



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CONTINUA DE
NITRÓGENO NO PROTEICO EN LA REPRODUCCIÓN
DE BOVINOS EN EL TRÓPICO”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

GABRIELA ROJAS REYES

ASESOR: DR. MIGUEL ÁNGEL GALINA HIDALGO

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

-A dios primeramente por todo lo maravilloso que me ha dado en la vida, sin el no hubiera sido posible.

-A mi bebe Caleb por su amor, ya que es el motor de mi vida.

-A mi mami que siempre está ahí para mi, gracias por tu apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida nonita.

-A mi abuelita Armida porque siempre creyó en mí.

-A mis hermanitos Edw y Hansel por su amor y apoyo.

-A mi osito por su apoyo incondicional.

-A mis tíos Yaya, Pita, y Jorge por su generosidad, afecto y porque siempre están al pendiente.

-A todos mis profesores por su guía y tiempo.

Gracias

Índice

I. Resumen	5
II. Introducción	6
III. Revisión de literatura	9
La ganadería en México	9
Producción de bovinos en el trópico	12
Ciclo estral en ganado bovino	15
Fisiología	16
La reproducción en el sistema de doble propósito	18
Eficiencia reproductiva	20
Estacionalidad reproductiva	22
Anestro posparto	22
Relación condición corporal – reproducción	24
La nutrición en el sistema de doble propósito	32
Relación nutrición – reproducción	34
IV. Objetivos	42
V. Hipótesis	43
VI. Material y Métodos	44
Localización	44
Manejo	45
Análisis estadístico	50
VII. Resultados	51
Parámetros reproductivos	51
Parámetros productivos	56
Parámetros Ruminales	58
VIII. Discusión	63
IX. Conclusiones	66
X. Referencias	67

Índice de cuadros, gráficas y figuras

Cuadro 1. _____	10
Inventario Ganadero en México (valores expresados en miles de cabezas).	
Cuadro 2. _____	11
Producción nacional de Carne y Leche de bovino 1990-2006	
Cuadro 3. _____	19
Indicadores reproductivos de vacas primíparas de ganado de leche en el trópico	
Cuadro 4. _____	21
Intervalo entre partos (IEP) en bovinos de doble propósito en el trópico mexicano	
Cuadro 5. _____	23
Diferencia de respuesta en diversas investigaciones para la estacionalidad reproductiva en animales doble propósito.	
Cuadro 6. _____	31
Relación entre condición corporal (CC) y comportamiento reproductivo (escala 1-5)	
Cuadro 7. _____	31
Condición corporal deseable de acuerdo al estado productivo de las vacas.	
Cuadro 8. _____	51
Promedio de Intervalo entre partos (IEP), Partos totales, Días abiertos (DA), Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y Lactación (L) en días.	
Cuadro 9. _____	52
Partos obtenidos, promedio de Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y duración de lactancia en días (L) en el primer año	
Cuadro 10. _____	52
Partos obtenidos, promedio de Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y duración de lactancia (L) en días en el segundo año.	

Cuadro 11. _____	53
Número de partos obtenidos, promedio de Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y duración de lactancia en días (L) en el tercer año.	
Cuadro 12. _____	53
Promedio de partos obtenidos de las madres alimentadas con SNLC y CNC durante los 3 años.	
Cuadro 13. _____	57
Promedio de peso al nacimiento y Ganancia diaria de peso de los becerros por grupo	
Cuadro 14. _____	58
Valores promedio totales de pH ruminal, concentración de amoníaco (NH ₃) y Ácidos grasos volátiles (AGV's)	
Cuadro 15. _____	61
Promedio de Ácido acético, Ac. Propiónico y Ac. Butírico en mmol/l y % en vacas alimentadas con SNCL y CNC.	
Cuadro 16. _____	62
Cinética de la degradación del rastrojo de maíz entre SNLC y CNC	
Gráfica 1. _____	54
Promedio de la condición corporal (1-5) al parto de vacas alimentadas con suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC) o concentrado comercial (CNC).	
Grafica 2. _____	55
Duración de la lactancia en días del grupo alimentado con SNLC y CNC.	
Grafica 3. _____	56
Peso al nacimiento de becerros de madres alimentadas con SNLC y CNC.	
Grafica 4. _____	58
Pesos obtenidos mensualmente de becerros de madres alimentadas con SNLC y CNC	
Gráfica 5. _____	59
Valores de pH ruminal obtenidos con el T1 y T2	

Gráfica 6. _____	59
Valores de NH ₃ ruminal en vacas alimentadas con SNLC y CNC	
Gráfica 7. _____	60
Valores de AGV's en rumen de vaca alimentadas con SNLC o CNC	
Grafica 8. _____	62
Porcentaje de degradabilidad del rastrojo de maíz obtenidos vacas alimentadas con SNLC o CNC	
Figura 1. _____	16
El ciclo estral	
Figura 2. _____	25
Áreas anatómicas empleadas para evaluar la condición corporal (Bavera y Peñafort, 2005).	
Figura 3. _____	27
Medición de condición corporal para vacas realizada por Edmonson et al, 1989.	
Figura 4. _____	33
Sistema digestivo de un bovino.	
Figura 5. _____	35
Mecanismos por los cuales la nutrición afecta la actividad ovárica (Diskin et al, 2003)	

I. Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar y medir el efecto de la oferta de un suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC) sobre los parámetros reproductivos y productivos en vacas de doble propósito en pastoreo en el trópico seco.

El experimento se realizó durante 36 meses en Suchitlán, municipio de Comala, Colima. Se utilizaron 64 vaquillas cruce de cebú, en pastoreo con Estrella africana (*Cynodon plestachyus*), ofertando rastrojo de maíz durante la época seca; las cuales se dividieron en 2 tratamientos: T1 recibió SNLC a razón de 2 kg/día/animal durante todo el año y T2 recibió concentrado comercial (CNC), pastoreo durante todo el año y rastrojo de maíz en época seca. Las vacas de ambos tratamientos se ordeñaron 1 vez/día/mañana se pesaron mensualmente determinándose así la condición corporal (CC); se realizó el examen químico proximal de los alimentos para determinar el valor nutritivo de la dieta. Los resultados muestran que existe diferencia entre ambos tratamientos mostrando una mejor respuesta en los animales a los que se les proporcionó el T1 (SNLC) en comparación con los que recibieron el T2 (CNC), por lo tanto la inclusión en las dietas de bovinos de doble propósito en el trópico un SNLC; permite llevar a cabo un mejor uso y aprovechamiento de los recursos forrajeros con los que se cuenta en la región, obteniéndose los siguientes resultados: 26 partos al año de las hembras tratadas con el SNLC, peso al nacimiento de 33.8 kg de los becerros, intervalo entre partos (IEP) de 434 días, CC al parto de 3.96 (de un rango de 1 a 5), producción láctea de 5.4 lt al día y duración de la lactancia (L) de 234 días.

II. Introducción

El crecimiento poblacional a nivel mundial y sobre todo para los países en desarrollo continúa multiplicándose. En el informe sobre población, medio ambiente y desarrollo publicado en el 2001, la población mundial se calculó en 7,000 millones de habitantes para el año 2008, para el año 2043 se estimó una población de 9,000 millones y de 11,000 millones para el 2087, con una probable estabilización para el año 2100 con 11,190 millones de habitantes (ONU,2001)., dado lo anterior cada vez es de mayor importancia tener la capacidad de abastecer de alimentos básicos a la población. En los países de la franja tropical, la demanda de proteínas de origen animal está en constante aumento debido principalmente al crecimiento poblacional. Este incremento en muchas ocasiones se trata de satisfacer con la importación de alimentos, tanto para consumo humano directo como para la alimentación animal (Chicco y Shultz, 1978).

Para cubrir las necesidades nutricionales del ser humano es necesario optimizar la productividad de los sistemas agropecuarios y en especial la ganadería. Se requiere de dos premisas para mejorar los rendimientos de los bovinos de doble propósito en trópico, la primera, desarrollar sistemas de alimentación en los que se utilicen recursos regionales disminuyendo así los costos de importación de energía y proteína conservando niveles competitivos de productividad, la segunda dirigida al aspecto reproductivo que implique la disminución del intervalo entre partos (Galina, 1994).

Respecto a la alimentación de los bovinos en los trópicos, es necesario relacionar las características nutricionales de los recursos forrajeros disponibles en la región con los requerimientos de los animales, según el propósito y tasa productiva esperada de ellos, favoreciendo la capacidad de degradación de fibra a nivel ruminal, aunada a la producción de proteína bacteriana y el uso estratégico de aquellos alimentos con baja degradabilidad en rumen como proteína, carbohidratos y ácidos grasos de cadena larga (Galina,1994).

Por lo anterior, se requiere desarrollar nuevos alimentos, que en combinación con los recursos de carbohidratos fermentables de los trópicos y utilizando la capacidad de los microorganismos ruminales, permitan competir en productividad con animales de alto rendimiento. El uso de subproductos agroindustriales como la melaza, pajas de cereales y forrajes de pastoreo o de corte, cuya obtención suele ser abundante y de bajo costo, hacen considerar a los trópicos como el futuro en la producción de rumiantes si se logra desarrollar complementos que permitan mejorar su productividad (Galina,1994).

