087	BR	308,6	284,5	343,6	350,9	348,6	348,6
94151	BM	315,4	354,5	377,5	392,3	400,9	400,9
94135	ENC.	294,1	321,8	341,4	351,4	361,8	361,8
94070	BR	370,0	393,2	413,6	431,4	431,8	431,8
94002	BM	403,2	433,2	452,3	464,5	473,6	473,6
94045	BR	342,7	358,6	370,9	380,4	390,0	390,0
94053	BR	300,9	325,0	336,4	339,5	347,7	347,7
94154	BM	279,1	301,4	314,5	323,2	329,1	329,1
94081	BR	335,4	363,2	370,0	381,4	385,9	385,9
94051	ENC.	377,7	417,3	439,5	453,2	456,4	456,4

Tratamiento: Ensilaje con monensina.

Numero	Raza	Peso inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Peso 83 días
94008	BM	385,0	437,7	457,7	482,3	490,9	490,9
94097	BM	339,5	365,0	375,9	391,4	388,6	388,6
94113	BR	311,4	330,4	338,6	343,6	343,6	343,6
94781	ENC.	267,7	292,3	310,5	330,9	337,7	337,7
94122	BR	320,0	345,0	360,9	374,1	370,4	370,4
94098	BM	300,0	344,5	365,9	382,7	392,7	392,7
94012	BM	372,7	419,5	438,2	450,4	460,9	460,9
94024	BR	358,2	400,4	409,1	418,2	412,3	412,3
94069	BR	334,1	357,7	355,0	367,7	361,4	361,4
94143	BM	288,6	327,3	332,3	348,2	351,8	351,8
94091	BR	307,7	336,8	350,9	356,4	358,2	358,2
94040	ENC	384,1	415,0	426,8	432,3	425,9	425,9

Anexo I. Continuación.

Tratamiento: Paja de arroz con monensina.

Número	Raza	Peso Inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Peso 83 días
94714	ENC.	350,9	389,1	413,6	416,8	411,4	411,4
94046	BR	329,5	350,4	355,4	348,2	359,5	359,5
94060	BM	351,8	383,6	410,9	435,9	430,4	430,4
94119	BR	293,2	312,7	328,2	348,2	339,1	339,1
94075	BM	315,4	335,9	341,8	346,4	351,8	351,8
94056	BR	359,1	377,3	383,2	394,1	395,4	395,4
94039	BR	356,4	379,1	387,3	398,2	398,2	398,2
94041	BM	342,3	369,5	386,4	400,4	400,9	400,9
94058	BM	310,4	348,6	353,6	362,7	377,7	377,7
94115	BR	300,9	314,5	321,4	321,4	316,4	316,4
94092	ENC.	343,2	380,0	385,0	388,2	403,6	403,6
94048	BR	329,1	341,8	357,3	360,0	363,6	363,6

Tratamiento: Paja de arroz con monensina.

Número	Raza	Peso Inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Peso 83 días
94027	BM	311,6	334,1	350,0	346,8	349,6	349,6
94083	ENC.	333,6	367,7	380,9	390,0	395,9	395,9
94123	BR	317,7	325,0	336,4	330,4	334,1	334,1
94120	BR	342,7	353,6	350,9	351,4	354,2	354,2
94033	BM	344,5	387,7	395,4	423,6	421,8	421,8
94026	BR	367,4	380,9	397,7	370,9	375,4	375,4
94015	BM	318,6	337,7	356,8	370,0	389,1	389,1
94037	BR	375,9	397,7	390,9	413,2	422,3	422,3
94059	BR	298,6	323,2	335,9	375,4	381,4	381,4
94064	BM	322,3	338,6	347,7	336,8	344,5	344,5
94114	BR	302,5	313,6	334,1	330,9	333,6	333,6
94780	ENC.	247,3	271,8	286,4	300,9	309,1	309,1

Anexo 2. Peso por periodo de los animales utilizados en el Experimento 2.

Tratamiento: Paja de arroz amoniataada.