En el plano reproductivo destacan dos parámetros de consideración, la edad al primer parto y el intervalo entre partos. Ambos son capaces de producir pérdidas económicas en el trópico al verse incrementadas, debido a una baja eficiencia reproductiva de las vaquillas, ya que estas inician su vida reproductiva a los 36 meses en promedio, presentando además, intervalos entre partos superiores a los 20 meses, lo que disminuye el número de crías disponibles, por lo tanto la productividad del hato. Para ser redituables estos parámetros se deben obtener la primera cría a los 24 meses de edad y un destete por año (Herd y Sprott, 1986).

En el aspecto reproductivo, la actividad ovárica es un factor importante a tomar en cuenta, pues está fuertemente influenciada por el balance energético, reflejándose en la condición corporal de la hembra durante la presentación de la pubertad y el periodo posparto (Staples et al, 1990). En las últimas décadas en el país, se han realizado investigaciones encaminadas al entendimiento de la relación nutrición-reproducción como causa de la falla en la ovulación alrededor de la pubertad y posparto en ganado tropical. Determinando que la condición corporal y el balance energético están directamente relacionados con la eficiencia reproductiva (Soto et al, 1997).

En el trópico mexicano, la alimentación de las vaquillas destetadas y de las vacas durante el posparto es un factor limitante debido a que las prácticas de suplementación son reducidas o no se efectúan. El consumo de materia seca por estos animales no supera el 2.5% del peso vivo. Así mismo, la vaca en periodo de transición, periodo comprendido entre cuatro

semanas preparto y ocho semanas posparto, presenta una disminución de la ingesta por factores físicos (Boland et al, 2001).

Dado lo anterior, se hace prioritario analizar en el trópico mexicano el papel que juega la suplementación con el uso de alimentos nitrogenados de lento consumo para promover un mejor aprovechamiento de los recursos forrajeros y como consecuencia una adecuada condición corporal que favorezca la eficiencia reproductiva de las hembras. Todo esto con la finalidad de proponer la aplicación de programas estratégicos en el manejo, nutrición, y reproducción encaminados a reducir la edad al primer parto de las vaquillas de reemplazo y del restablecimiento de la actividad ovárica posparto en las vacas para elevar la disponibilidad de ternero (Medrano, 1992).

Debido a la gran importancia que tiene en nuestro país y en el mundo la producción de carne y leche, es que surge la necesidad de perfeccionar los sistemas productivos de doble propósito en áreas tan extendidas territorialmente como lo es el trópico, para la obtención de productos capaces de satisfacer las necesidades alimenticias de una población en constante crecimiento. El objetivo de la presente investigación está basado en determinar los efectos de proporcionar a los bovinos de doble propósito suplementos nitrogenados de lento consumo sobre la mejora en producción láctea, condición corporal, número de crías obtenidas por ciclo productivo de las hembras; así como pesos al nacimiento de los becerros y ganancias de peso diaria de los mismos, con el fin de aumentar la capacidad productiva (mayor número de becerros nacidos, mayor volumen de leche producida por año) en nuestro país (Medrano, 1992).

III. Revisión de literatura

La ganadería en México

El ganado vacuno es uno de los más importantes del país, puesto que suministra empleo, carne, leche, pieles y otros derivados para uso humano, empleándose también como animal de trabajo en las actividades agrícolas (Medrano, 1992). La producción de leche y carne en el trópico de México proviene principalmente del ganado cruza de Cebú con razas europeas (Piña et al, 1986., Rivera et al, 1989). México cuenta con cerca de 197 millones de hectáreas (has), donde la ganadería constituye el principal uso del suelo en el país desarrollándose en una superficie de 113.8 millones de ellas, lo que representa el 58% del territorio nacional (SAGARPA, 2003).

En México ubicamos la ganadería de bovinos en tres zonas ecológicas: La primera el norte árido y semiárido, donde se sitúa el 33% del ganado nacional. La segunda el trópico húmedo y seco con 35.4% de las cabezas y la tercera la zona templada-centro con 31.6% (SAGARPA, 2003., Galina y Guerrero, 1992).

En el norte la producción bovina está orientada principalmente a la ganadería de carne y la exportación de becerros en pie; los coeficientes de agostadero son en promedio 20 has por unidad animal, con rangos mucho mayores en ciertas zonas, la producción de carne por hectárea se estima en 5 kg, las tasas de reproducción varían de 45 a 55% (Galina y Guerrero, 1992).

La segunda zona ganadera, el trópico; ha sido la de mayor crecimiento ganadero en los últimos 30 años, mantienen mayor carga animal, orientándose sobre todo a la producción de doble propósito; el coeficiente de agostadero se estima cercano a una hectárea por unidad animal (3.0 en Tabasco, 1.3 en Veracruz y 0.9 en Colima), las tasas de reproducción van de 52 a 57%. Esta área cuenta con un gran potencial forrajero, algunos estudios indican que la producción de materia verde excede las necesidades energéticas de su carga animal.

La tercera zona, la templada-centro es predominantemente agrícola; siendo de mayor relevancia la producción láctea sobre la de carne para los estados comprendidos en esta zona destacando como productores de carne los estados de Jalisco y Michoacán. Las tasas de reproducción se han mantenido alrededor del 50% desde 1960 (Galina y Guerrero, 1992).

Sin embargo, la ganadería en México ha sufrido un retroceso a partir de 1982-1986 a excepción de las grandes trasnacionales (Galina y Guerrero, 1993). Los datos del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1992) y del Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP) en el 2007 muestran la variación en el inventario de todas las especies y particularmente disminución en número de ganado bovino en el periodo posterior a los años 90's, contrario a lo que sucede con la producción de aves la cual se ha visto en constante aumento hasta la fecha (cuadro 1).

Cuadro 1: Inventario Ganadero en México (valores expresados en miles de cabezas).

Año	Bovinos	Ovinos y caprinos	Cerdos	Aves de corral
1980	27,742	16,120	16,890	192,618
1990	32,054	16,285	15,203	248,055
2000	30,524	14,750	15,391	366,964
2002	31,407	15,547	15,123	402,459
2003	31,477	15,812	14,626	413,915
2004	31,248	15,935	15,177	432,084
2005	30,990	16,078	15,206	458,144

Fuente: Adaptado de Pérez, 1988; INEGI, 1992; SIAP, 2007.

En el año 2001, el producto interno bruto (PIB) de México fue de 5.8 billones de pesos a precios corrientes. El sector primario (agropecuario, silvicultura y pesca) representó en ese mismo año el 5.2% del PIB nacional. La ganadería promedió en el periodo 1990-1999 el 22.8% del PIB del sector primario (SAGARPA, 2003).

El consumo per cápita de leche de bovino sufrió altibajos en el periodo 1991-2001, iniciando con 87.8 l/habitante/año en 1991 finalizando el periodo con 113.8 l/habitante/año en 2001. El 17% de la población dedicada a la producción de leche se encuentra en sistemas especializados la cual genera el 50% de la producción láctea nacional; el 15% de la población son sistemas semiespecializados, producen el 21% de la leche y, el 68% restante de la población de bovinos para este rubro se encuentra en sistemas de doble propósito, familiares o de traspatio produciendo el 29% del total de leche nacional (SAGARPA, 2003).

Por otro lado, a partir de 1991 la producción de carne de bovino ha aumentado de 1,189 miles de toneladas en ese año a 1,428 en 2001 (Cuadro 2). La producción de leche ha crecido de manera constante de 6,717 millones de litros en 1991 a 9,501 millones en 2001 (SIAP, 2007).

Cuadro 2: Producción nacional de Carne y Leche de bovino 1990-2006

Año	Carne ⁽¹⁾	Leche ⁽²⁾
1990	1,113	6,141
1995	1,412	7,398
2001	1,428	9,501
2002	1,468	9,658
2003	1,504	9,784
2004	1,544	9,864
2005	1,558	9,868
2006	1,613	10,088

Fuente: SIAP, 2007.

⁽¹⁾ miles de toneladas

⁽²⁾ millones de litros

De acuerdo con los datos anteriores, la producción nacional de leche y carne no cubre las necesidades de consumo de la población, debido principalmente a un manejo ineficiente del sistema productivo entre ellos destaca el inadecuado manejo nutricional (Chicco y Shultz, 1978). Otro problema importante en la ganadería de los países localizados en las regiones tropicales, es la baja eficiencia reproductiva de los hatos, definiéndose dicha eficiencia como la capacidad del ganado para reproducirse dentro de los rangos óptimos para esta especie (Pérez, 1998., Orihuela, 1982).

Producción de bovinos en el trópico

Los trópicos abarcan las áreas a ambos lados de la línea ecuatorial, delimitadas al norte por el Trópico de Cáncer y al sur por el Trópico de Capricornio, a una latitud de 23°25'N-S. En el área tropical se encuentran alrededor de 40 países, con una extensión de 51 millones de km² (Chicco y Shultz, 1978).

Una de las limitantes en la producción bovina en el trópico son las altas temperaturas ya que inciden directamente en la digestibilidad de la materia seca, cuando exceden de 27°C, reduciendo el consumo voluntario (Minson y Mc Leed, 1970). De igual manera, temperaturas por encima de 30°C disminuyen la utilización de energía consumida, afectando además en diferentes formas la eficiencia reproductiva, tanto en machos como en hembras (Hafez, 1973). El 73% de las áreas tropicales reciben más de 300 mm de lluvias al año, cantidad mínima a partir de la cual puede haber cierto desarrollo ganadero basado en los pastos. Sin embargo, con excepción de algunas zonas cercanas al Ecuador, donde la precipitación es regular durante todo el año, en la mayoría de las áreas tropicales las lluvias son erráticas y se concentran en ciertos meses del año. Esto afecta la disponibilidad del pasto y por ende, la producción animal (Chicco y Shultz, 1978).

En general, la producción ganadera del trópico es pobre debido a que se realiza en forma extensiva y se basa mayormente en lo que pueden producir los pastos en su forma natural (pobre calidad nutritiva y rápida maduración). Estos forrajes ofrecen escasamente al ganado

los nutrientes para su mantenimiento durante la mayor parte del año, tendiendo pérdidas de peso del 30 al 60% en la época seca. Esta problemática se agrava aún más por la falta de tecnologías como el uso de riego, conservación de forraje en forma de heno o ensilaje y el escaso uso de alimentos concentrados, por lo que en algunos casos los animales llegan a perder prácticamente todo el peso ganado en la época de lluvias, aunado a un deficiente manejo, enfermedades, parasitismo que hacen aún más bajas sus tasas productivas y reproductivas (Chicco y Shultz, 1978).

Las áreas tropicales constituyen un recurso potencial para superar el problema de la insuficiencia en la producción de leche y carne en México (Rivera et al, 1989), por esto se tiene la necesidad de desarrollar un tipo de ganado que se adapte a estas regiones y proporcione ambos productos, dado esto, se ha puesto atención a la ganadería de doble propósito teniendo en nuestro país una enorme capacidad de producción, debido por una parte a la disponibilidad alimenticia en los trópicos, a la fácil adaptación del ganado y por otra parte, a la poca disponibilidad de espacio y alimento en las regiones propicias para la producción de leche tal como el altiplano (Randel, 1984).

Un sistema de producción bovina de doble propósito es aquel en donde como productos finales se obtienen leche y carne para alimentación humana, caracterizado por ser mayoritariamente extensivo con mínima utilización de tecnología (Osorio, 1996., Pérez et al, 2003).

Aunque se ha considerado que la ganadería de doble propósito se desarrolla en climas tropicales, este sistema de producción se puede también encontrar en entidades con clima árido, semiárido y templado. Los estados del país que cuentan con el mayor número de vientres en este sistema son: Chiapas, Veracruz, Jalisco, Guerrero, Guanajuato, Tabasco, Zacatecas, Nayarit, San Luis Potosí y Tamaulipas. Otros estados con menor cantidad de animales son: Sinaloa, Coahuila, Oaxaca, Campeche, Puebla, Durango, Colima, Yucatán, Hidalgo, Quintana Roo, Morelos, Nuevo León, Querétaro y Baja California Sur (Pérez et al. 2003).

Las explotaciones bovinas de doble propósito han adquirido importancia debido a sus ventajas comparativas, ya que dependen de insumos locales, en especial pastos, teniendo por lo tanto costos relativamente bajos, lo que las hace menos vulnerables a los cambios del panorama económico, sin embargo el nivel tecnológico de estas explotaciones generalmente es deficiente, con bajos índices de producción y productividad tanto de leche como de carne, pero con potencial importante (Fernández-Baca, 1995). Por lo tanto, las prácticas de medicina reproductiva y preventiva, el mejoramiento genético y el manejo de los recursos forrajeros tienen oportunidad de ser mejorados.

Los principales genotipos que se utilizan en los sistemas de doble propósito tienen como base razas *Bos indicus* y sus cruzas con razas *Bos taurus*. Estas razas de ganado tropical están mejor adaptadas para resistir al estrés del ambiente (calor, humedad, mala alimentación, incidencia de enfermedades y parásitos, etc.), en general tienen menor capacidad de producción de leche y bajos índices reproductivos, tal vez como resultado de esa misma adaptación, sin embargo, cuando los parámetros son comparados con ganado europeo en condiciones de trópico resultan ser mejores que estos últimos, por ello es necesario encontrar los mecanismos adecuados que nos permitan dar mejores alternativas y aprovechar la excelente adaptación al clima de las cruzas cebuinas (Escobar et al, 1984., Galina et al ,1986.,González et al ,1986., Madalena, 1993).

La mayoría de las zonas tropicales atraviesan por periodos de sequía que traen consigo una disminución de la disponibilidad de alimentos con la consiguiente baja de producción, por lo que el diseño e implementación de estrategias prácticas y económicas de suplementación en las épocas críticas de escasez alimenticia es un desafío importante (Fernández-Baca, 1995).

El manejo del sistema de doble propósito consiste principalmente en la alimentación con pastos tropicales, como buffel (*Cenchrus ciliaris*) y estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), una suplementación estratégica en la época de sequía, un ordeño generalmente manual en la mañana con apoyo del becerro; se ordeñan parcialmente de tres

cuartos para asegurar suficiente leche para el becerro, el ordeño se realiza en instalaciones rústicas y construidas con material de la región; el destete de la cría coincide con el final de la lactancia de la vaca (Román,1990., Pérez et al, 2003., Osorio, 1996., Juárez et al, 1999).

Ciclo estral en ganado bovino.

El estro en el ganado cebuino tiene características muy definidas según estudios del comportamiento de estas razas (Galina et al, 1990., Galina y Arthur, 1990., Galina et al, 1990). Diversas investigaciones coinciden en que el ganado cebuino no manifiesta claramente los signos de estro, por lo que se involucra al factor raza respecto a la facilidad para detección de los mismos, esto debido a que observadores humanos sólo logran detectar entre el 17 y 30% con signos confiables de estro en este tipo de ganado (Singh y Kharche, 1985., Galina y Arthur, 1990). Además existen otros factores incidentes en el comportamiento reproductivo de estos animales tales como: época del año, duración de la receptividad, edad (diferencias entre vacas adultas y vaquillas) y porcentaje mayor de presentación de los calores en la noche que durante el día (Orihuela et al, 1995).

La época del año nos indica que debido a la tolerancia de las razas cebuinas al estrés por calor en animales, el estro es más fácil de detectar durante los meses de verano, (Purbey y Sane, 1978., Carmona, 1980., Zakari et al, 1981).

Una dificultad para el manejo reproductivo de las razas cebuinas es la duración del estro, ya que la fase receptiva es más corta que en las razas europeas criadas en el trópico. Lo que disminuye por consecuencia el tiempo en que la hembra se deja montar, aunado a que el comportamiento de monta ocurre mayormente en la noche (Galina y Arthur, 1990).

Se ha reportado que las manifestaciones de estro en ganado cebú se observan mejor en las primeras horas de la mañana, detectándose hasta 66% de vacas y 55% de vaquillas en calor de entre las 4 y las 12 hrs del día (Solano et al, 1982., Purbey y Sane, 1978.). Por lo que no se necesita una observación continua del ganado pues bastarían 30 minutos (15 minutos en la mañana y 15 minutos en la tarde) para lograr una eficiencia en la detección de celos del

30% (Vaca et al, 1983). Así mismo, se tiene un grado de detección de 21% de hembras en invierno y 33% en verano (Galina y Arthur, 1990). Si el ambiente de los animales es modificado drásticamente, la conducta estral puede verse reducida (Vaca et al, 1983).

Fisiología

El ciclo estral es el intervalo (21 días en promedio de duración) entre dos celos (Figura 1). Un estro dura de seis a 30 horas y es el período de receptividad sexual (Día 1 del ciclo) (Hafez, 2002).

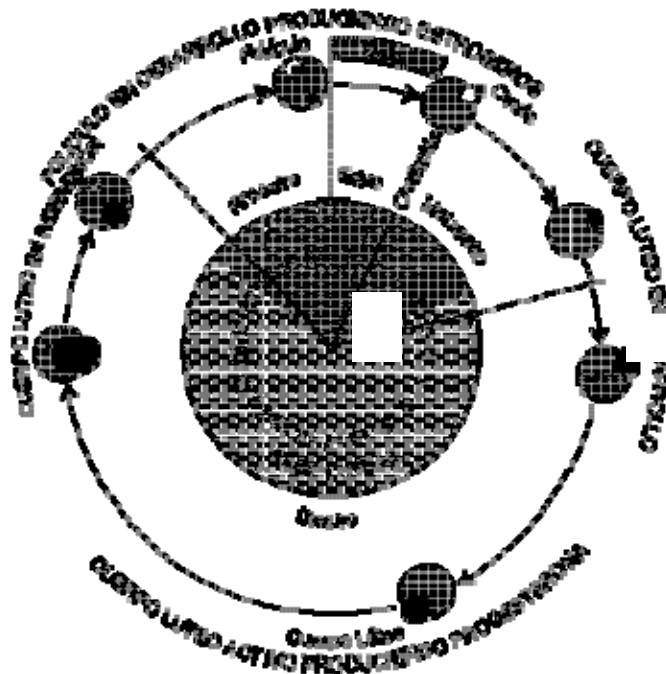


Figura 1: El ciclo estral

Fase folicular

Hacia el final del ciclo estral el folículo secreta estrógenos, hormona que cambia la conducta de la vaca durante el celo.

Es solamente durante el celo que la vaca se deja montar por el toro o por otras vacas. En la ovulación (12 horas después del celo), el folículo estalla, el óvulo es desplazado y las células que permanecen en el ovario comienzan a formar el cuerpo lúteo (Hafez, 2002).