Número	Peso inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Peso 84 días
94027	252,7	258,6	265,9	267,7	276,4	276,4
94020	295,5	298,6	307,7	312,1	313,2	313,2
94005	340,0	345,4	352,3	356,8	363,6	363,6
94017	343,2	352,3	361,8	368,2	368,2	368,2
94008	381,8	381,8	395,4	404,5	403,6	403,6

Tratamiento: Bagazo y cogollo de caña.

Número	Peso inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Peso 84 días
95001	227,3	240,0	243,6	247,3	254,5	254,5
94024	304,5	318,2	321,8	327,3	334,5	334,5
94022	331,8	347,7	350,0	357,3	365,9	365,9
94023	368,2	375,0	377,3	377,3	391,8	391,8
94003	393,2	405,4	416,4	416,4	427,3	427,3

Tratamiento: Ensilaje de sorgo.

Número	Peso inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Peso 84 días
94006	272,7	280,9	306,8	316,8	309,1	309,1
94001	295,4	308,6	309,1	312,3	310,0	310,0
94013	356,4	359,1	386,4	387,3	393,2	393,2
94004	350,0	357,3	362,7	372,7	392,3	392,3
94011	385,4	393,2	420,4	412,3	417,3	417,3

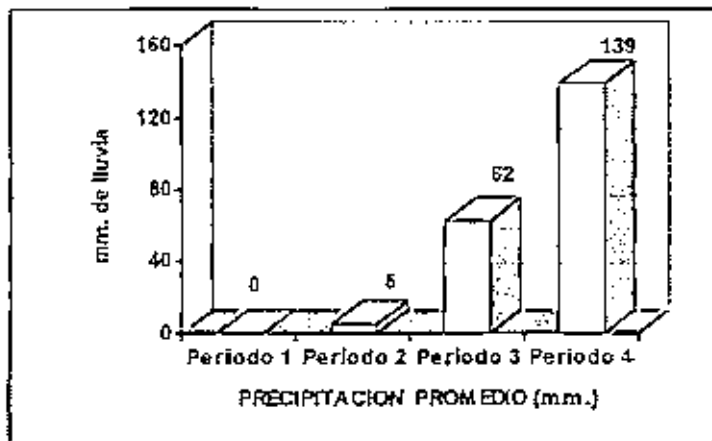
Anexo 3. Composición química del alimento utilizado en el Experimento 1.

MATERIAL	M.S.	PC	DIVMO	FAD	FND	LIG.
Ensilaje de sorgo	23.67	7.89	54.06	45.54	66.58	8.05
Paja de arroz amoniataada	89.46	9.72	52.62	48.73	66.58	4.61
Paja de San Bernardo.	86.3	8.78	45.63	53.16	58.77	8.34

Anexo 4. Composición química del alimento utilizado en el Experimento 2.

MATERIAL	M.S.	PC	DIVMO	FAD	FND	LIG.
Ensilaje de sorgo	27.09	5.68	53.71	39.88	57.17	8.26
Paja de arroz amoniataada	87.5	9.68	52.5	48.2	55.64	6.25
Bagazo de caña	49.21	2.81	45.00	32.68	51.22	7.44

Anexo 5. Precipitación promedio (mm.) por periodo de evaluación.



Anexo 6. Peso promedio de diferentes partes anatómicas y de la canal de búfalo.

PARAMETRO	CASTRADOS (Kg.)	ENTEROS (Kg.)
Peso vivo	391.4	381.6
Peso canal caliente	200.4	193.6
Peso canal fría (1 semana después)	194.1	186.9
Pérdida por frío	6.4	7.1
Contenido gastrointestinal	81.8	78.4
Peso vacío	309.6	303.2
Cuero	44.9	47.3
Hígado	4.6	4.5
Riñon	0.9	0.8
Bazo	0.9	0.9
Lengua	1.1	1.2
Corazón	1.6	1.6
Pulmon	2.6	2.4
Riñonada	1.1	1.3
Patás	8.0	7.8
Cola	0.9	1.0
Cabeza	14.2	13.4
Tracto digestivo vacío	11.3	10.7

Anexo 7. Composición de la canal de búfalo en base al peso de los cortes comerciales.