Fase lútea

El desarrollo del cuerpo lúteo toma aproximadamente tres días (Día 2 a 5 del ciclo). A pesar de que algunos folículos comienzan a crecer el Día 1 del ciclo, la progesterona secretada por un cuerpo lúteo activo evita que ellos maduren (Hafez, 2002).

Durante los días 16 a 18 del ciclo, si el útero no ha detectado la presencia de un embrión, manda una señal hormonal (prostaglandinas) que produce la regresión del cuerpo lúteo, permitiendo al folículo dominante completar su maduración, lo cual conduce al comienzo de un nuevo ciclo. En el caso de una preñez, el útero y el embrión mandan hormonas que ayudan a mantener el cuerpo lúteo durante toda la preñez (Salisbury, 1978., Lamming et al, 1981).

Endocrinología Posparto

Durante la última etapa de la gestación y en los primeros días después del parto, se bloquea el ritmo natural de secreción del factor liberador de gonadotropinas (GnRH) debido a los efectos que ocasionan las altas concentraciones de las hormonas sexuales progesterona (P4) y estradiol (E₂) que se producen al final de la preñez (Lamming et al, 1981). Este ambiente hormonal deprime en primera instancia los niveles plasmáticos de las gonadotropinas foliculoestimulante (FSH) y luteinizante (LH), lo que en consecuencia afecta el desarrollo folicular en los ovarios durante el período posparto temprano.

A pesar de que el contenido hipotalámico de GnRH es normal durante las primeras dos semanas posparto, la glándula pituitaria es menos sensible al estímulo de dicho factor para síntesis y liberación de LH principalmente (Schallenberger, 1985).

En los primeros se inhibe el crecimiento de folículos dominantes (FD) en los ovarios; evento que ocurre normalmente en otros estados fisiológicos como el ciclo estral, antes de la pubertad o durante la preñez temprana (Roche y Boland, 1991).

Cuando la secreción de LH es de baja frecuencia, provoca que el folículo produzca una escasa cantidad de andrógenos, en consecuencia no ocurre la elevación pro-estral de los E2 y el FD en la etapa final de maduración sufre de atresia (Roche et al, 1992). La ovulación de un FD solamente se produce cuando el intervalo entre los pulsos de LH es de menos de una hora y cuando la concentración plasmática promedio es de más de 1 ng/ml. Este estado endócrino estimula la producción máxima de E2, activa la retroalimentación positiva estrogénica y permite el surgimiento tipo preovulatorio de ambas gonadotropinas, pero sobre todo de la LH (Peters y Lamming, 1984., Roche et al, 1992).

A pesar de que el desarrollo folicular en el ganado de carne también puede iniciarse en un tiempo relativamente corto después del parto, es común que este tipo de ganado presente períodos de anestro posparto más largos que los del ganado lechero encontrando el primer FD a los 10.2 ± 2.2 días posparto aunque sólo el 10% de ellos logra ovular (Murphy et al, 1990).

La reproducción en el sistema de doble propósito

En las ganaderías especializadas y en los sistemas de doble propósito mejorado, con ordeño mecánico sin apoyo del becerro, los animales deben quedar gestantes antes de los 100 días posparto; sin embargo, la realidad es diferente, lo único fijo es el tiempo de gestación, siendo muy variable el período vacío que en promedio tiende a colocarse sobre los 130 días posparto (DPP), y es el responsable de esos largos intervalos que separan el nacimiento de un becerro del siguiente. Este período vacío se ve afectado por numerosos factores de variada importancia, manejo y control. Coincidiendo o superponiéndose dos estados fisiológicos ineludibles, el pico de lactancia y el reinicio cíclico de la actividad ovárica (Boland et al, 2001).

En el cuadro 3, se observan los datos reproductivos provenientes de regiones tropicales de centro América, observando que la edad al primer parto se logra alrededor de los dos años con pesos variables, una rápida involución uterina y un primer celo temprano, y prolongados intervalos entre partos (IEP). Lo cual ha sido atribuido el esfuerzo que la lactancia impone a estos animales en crecimiento (Román-Ponce 1992).

Cuadro 3. Indicadores reproductivos de vacas primíparas de ganado de leche en el trópico

	Mestizas *	Lecheras *	Otros (lecheras)
Edad al parto (meses)	32,8 ± 2,7	35,84 ± 0,59	26
Peso (Kg)	388 ± 40	389 ± 5	470
Involución uterina(días)	22 ± 4	29 ± 1	36
PCP (días)	56 ± 32	71 ± 1	57
Días vacíos	159 ± 73	133 ± 40	176
IEP (días)	444 ± 76	414 ± 9	461

Fuente Román-Ponce, 1992.

PCP= primer celo posparto IEP= intervalo entre partos

El porcentaje de vacas criollas y vacas lecheras que manifiestan su primer celo a los 80 DPP aumenta hasta 79 y 61% respectivamente, estos indicadores no son sencillos de modificar y nos indican que el anestro posparto es un factor importante en el manejo reproductivo que permite asegurar una adecuada rentabilidad de producción láctea en el trópico (Soto-Belloso et al. 1994).

En la ganadería de doble propósito, uno de los objetivos primordiales del ganadero es la existencia de hembras que tengan un becerro cada 12 ó 13 meses y que, con un sistema de alimentación a pastoreo y suplementación con concentrados durante el ordeño, produzcan entre 2,000 a 3,000 litros en lactancias no inferiores a 9 meses. Sin embargo, es común entre los ganaderos la selección de hembras con base en su producción láctea sin tomar en cuenta la fertilidad o la conducta reproductiva del rebaño; ello sin lugar a dudas ha llevado

a uno de los principales problemas de la ganadería tropical: los largos IEP (Román-Ponce, 1992).

Con el objetivo de lograr un becerro por año y aceptables índices de producción, en los últimos años se están proponiendo indicadores que como el Rendimiento Lechero (RL), en donde se asocia la producción láctea con la reproducción, el cual, según el grado de especialización de la ganadería, ajusta la producción lechera de la vaca en 244 ó 305 días de lactancia, luego se estima o determina la producción de leche por día de IEP, entonces se puede comparar el rendimiento lechero entre vacas contemporáneas que tienen diferentes producciones, en distintos días de lactancias y variables IEP.

Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva del ganado es muy importante, pues marca en términos generales la capacidad productiva de los animales del hato, produciendo crías viables capaces de mejorar la producción de la explotación (García-Winder, 1988). La reproducción del ganado *Bos indicus* es menos eficiente comparada con el ganado *Bos taurus* (Jáchle, 1975), representando pocos nacimientos llegando en muchos de los ranchos ganaderos al 50% de crías destetadas (De los Santos, 1979).

Se ha observado una baja fertilidad durante el verano en zonas áridas, tropicales y subtropicales (Stott, 1961). Este problema está relacionado directamente con deficiencias principalmente proteicas y energéticas en la dieta (Ventura y Osuna, 1995). Una forma de evaluar un programa nutricional es a través del seguimiento de los cambios de condición corporal en las vacas (Ventura, 1992; Garmendia, 1995).

En estudios realizados en el trópico seco, se ha observado que los índices reproductivos del ganado bovino, están alejados de los valores óptimos para esta especie (435 hasta 803 ± 249 días), sobre todo en las explotaciones de doble propósito, donde la duración del IEP varía desde 407 a 609 días lo cual constituye uno de los principales factores que disminuyen la

efectividad zootécnica (Cervantes et al, 1987) con estos valores, el porcentaje de nacimientos no alcanza el 60% anual; la mortalidad desde el nacimiento hasta el primer servicio es del 10- 25%; el peso al destete es de 120 a 150 kg a los diez meses de edad; el primer parto es a los 36-48 meses y los animales son enviados al rastro con un peso de 350 a 450 kg. (Villareal, 1978).

De acuerdo a estos datos un gran número de autores coincide en que el IEP es una de las mejores formas de evaluar la eficiencia reproductiva. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Intervalo entre partos (IEP) en bovinos de doble propósito en el trópico mexicano

Autores	IEP en días
Boada (1994)	520
Choisis et al (1987)	478
González et al (1986)	480
Galina et al (1986)	424
Alvarez R. (1983)	409
Lima (1982)	457
Mora (1982)	306
Jara (1980)	476
Alvarado (1979)	491
Álvarez (1979)	386
Fraga (1977)	403
Ledesma (1976)	480

Por otro lado, la ganadería que se desarrolla en condiciones de agostadero en sistemas doble propósito se ha manejado en forma poco tecnificada, sin existir, en la mayoría de los casos, registros que permitan conocer sus parámetros productivos o reproductivos, lo que

dificulta las posibilidades de mejorar dichas explotaciones (Silva et al, 1991). Esto ha llevado frecuentemente a extrapolar información que se tiene sobre el ganado europeo en el altiplano, hacia el ganado asiático en el trópico, sin considerar que son especies diferentes y que muy probablemente, lleven consigo caracteres que les impiden responder de la misma manera a determinado manejo (Orihuela, 1982., Escamilla et al, 1982).

Estacionalidad reproductiva

La distribución de partos es un buen indicador de las variaciones estacionales de la fertilidad de las hembras, tomando en cuenta que las vacas se encuentran todo el año con el toro en la mayoría de los ranchos de doble propósito. Sin embargo, la distribución de partos mensual no es uniforme distinguiéndose dos periodos de mayor frecuencia, el principal situado de marzo a mayo con 32.2% de los partos, con un pico en marzo. El segundo periodo es un aumento progresivo a partir de septiembre llegando a su máximo en diciembre y enero (Cervantes, 1988). No obstante existe contradicción entre los resultados de diversas investigaciones con respecto a la estacionalidad reproductiva (cuadro 5).

Anestro posparto

Arreguín et al, 1997, definen el anestro posparto como “la ausencia de conducta estral y ovulación acompañada de concentraciones séricas de progesterona menores a 0.2 ng/ml”. Se debe considerar el nivel nutricional ya que el periodo de anestro posparto coincide con la lactancia temprana, cuando la vaca pierde más peso porque utiliza sus reservas corporales para la producción de leche lo que causa un retraso en el reinicio de la actividad ovárica posparto (González-Stangaro, 1991). En el posparto la actividad hipotálamo-pituitaria-ovarios se reinicia por el día 10 con evidencias de retorno al desarrollo folicular y maduración de folículos (Kesler et al, 1977). Reportado hasta un 75% de las vacas lecheras ovulan y reinician el ciclo ovárico en el día 30 posparto, aumentando este lapso en vacas con severo desbalance energético (Staples et al, 1990).

Cuadro 5. Diferencia de respuesta en diversas investigaciones para la estacionalidad reproductiva en animales doble propósito.

Autor	Raza	Clima	IEP (días)	Estacionalidad
Escobar et al. (1982)	C/Criollas C/Holstein	Tropical Húmedo	365	NO
Cervantes et al. (1987)	Cebú	Trópico seco	407-609	SI
Martínez (1994)	Cebuina	Trópico seco	537	NO
Silva et al. (1992)	Cebú y Holstein	Trópico seco	803	SI
Silva et al. (1991)	C/SP, C/H, C/Ch/SP	Trópico húmedo	344	NO
Choisís et al. (1987)	Cebuina	Trópico seco	478	SI
González et al. (1986)	PS C/Suizo C/H	Trópico húmedo	520	Sin datos Sin datos
		Trópico húmedo	435	
		Trópico húmedo	504	
		Trópico húmedo		
De Alba et al. (1979)	C/PS	Trópico húmedo	406	Sin datos
Villegas y Román-Ponce (1986)	C/PS	Trópico húmedo	481(época seca) 392(época lluvias)	SI

C= Cebú, PS= Pardo Suizo, H= Holstein, IEP= Intervalo entre partos

Relación condición corporal – reproducción

La calificación de CC (Condición Corporal) se define como la valoración visual de la cantidad de músculo y grasa cubriendo los huesos del bovino observando puntos específicos del animal y puede ser evaluada independientemente del peso vivo, rumen lleno y etapa de gestación (Moran, 2005). Edmonson et al, 1989 refiere que calificar la condición corporal es un método subjetivo para evaluar la cantidad de energía metabolizable almacenada en grasa y músculo (reservas corporales) en un animal vivo. Está bien documentado que la calificación de la CC tiene relación con la proporción de grasa en el peso vivo y con el agua corporal, proteína, ceniza y energía (Wright y Russel, 1984). Si existen problemas de alimentación al evaluar la condición corporal esta será producto del manejo y de la nutrición que tendrá además un efecto sobre la reproducción (De Alba et al, 1979).

Se han desarrollado diferentes sistemas o escalas para clasificar la condición corporal. Jefferies, 1991 desarrolló un sistema de calificación de la condición corporal para ovejas donde se realizaba palpación del dorso y los procesos lumbares, sintiendo el filo y la cobertura de los huesos. Las ovejas fueron calificadas en una escala de 0 a 5, donde 0 era (a punto de muerte) emaciada y 5 era muy obesa. Esta técnica fue adaptada por Lowman et al, 1976 para calificar bovinos de carne usando igualmente la escala 0 a 5 además de valores intermedios para aquellos animales cuya condición corporal se encuentre entre estos números, por lo que funciona como una escala de 11 puntos. Este sistema implica además de las áreas originales la palpación de la región del maslo de la cola. Posteriormente Mulvany, modificó este sistema para usarlo en bovinos productores de leche introduciendo factores de ajuste si la calificación del área de maslo de la cola y el área del lomo difería. (Figura 2).

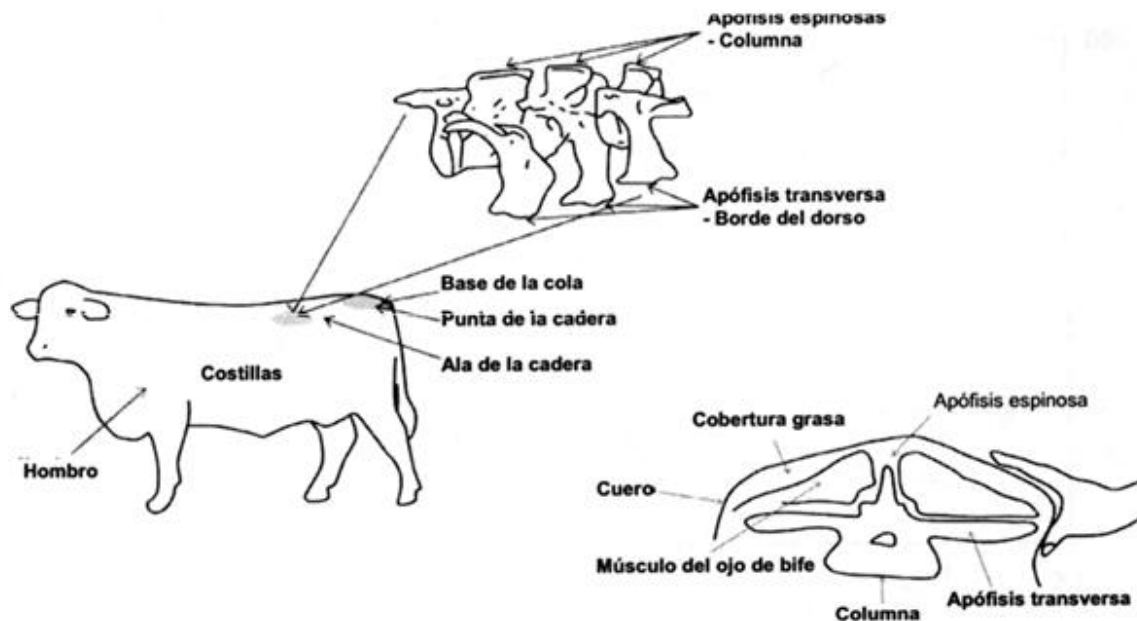


Figura 2. Áreas anatómicas empleadas para evaluar la condición corporal (Bavera y Peñafort, 2005).

Por otro lado, en Australia, Earle desarrolló un sistema de ocho niveles para calificar vacas lecheras y un sistema similar pero de diez puntos fue desarrollado en Nueva Zelanda (Grainger y McGowan, 1982). Ambos sistemas usaban fotografías de bovinos ejemplificando la calificación de cada condición corporal e incluían una pequeña descripción de las áreas a ser calificadas.

La escala usada generalmente para calificar la condición corporal en vacas lecheras en Estados Unidos es la de 1 a 5 (Wildman et al, 1982). Este método, como los usados en el Reino Unido, involucra la palpación de vacas para evaluar la cantidad de tejido bajo la piel. Por consiguiente, requiere que los animales se encuentren restringidos mientras son evaluados.


































En muchos sistemas productivos, especialmente aquellos con hatos de grandes dimensiones o en sistemas extensivos, la utilidad de este tipo de evaluaciones es limitada. Las técnicas de evaluación desarrollados en Australia y Nueva Zelanda utilizan únicamente la inspección visual, método preferido especialmente cuando el hato involucrado es muy

grande y en libre movimiento. La calificación de la condición corporal de esta manera representa un método rápido y fácil (Grainger y McGowan, 1982).

Edmonson et al, 1989 desarrolló un método gráfico de calificación de CC para vacas en extensivo mediante un proceso repetitivo de revisión de literatura, entrevistas con expertos, pruebas de campo, análisis estadísticos y comentarios de usuarios de gráficas.

La gráfica contiene texto y diagramas que detallan cambios en la conformación con las variaciones en la condición corporal para ocho sitios del cuerpo identificados como los más importantes en la evaluación de la CC; esta es una herramienta de campo efectiva para valorar la condición corporal en vacas, pues minimiza la dificultad de interpretar la descripción escrita enfocando la atención del evaluador en cada área del cuerpo antes de asignar una puntuación general (figura 3).

Figura 3. Medición de condición corporal para vacas realizada por Edmonson et al, 1989.