PIEZA	CASTRADOS	ENTEROS
Carne de primera	51.5	49.6
Carne de segunda	27.9	28.9
Grasa	11.9	8.5
Pullazo	2.2	1.8
Tajo negro	9.8	9.5
Cabeza de lomo	4.7	4.3
Bola de lomo	7.8	6.9
Mano de piedra	3.0	2.7
Cuadril	6.1	5.6
Espuela	1.5	1.4
Posta de paleta	5.0	4.5
Lomo planchado	2.4	2.3
Filete agudo	1.9	1.7
Lomo fino	2.0	1.8
Lomo beefsteak	4.1	3.6
Filete 100%	3.0	2.8
Flan steak	0.8	0.7
Carne para asar	6.9	7.0
Hueso	40.4	41.9

Anexo 8. Costos de alimentación durante la evaluación para el Experimento 1.

Costos tratamiento de ensilaje con monensina.

Material	Cantidad (Kg.)	Precio unitario (Lp.)	Total
Maíz /Olote/ Tuza	1.00	0.57	0.57
Gallinaza	1.00	0.13	0.13
Harina de Maní	0.50	3.85	1.93
Sal mineralizada (10%, fósforo)	0.10	1.74	0.17
Melaza	0.85	0.92	0.78
Monensina	200 mg.		0.13
Costo por kg. de ensilaje			0.25
Costo/animal/día			3.58
Costo de ensilaje/animal/día			5.34
Costo de alimento/animal/día			8.92
Costo de alimento/animal/ 83 días			740.51

Costos tratamiento de ensilaje sin monensina.

Material	Cantidad (Kg.)	Precio unitario (Lp.)	Total
Maíz/Olote/Tuza	1.00	0.57	0.57
Gallinaza	1.00	0.13	0.13
Harina de Maní	0.50	3.85	1.93
Sal mineralizada (10%, fósforo)	0.10	1.74	0.17
Costo por Kg. de ensilaje			0.25
Melaza	0.85	0.92	0.78
Costo/animal/día			3.58
Costo de ensilaje/animal/día			5.68
Costo de alimento/animal/día			9.26
Costo de alimento/animal/ 83 días			768.73

Anexo 8. Continuación.

Costos tratamiento de paja de arroz con monensina.

Material	Cantidad (Kg.)	Precio unitario (Lp.)	Total
Semolina	0.75	1.86	1.40
Oreja de Guanacaste	0.75	0.12	0.09
Aceite crudo de palma africana	0.10	6.6	0.66
Melaza	0.92	0.92	0.85
Fondo sal	0.10	1.74	0.17
Sulfato NH ₄	0.01	2.88	0.03
Monensina	200 mg.		0.13
Costo por Kg. paja de arroz			0.21
Costo/animal/día			3.32
Costo de paja/animal/día			1.59
Costo de alimento/animal/día			4.91
Costo de alimento/animal/ 83 días			407.36

Costos tratamiento de paja de arroz sin monensina.

Material	Cantidad (Kg.)	Precio unitario (Lp.)	Total
Semolina	0.75	1.86	1.40
Oreja de Guanacaste	0.75	0.12	0.09
Aceite crudo de palma africana	0.10	6.6	0.66
Melaza	0.92	0.92	0.85
Sal mineralizada (10%, fósforo)	0.10	1.74	0.17
Sulfato NH ₄	0.01	2.88	0.03
Costo por kg. paja de arroz			0.21
Costo/animal/día			3.20
Costo de paja/animal/día			1.78
Costo de alimento/animal/día			4.98
Costo de alimento/animal/ 83 días			413.09

Anexo 9. Costos de alimentación durante la evaluación para el Experimento 2.

Tratamiento: Bagazo y cogollo de caña.