	SCORE	Procesos espinosos (SP) Variedades anatómicas	Procesos espinosos y transversos	Procesos transversos	Fosa del hígado (cuidar rumen lleno)	Tuberocidad coxal y tuberocidad del isquion	Entre pierna y cadera	Entre las caderas	Del Maslo de la cola a las piernas (variedades anatómicas)
CONDICION SEVERAMENTE BAJA (emaciada)	1.00	Procesos individuales claros, asemejan dientes de sierra	Depresión profunda	Muy prominente, >1/2 cuerpo visible	Hígado definido, emaciado	Puntas extremadamente notables, sin tejido de cubierta	Depresión severa, desprovisto de carne	Depresión severa	Huesos muy prominentes con un profundo contorno en "Y" en la cavidad bajo la cola
	1.25								
	1.50								
ESQUELETO EVIDENTE	1.75			1/2 cuerpo del proceso visible					
	2.00	Procesos individuales evidentes	Depresión obvia	Entre 1/2 y 1/3 del proceso visible	Hígado prominente	Prominente	Muy hundido		Huesos prominentes con contorno en "U" en la cavidad formada bajo la cola
	2.25								
HUESOS Y CUBIERTA BIEN BALANCEADA	2.50	Lomo prominente, afilado		1/3 - 1/4 visible	Hígado moderado		Escasa carne cubriendo	depresión definida	Primera evidencia de grasa
	2.75								
	3.00		Ligera curva cóncava	<1/4 visible	Hígado pequeño	Plano	depresión	Depresión moderada	Huesos planos, cavidad bajo la cola poco profunda y línea de tejido graso
HUESOS POCO VISIBLES COMO LA CUBIERTA	3.25			Farece plano, PT's apenas palpables					
	3.50	Lomo plano, SP no es evidente	Inclinación plana	Lomo claro, procesos individuales no distinguibles		Cubierto	Ligera depresión	Ligera depresión	
	3.75						Inclinado		
SOBREPESO SEVERO	4.00	Lomo plano, procesos no distinguibles	Casi plano	Plano, con bordes redondeados	Nulo	Redondeado con grasa		Plano	Huesos redondeados con grasa y pequeña depresión ocupada por grasa bajo la cola
	4.25								
	4.50			Bordes apenas distinguibles		Grasa en músculo			Huesos cubiertos por grasa, cavidad ocupada por grasa formando pliegues de tejido
4.75									
5.00	Cubierto por grasa	Redondeado (convexo)		Cubierto por grasa	Panza		Redondeado	Redondeado	

La evaluación de la condición corporal es primordial en explotaciones poco tecnificadas debido a que puede medir e incluso predecir el comportamiento reproductivo de un hato además de estar relacionada con la producción de leche (Richards et al, 1986., Moran, 2005., Esperón, 1996), pues la mayor tasa de gestación se da en animales cuya CC es superior a 7 en escala de 1-10 puntos (Selk et al, 1988), igualmente las vacas que paren con una CC de 6 o más pueden perder peso después del parto y aún así son capaces de reanudar su actividad cíclica dentro de los 60 días posteriores al parto, logrando tasas de concepción de 87 a 92% (Lusby, 1990).

De acuerdo con Lusby, 1990 todo hato debería ser evaluado al momento del destete buscando implementar programas alimenticios y de este modo ajustar la condición corporal de la vaca a 6 o 7 puntos en una escala de 10. Igualmente las vacas que paren con una condición corporal mayor a 5 soportan mejor el estrés del parto y la pérdida de la grasa almacenada para satisfacer los requerimientos de nutrientes para la lactancia. De tal forma que las vacas que están en buenas condiciones corporales presentan un patrón reproductivo con un mejor pronóstico (Lusby.1990).

Los cambios en las reservas de grasa corporal parecen ser una de las señales que indican a la vaca si debe quedar gestante; por esto, la condición corporal al momento del parto es un factor importante que afecta la conducta reproductiva postparto; vacas que han estado bajo un nivel nutricional deficiente por debajo de los 4 puntos de CC (escala 1-10) retardarán la reanudación a su actividad reproductiva (Herd, 1986). Diferentes autores (Domínguez, 1995., Carrera et al, 1993., Wagner et al, 1988) proponen establecer como rutina de manejo la valoración de la condición corporal del hato integrándola además a todo programa nutricional y reproductivo que se lleve a cabo.

La reproducción en el ganado de carne está regulada por el consumo de nutrientes que influencia las reservas de grasa corporal. Cuando a las vacas se les da una cantidad menor a la requerida de energía y proteína, la grasa corporal es movilizada. La ingestión de nutrientes y la reserva de energía regulan la secreción de hormonas que controlan la

reproducción. Los depósitos de energía corporal en ganado de carne pueden ser estimadas por una puntuación de evaluación de condición corporal (Wagner et al, 1988), la cual en vacas y novillas está positivamente correlacionada con la cantidad de grasa corporal, además de ser el factor más importante que puede ser utilizado para predecir si una vaca al parto quedará gestante durante la próxima estación reproductiva (Wagner et al, 1988).

La condición corporal al parto está altamente correlacionada con el estado de la vaca en el último tercio de la gestación. Generalmente pierde medio punto en su CC al momento de parir, y para mantener su estado hasta que reciba servicio deberá proveerse una alimentación cuya calidad y disponibilidad cubra los requerimientos en aumento de esta etapa fisiológica del amamantamiento (Bavera y Peñafort, 2005).

La condición corporal al parto necesaria para obtener el desempeño óptimo depende de la estación de pariciones y de los nutrientes disponibles después del parto y durante la estación reproductiva (empadre). Sin embargo, una buena CC al parto no garantiza un buen desempeño reproductivo.

La pérdida de peso antes de la estación reproductiva puede reducir el número de vacas que muestran estro y que quedan gestantes (Rakestraw et al, 1986), durante la estación reproductiva provoca una disminución en el porcentaje de vacas que quedan gestantes. La condición corporal también puede ser efectivamente utilizada para predecir el porcentaje de grasa en la canal en varias razas; sin embargo, la raza puede influir la condición corporal al parto que es necesaria para un desempeño reproductivo óptimo (Edmonson et al, 1989).

La condición corporal en el primer parto tiene un gran efecto en el desempeño reproductivo. Las vacas de primer parto tienen que parir con una condición corporal mayor (CC = 6, en escala 10) que las vacas adultas, de tal manera que la mayoría mostrará celo y serán servidas durante una estación reproductiva de 60 días. Si las vacas jóvenes paren con una condición corporal de 5 (escala 1-10), menos del 80% estará en celo y tendrá menos oportunidad de quedar gestantes. Si las vacas de primer parto paren con una condición

corporal de 4 (escala 1-10), solamente el 25% estará en celo. Idealmente la proteína y la energía deben darse durante la gestación para poder mantener una condición corporal adecuada al momento del parto (Rubio, 2005).

Otro factor que afecta el aspecto reproductivo es la frecuencia y duración del amamantamiento, el cual retrasa el inicio de la actividad ovárica afectando la longitud del intervalo del parto al estro en vacas de carne. La separación de los becerros por un intervalo corto (2 a 3 días) puede estimular el inicio del estro en algunas vacas (Bishop et al, 1994).

La condición corporal influye en el intervalo del destete temprano de los becerros hasta su primer celo. Si los becerros fueron destetados a los 45 días de vacas adultas con una condición corporal de 5 o más (escala de 10 puntos), todas las vacas estarán en celo a los 25 días después del destete. Sin embargo si las vacas adultas tienen una condición corporal de menos de 5 (escala 1-10), solamente el 45% estarán en celo a los 25 días después del destete. Este efecto de condición corporal al parto en respuesta a destete temprano en vacas adultas puede tener aún mayor efecto en vacas de primer parto y puede afectar la respuesta a la separación temporal de los becerros (Bishop et al, 1994).

El porcentaje de vacas secas cae drásticamente cuando modificamos su condición corporal durante la época de servicio en aquellas que están por debajo de la condición 2 (escala a 5 puntos). El pasar de una CC 2.5 a 3.5 (en una escala de 5 puntos) implica un aumento del porcentaje de preñez de cerca del 28 %. Sobre esta base se debe calcular cual es el costo alimenticio para cambiar la CC de las vacas de menor CC y cuál será el retorno que se obtendrá.

Si la vaca cae por debajo de CC 2.5 puede entrar en anestro nutricional. La vaca, luego de entrar en un anestro nutricional debe mejorar su CC en 1 grado aproximadamente para volver a ciclar. De ello se deduce que es más económico alimentar una vaca para que siga ciclando que para reiniciar el ciclo luego del anestro nutricional (Bishop et al, 1994).

Cuadro 6. Relación entre condición corporal (CC) y comportamiento reproductivo (escala 1-5)

CC al servicio	IEP	Terneros destetados c/100 vacas servidas
1.0 a 1.5	418	78
2.0	382	85
2.5 a 3.0	364	95
+ de 3.0	368	93

Fuente: Lowman, 1985., IEP= Intervalo entre partos.

Una buena alimentación de las vacas nos permitirá obtener por una parte el potencial genético que la vaca trae como herencia de sus padres y por otro lado que los animales desarrollen sus procesos reproductivos. Uno de los aspectos más importantes dentro de la relación de producción y reproducción es la condición corporal que deben tener los animales al parto y posteriormente a través de la lactancia (Cuadro 7). Dos animales pueden tener el mismo peso pero uno puede estar gordo y el otro flaco. En el fondo relaciona la talla con el peso corporal (Lowman, 1985).

Cuadro 7. Condición corporal deseable de acuerdo al estado productivo de las vacas.

Estado	Condición corporal (escala 1-5)
Seca	3.0 – 4.0
Al parto	3.5 – 4.0
30 días después del parto	2.5 – 3.0
Mitad de la lactancia	3.0
Final de la lactancia	3.0 – 4.0
Vaquillas al momento del parto	3.5

Fuente: Wildman et al, 1992.

Es posible observar que los animales en la medida que pierden condición corporal en forma acelerada aumentan los días a la primera ovulación después del parto, días al primer servicio, y número de servicios por preñez. En otras palabras, en la medida que se altera la condición corporal, se reducen las posibilidades de preñez en la vaca.

La nutrición en el sistema de doble propósito

Los rumiantes son fácilmente identificados porque mastican la comida aún cuando no ingieren alimentos, esta acción de masticación se llama rumia y es parte del proceso que permite al rumiante obtener energía de las plantas (García y Gingins, 1969).

La rumia es la función característica del rumiante y consiste en la regurgitación de alimento del retículo a la boca, la rumia reduce el tamaño de las partículas de fibra y expone los azúcares a la fermentación microbiana. El tiempo total dedicado a la rumia depende del tipo de dieta, siendo muy pequeño en dietas con gran contenido de grano y mayor tratándose de alimentos con mucha fibra oscilando entre 7 y 11 horas por día (García y Gingins, 1969).

La rumia produce de 90 a 190 litros de saliva cuando una vaca mastica 6-8 horas por día, pero menos de 30-50 litros si el rumen no es estimulado (demasiado concentrado en la dieta). La saliva contiene urea lo que permite mantener un nivel de nitrógeno más o menos constante en el rumen y amortiguadores (bicarbonato y fosfato) que neutralizan los ácidos producidos por fermentación microbiana, manteniendo un pH que favorece la digestión de fibra y crecimiento de microbios en el rumen (García y Gingins, 1969).

La característica de los rumiantes son los cuatro compartimientos que forman parte del sistema digestivo rumen, retículo, omaso y abomaso (Figura 4). El retículo y rumen son los primeros dos compartimientos, ambos comparten una población densa de microorganismos (bacteria, protozoos y hongos). Las partículas de fibra permanecen en el rumen de 20 a 48 horas porque es el tiempo requerido para el proceso de la fermentación bacteriana (García y Gingins, 1969).

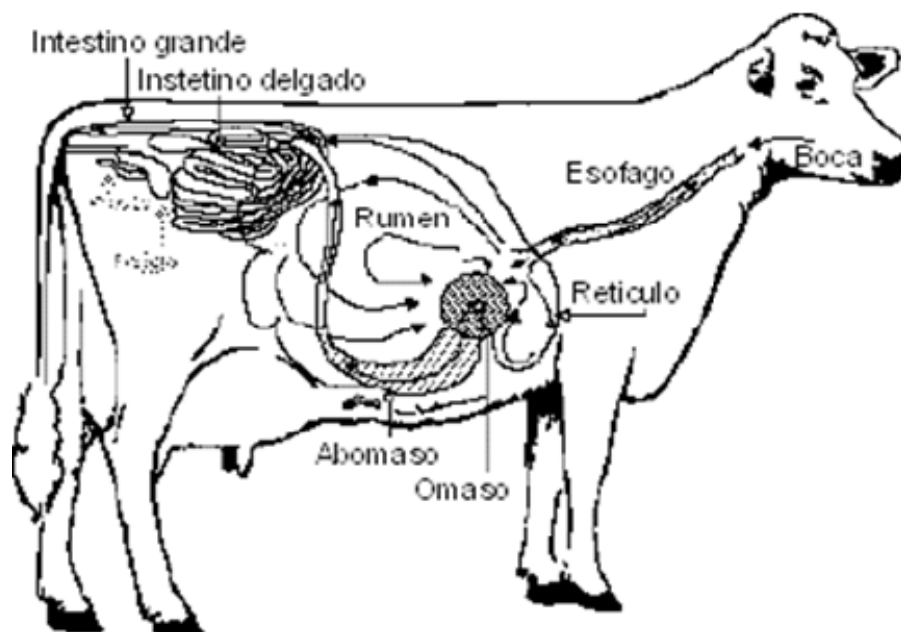


Figura 4: Sistema digestivo de un bovino.

La ausencia de oxígeno en el rumen favorece el crecimiento de bacterias específicas, entre ellas las que pueden digerir las paredes de las células de plantas (celulosa) para producir azúcares sencillos (glucosa).

La fermentación microbiana produce ácidos grasos volátiles (AGV's) por la fermentación de celulosa, hemicelulosa y otros azúcares, además de microorganismos con alta calidad de proteína. Los AGV se absorben a través de la pared del rumen y son utilizados como la fuente principal de energía para la vaca y como precursores de la grasa de la leche (triglicéridos) y azúcares en la leche (lactosa).

El omaso es un órgano pequeño con alta capacidad de absorción. Permite el reciclaje de agua y minerales tales como sodio, fósforo; además de AGV residuos que pueden retornar al rumen a través de la saliva. Aquí se produce la absorción de líquidos a fin de que el material llegue más concentrado al abomaso y no se diluyan las enzimas (García y Gingins, 1969).

El abomaso, secreta ácidos y enzimas digestivas. Los alimentos que entran el abomaso son compuestos principalmente de partículas no-fermentadas de alimentos (proteínas y lípidos), algunos productos finales de la fermentación microbiana y los microorganismos que crecieron en el rumen (García y Gingins, 1969).

Los microorganismos que viven en el retículo y rumen permiten a los rumiantes convertir los alimentos fibrosos (forrajes, residuos de cultivos y agroindustria) y el nitrógeno no-proteico (amonio, urea) en alimentos altamente nutritivos para los seres humanos. (García y Gingins, 1969).

Los compuestos de nitrógeno no-proteico (NNP) no pueden ser utilizados por los animales no-rumiantes, son las bacterias ruminales las responsables de utilizarlo como precursores para la síntesis de proteínas. La vaca se beneficia de los aminoácidos de la proteína bacteriana producida de las sustancias de nitrógeno en los alimentos (Ortiz, 2000).

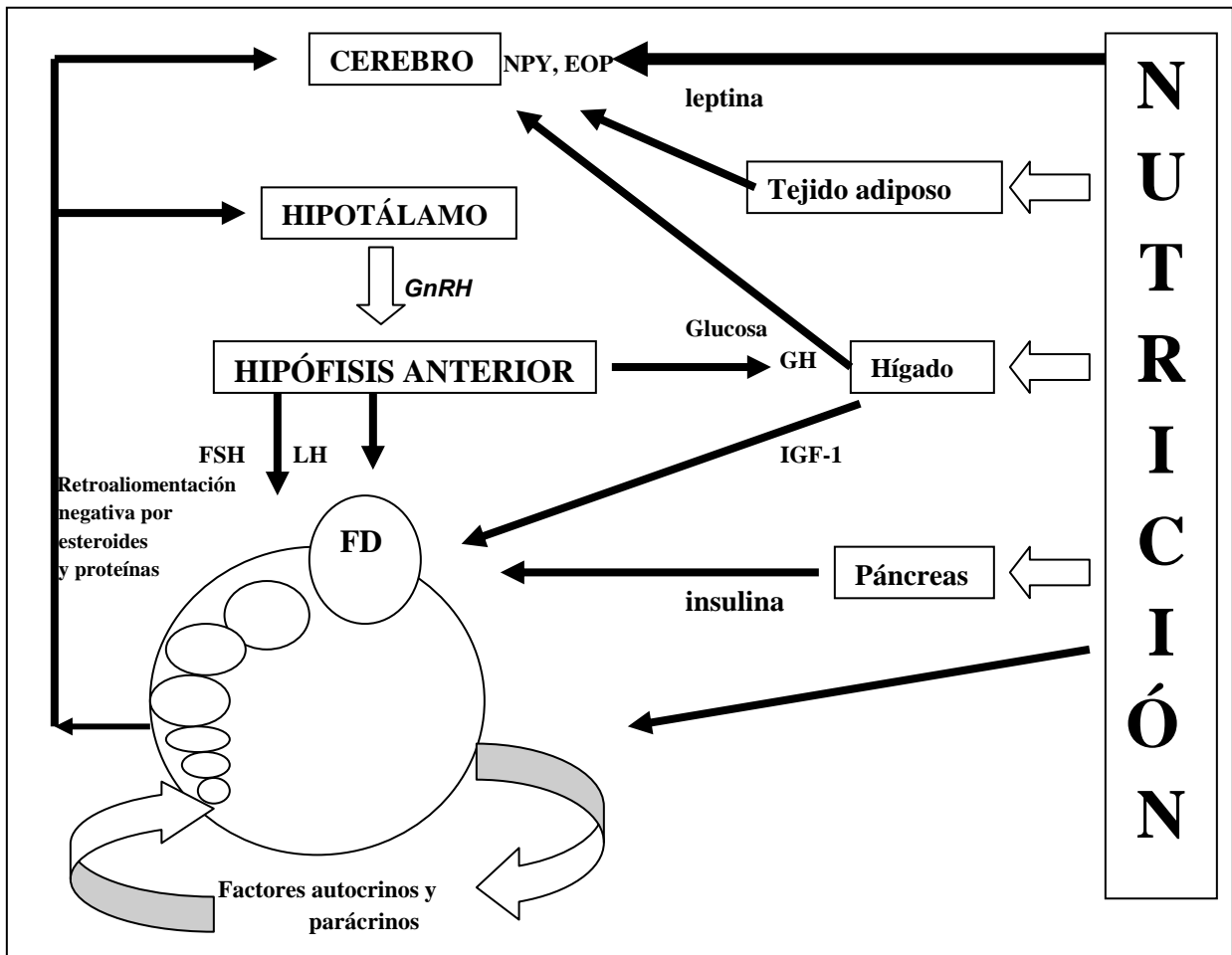
Las bacterias pueden utilizar amoniaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos. Sin la conversión bacteriana, el amoníaco y la urea serían inútiles para los rumiantes. Sin embargo, las proteínas bacterianas del rumen son digeridas en el intestino delgado y constituyen la fuente principal de aminoácidos para la vaca. La combinación de diversos forrajes con alimentos de baja degradabilidad ruminal llamados “alimentos complejos catalíticos” beneficia a los microorganismos ruminales y su capacidad de degradación de las paredes celulares (Ortiz, 2000).