Material	Cantidad (Kg.)	Precio unitario (Lps.)	total
Semolina de arroz	0,50	1,88	0,94
Harina de maní	0,30	3,85	1,16
Aceite crudo de palma africana	0,15	6,6	0,99
Sal mineralizada (10%, fósforo)	0,04	1,75	0,07
Biofos	0,08	7,048	0,56
Sulfato de amonio	0,01	1,69	0,02
Gliricidia	0,12	0,1	0,01
Urea	0,10	3,33	0,33
Melaza	0,40	0,92	0,37
Costo/animal/día			3,72
Costo de alimentación con caña			1,10
Costo de alimento/animal/día			4,82
Costo de alimento/animal/ 84 días			404,88

Tratamiento: Ensilaje de sorgo

Material	Cantidad (Kg.)	Precio unitario (Lps.)	total
Semolina de arroz	0,50	1,88	0,94
Harina de maní	0,30	3,85	1,16
Aceite crudo de palma africana	0,15	6,6	0,99
Sal mineralizada (10%, fósforo)	0,04	1,75	0,07
Biofos	0,08	7,048	0,56
Sulfato de amonio	0,01	1,69	0,02
Gliricidia	0,12	0,1	0,01
Urea	0,10	3,33	0,33
Melaza	0,40	0,92	0,37
Costo de mezclado			0,07
Costo/animal/día			3,72
Costo de alimentación con ensilaje			1,03
Costo de alimento/animal/día			4,74
Costo de alimento/animal/ 84 días			398,16

Anexo 9. Continuación.

Tratamiento: Paja amoniata de arroz.

Material	Cantidad (Kg.)	Precio unitario (Lps.)	total
Semolina de arroz	0,50	1,88	0,94
Harina de maní	0,30	3,85	1,16
Aceite crudo de palma africana	0,15	6,6	0,99
Sal mineralizada (10%, fósforo)	0,04	1,75	0,07
Biofos	0,08	7,048	0,56
Sulfato de amonio	0,01	1,69	0,02
Glicidía	0,12	0,1	0,01
Melaza	0,40	0,92	0,37
Costo de mezclado			0,07
Costo/animal/día			3,72
Costo de alimentación con paja			1,16
Costo de alimento/animal/día			4,88
Costo de alimento/animal/ 84 días			409,92

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable dependiente ganancia diaria de peso (GDP), para el Experimento 1.

FUENTE	GDL	SC	CM	Valor F	Pr > F
Modelo	3	0.068	0.022	2.49	0.199
Error	4	0.036	0.009		
Total	7	0.105			
	R ²	C.V.	MSE	Promedio	
	0.65	14.91	0.09	0.64	
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	Valor F	Pr > F
Dieta	1	0.066	0.066	7.32	0.05
Monensina	1	0.001	0.001	0.11	0.75
Interacción	1	0.0004	0.0004	0.05	0.83
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr > F
Dieta	1	0.066	0.066	7.32	0.05
Monensina	1	0.001	0.001	0.11	0.75
Interacción	1	0.0004	0.0004	0.05	0.83

Anexo 11. Diferencia de medias para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

TRATAMIENTO	GDP Media	Error Std. Media	Pr > T Ho: Media = 0
ENCM	0.728	0.067	0.0004
ENSM	0.735	0.067	0.0004
PCM	0.530	0.067	0.0014
PSM	0.568	0.067	0.0011

Anexo 12. Comparación entre medias para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

i/j	ENCM	ENSM	PCM	PSM
ENCM	0	0.942	0.106	0.169
ENSM	0.942	0	0.098	0.154
PCM	0.106	0.098	0	0.711
PSM	0.169	0.154	0.711	0

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable dependiente consumo de materia seca (CMS), para el Experimento 1.

FUENTE	GDL	SC	CM	Valor F	Pr > F
Modelo	3	0.103	0.034	14.49	0.013
Error	4	0.009	0.002		
Total	7	0.113			
	R2	C.V.	MSE	Promedio	
	0.91	2.29	0.048	2.12	
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	Valor F	Pr > F
Dieta	1	0.064	0.648	27.28	0.006
Monensina	1	0.031	0.031	13.16	0.022
Interacción	1	0.007	0.007	3.03	0.156
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr > F
Dieta	1	0.064	0.648	27.28	0.006
Monensina	1	0.031	0.031	13.16	0.022
Interacción	1	0.007	0.007	3.03	0.156

Anexo 14. Diferencia de medias para la variable consumo de materia seca (CMS).

TRATAMIENTO	CMS Media	Error Std. Media	Pr > T Ho: Media = 0
ENCM	2.00	0.0344	0.0001
ENSM	2.06	0.0344	0.0001
PCM	2.12	0.0344	0.0001
PSM	2.30	0.0344	0.0001

Anexo 15. Comparación entre medias para la variable consumo de materia seca (CMS).

i/j	ENCM	ENSM	PCM	PSM
ENCM	0	0.2532	0.0695	0.0033
ENSM	0.2532	0	0.3222	0.0079
PCM	0.0695	0.3222	0	0.0192
PSM	0.0033	0.0079	0.0192	0

Anexo 16. Análisis de varianza para la variable dependiente conversión alimenticia (CA), para el Experimento 1.

FUENTE	GDL	SC	CM	Valor F	Pr > F
Dieta	3	36.84	12.28	2.18	0.2328
Monensina	4	22.52	5.63		
Interacción	7	59.37			
	R2	C.V.	MSE	Promedio	
	0.62	18.05	2.37	13.14	
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	Valor F	Pr > F
Dieta	1	36.76	36.76	6.53	0.063
Monensina	1	0.049	0.049	0.01	0.929
Interacción	1	0.03	0.03	0.01	0.945
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr > F
Dieta	1	36.76	36.76	6.53	0.063
Monensina	1	0.049	0.049	0.01	0.929
Interacción	1	0.03	0.03	0.01	0.945

Anexo 17. Diferencia de medias para la variable conversión alimenticia (CA).

TRATAMIENTO	CA Media	Error Std. Media	Pr > T Ho:Media = 0
ENCM	10.85	1.677	0.0029
ENSM	11.13	1.677	0.0027
PCM	15.26	1.677	0.0008
PSM	15.30	1.677	0.0008

Anexo 18. Comparación entre medias para la variable conversión alimenticia (CA).

i/j	ENCM	ENSM	PCM	PSM
ENCM	0	0.911	0.137	0.134
ENSM	0.912	0	0.157	0.154
PCM	0.137	0.157	0	0.989
PSM	0.134	0.154	0.989	0

Anexo 19. Análisis de varianza para la variable dependiente días a primer estro (DPE), para el Experimento 1.

FUENTE	GDL	SC	CM	Valor F	Pr >F
Dieta	24	2983.3	124.3	1.02	0.491
Monensina	20	2447.9	122.4		
Interacción	44	5431.2			
	R2	C.V.	MSE	Promedio	
	0.55	55.69	11.06	19.86	
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	Valor F	Pr>F
Dieta	1	419.61	419.61	3.43	0.079
Monensina	1	420.22	420.22	0.17	0.689
Interacción	20	23.77	23.77	0.19	0.664
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr>F
Dieta	1	419.61	419.61	3.43	0.079
Monensina	1	420.22	420.22	0.17	0.689
Interacción	20	23.77	23.77	0.19	0.664

Anexo 20. Diferencia de medias para la variable días a primer estro (DPE).

TRATAMIENTO	DPE Media	Error Std. Media	Pr >T Ho:Media = 0
ENCM	16.75	3.19	0.0001
ENSM	18.16	3.68	0.0001
PCM	24.25	3.19	0.0001
PSM	21.06	3.46	0.0001

Anexo 21. Comparación entre medias para la variable días a primer estro (DPE).

i/j	ENCM	ENSM	PCM	PSM
ENCM	0	0.774	0.112	0.371
ENSM	0.774	0	0.227	0.573
PCM	0.112	0.227	0	0.506
PSM	0.3706	0.573	0.503	0

Anexo 22. Análisis de varianza para la variable dependiente días a servicio efectivo (DSE), para el experimento 1.

FUENTE	GDL	SC	CM	Valor F	Pr >F
Dieta	24	21630	901	3.49	0.0062
Monensina	16	4134	258		
Interacción	40	25764			
	R2	C.V.	MSE	Promedio	
	0.84	46.35	16.07	34.68	
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	Valor F	Pr >F
Dieta	1	51.44	51.44	0.20	0.661
Monensina	1	634.68	634.68	2.46	0.137
Interacción	1	40.61	40.61	0.16	0.697
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr >F
Dieta	1	126	126	0.49	0.494
Monensina	1	584	584	2.26	0.152
Interacción	1	199	199	0.77	0.392

Anexo 23. Diferencia de medias para la variable días a servicio efectivo (DSE).

TRATAMIENTO	DSE Media	Error Std. Media	Pr >F Ho:Media = 0
ENCM	44.11	5.03	0.0001
ENSM	31.5	5.35	0.0001
PCM	35.75	5.35	0.0001
PSM	32.48	5.43	0.0001

Anexo 24. Diferencia de medias para la variable días a servicio efectivo (DSE).

i/j	ENCM	ENSM	PCM	PSM
ENCM	0	0.105	0.272	0.133
ENSM	0.105	0	0.583	0.899
PCM	0.272	0.583	0	0.675
PSM	0.133	0.899	0.675	0

Anexo 25. Análisis de varianza para la variable dependiente número de servicios por concepción (SPC), para el Experimento 1.

FUENTE	GDL	SC	CM	Valor F	Pr>F
Dieta	3	1.14	0.38	0.49	0.6
Monensina	36	27.96	0.78		
Interacción	39	29.1			
	R2	C.V.	MSE	Promedio	
	0.04	53.41	0.88	1.65	
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	Valor F	Pr>F
Dieta	1	1.125	1.125	1.45	0.2
Monensina	1	0.003	0.003	0.00	0.9
Interacción	1	0.013	0.013	0.02	0.8
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr>F
Dieta	1	1.129	1.125	1.45	0.2
Monensina	1	0.003	0.003	0.00	0.9
Interacción	1	0.013	0.013	0.02	0.8

Anexo 26. Diferencia de medias para la variable servicios por concepción (SPC).

TRATAMIENTO	SPC Media	Error Std. Media	Pr>T Ho:Media = 0
ENCM	1.82	0.265	0.0001
ENSM	1.80	0.278	0.0001
PCM	1.44	0.293	0.0001
PSM	1.5	0.279	0.0001

Anexo 27. Diferencia de medias para la variable servicios por concepción (SPC).

i/j	ENCM	ENSM	PCM	PSM
ENCM	0	0.962	0.352	0.414
ENSM	0.962	0	0.386	0.451
PCM	0.352	0.385	0	0.892
PSM	0.414	0.451	0.892	0

Anexo 28. Análisis de varianza para la variable dependiente ganancia diaria de peso (GDP), para el experimento 2.

FUENTE	GDL	SC	CM	Valor F	Pr >F
Dieta	2	38245	19122	2.87	0.096
Modelo	12	80054	6671		
Error	14	118299			
	R2	C.V.	MSE	Promedio	
	0.32	24.34	81.68	335.51	
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	Valor F	Pr>F
Dieta	2	38245	19122	2.87	0.096
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr>F
Dieta	2	38245	19122	2.87	0.096

Anexo 29. Diferencia de medias para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

TRATAMIENTO	GDP Media	Error Std. Media	Pr >T Ho:Media = 0
Bagazo y cogollo de caña	354.98	36.53	0.0001
Ensilaje de sorgo	385.28	36.53	0.0001
Paja amoniataada de arroz	266.28	36.53	0.0001

Anexo 30. Diferencia de medias para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

i/j	Caña	Ensilaje	Paja
Caña	0	0.568	0.112
Ensilaje	0.568	0	0.039
Paja de arroz	0.112	0.039	0