Relación nutrición – reproducción

La nutrición juega un papel muy importante sobre la eficiencia reproductiva y más específicamente sobre la foliculogénesis. En estados en los cuales los animales sufren una restricción nutricional y por lo tanto un balance energético negativo, las hembras muestran un decremento en el diámetro y maduración de los folículos dominantes, así como la misma capacidad de ovulación conduciendo esto hacia un anestro prolongado (Bossis et al, 1999., Mackey et all, 1999).

Existen diversas vías por las cuales la nutrición puede afectar el desarrollo folicular (figura 5), la principal es por medio del eje hipotálamo – hipófisis – ovario (Diskin et al, 2003).

Figura 5. Mecanismos por los cuales la nutrición afecta la actividad ovárica (Diskin et al, 2003)



FD = Folículo dominante

NYP = Neuropeptido Y

EOP = Péptido opioide endógeno

La mala nutrición durante la preñez puede conducir a:

* Parto prematuro, malformaciones y terneros débiles que resultan de deficiencias maternas de energía, proteínas, vitaminas y minerales;

* Aborto, que es raramente debido a una mala nutrición, excepto en casos severos de deficiencia, la ingestión de comida enmohecida, o cuando la comida contiene altos niveles de estrógeno (Diskin et al, 2003).

Existen etapas en las cuales el estado nutricional de los animales actúa como señal para inhibir o activar procesos en los ovarios, tal es el caso de la pubertad y durante el posparto (Lucy et al, 1992).

El peso de la novilla, más que la edad, determina cuando la pubertad se presenta y comienza el celo. El primer signo de celo aparece generalmente cuando la novilla ha alcanzado cerca del 40% de su peso corporal adulto. En novillas bien alimentadas, la madurez sexual se presenta usualmente cerca de los 11 meses de edad. Aún así, el estrés calórico y la mala alimentación de las terneras y novillas jóvenes retrasan la madurez sexual y por lo tanto el inicio de los ciclos estrales. En las regiones tropicales, la pubertad puede presentarse desde los seis hasta los 24 meses. Las novillas deben pesar un 60% de su peso corporal adulto al momento de la inseminación (14 a 15 meses de edad). Por lo tanto, si las vacas promedian los 600 kg, las novillas deberían pesar cerca de 360 kg. al momento de la inseminación (Kinder et al, 1995).

Los nutrientes, componentes básicos de los alimentos, que afectan directa o indirectamente a la capacidad reproductiva son a grandes rasgos: energía, grasa, proteína, vitaminas y minerales (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971). Las vías por las cuales los nutrientes se relacionan con reproducción son:

- Metabólica: aportando precursores o intermediarios necesarios (Ej. Grasa= progesterona).
- Hormonal: estimulando los mecanismos hormonales a diferentes niveles (Ej. Energía= gonadotropinas).

Ambas vías están estrechamente unidas y a través de ellas la alimentación puede ejercer su influencia positiva o negativa en los resultados reproductivos (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971).

Energía

Una de las causas más comunes de baja fertilidad en las vacas lecheras es la deficiencia de energía en relación con las necesidades del animal o un balance de energía negativo. Dependiendo de la producción de leche en el comienzo de la lactancia, un balance de energía negativo puede durar de las primeras dos a diez semanas de la lactancia. (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971)

Los intervalos de concepción son menores para las vacas inseminadas durante un balance de energía negativo (vacas que pierden peso) comparado con vacas inseminadas durante un balance de energía positivo (vacas que ganan peso), a pesar de su habilidad de producción de leche (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971).

La energía es el nutriente más limitante al comienzo de la lactación. La ingestión de energía no compensa las necesidades de mantenimiento y de producción durante las primeras semanas de lactación debido a la alta demanda energética para producción de leche y a la limitada capacidad de consumo de alimentos (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971).

En estas circunstancias las vacas se encuentran en balance energético negativo y la principal señal del mismo es la pérdida de condición corporal. La capacidad de ingestión durante el posparto está más correlacionada con la pérdida de condición corporal que con la producción de leche; las vacas que consumen más materia seca durante las primeras seis semanas de lactación son las que producen más leche y pierden menos condición corporal (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971).

Por otro lado, las vacas que tardan más en recuperar su consumo o con un balance energético mayor, son las que tienen mayor número de días abiertos, debido a que el coste energético requerido para el crecimiento folicular, fertilización del óvulo e implantación del embrión es ínfimo comparado con las necesidades de producción de leche y mantenimiento del organismo (Ørskov et al, 1980).

Asimismo los efectos reportados de las grasas en la reproducción son los siguientes:

- Aumento o disminución de la tasa de concepción a 1ª inseminación.
- Aumento o disminución de la intensidad del celo.
- Igual número de días abiertos en raciones con y sin suplemento graso.
- Más allá de los 150 días de lactación no se observan diferencias entre raciones con y sin grasa suplementaria.

Los diferentes resultados reproductivos obtenidos en diversas pruebas experimentales con el uso de grasa suplementaria se atribuyen a la presentación de la grasa utilizada (jabón, semillas oleaginosas, etc.) y al efecto particular de su composición en ácidos grasos saturados e insaturados. Para comprender estos efectos hay que conocer las rutas por las cuales la grasa afecta la función reproductiva.

- Balance energético. Aunque las grasas aumentan la concentración energética de la ración pueden ejercer un efecto depresor sobre la ingesta de materia seca (a nivel intestinal). Esto unido al aumento simultáneo de la producción lechera contrarresta cualquier efecto sobre el balance energético y la condición corporal, al menos durante las 3 primeras semanas posparto. Por tanto, durante las primeras semanas de lactación las grasas ejercerán su efecto sobre la función reproductiva por otras vías independientes del balance energético.
- Producción de hormonas esteroideas y otras sustancias.

Al aumentar el consumo de grasa, se incrementa la concentración de progesterona en sangre, probablemente debido más a un efecto secundario por reducción de la síntesis de

prostaglandina PG-2a que por aumento de los precursores derivados del colesterol (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971).

Tras su consumo, la grasa reduce la concentración de insulina en sangre, esto provoca lipólisis y aumento del aporte de ácidos grasos endógenos a la ubre. El subsecuente ahorro de glucosa para síntesis de grasa láctea (en el ciclo de las pentosas fosfato) aumentará la glucosa disponible para otros tejidos y estimulará la producción de insulina que será la señal para la liberación de LH. (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971)

Los niveles de estrógenos son inferiores en vacas que reciben raciones con grasa suplementaria. Bajas concentraciones de estrógenos reducen la sensibilidad del cuerpo lúteo a la PG-2a, y se asocian con una reducción de la tasa de muerte embrionaria temprana. (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971)

Mantener un balance energético adecuado al comienzo de la lactancia es extremadamente difícil, especialmente si no se dispone de un forraje de buena calidad. En esos momentos la actividad metabólica del animal está dirigida a producir la mayor cantidad de leche de acuerdo a su potencial productivo (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971).

Proteína

El efecto de la proteína de la dieta en la reproducción es complejo. En general, cantidades inadecuadas de proteína en la dieta reducen la producción de leche y el desempeño reproductivo. Los excesos de proteína pueden tener también un efecto negativo en la reproducción. Aun así, algunas veces, cantidades más altas de proteína en la dieta se encuentran asociadas con una fertilidad más alta. Algunos de los siguientes efectos han sido demostrados para explicar el pobre desempeño reproductivo que algunas veces es observado en dietas con excesivos niveles de proteína (Linn et al, 1990).

* Se pueden presentar altos niveles de urea en la sangre lo que posee efectos tóxicos sobre los espermatozoides, óvulos, y el embrión en desarrollo;

* El balance hormonal puede estar alterado, los niveles de progesterona son bajos cuando la sangre posee altos niveles de urea.

* En vacas de comienzo de lactancia, los niveles altos de proteína pueden incrementar el balance de energía negativo y retrasar el funcionamiento normal del ovario.

La alimentación con proteína y urea al comienzo de la lactancia que posea un 16% de proteína y la de vacas al final de la lactancia que contenga 12% de proteína, deben mejorar la fertilidad de las vacas (Linn et al, 1990., Rathore, 1970).

Cada vez hay más evidencias de que las raciones ricas en proteína, formuladas para una mayor producción lechera, se correlacionan negativamente con los parámetros reproductivos. (Linn et al, 1990., Rathore, 1970).

Esto puede darse por los siguientes mecanismos:

- Eje ovario-hipófisis. Existe la hipótesis que la concentración de LH, y por tanto de progesterona, podrían verse afectadas por elevados niveles de proteína en la ración. Sin embargo, vacas alimentadas con raciones de 16 a 19% de proteína bruta tiene similares concentraciones de LH. Si la ración tiene menos del 13% de proteína bruta, los niveles de progesterona sí son mayores. La principal relación de un exceso de proteína bruta con la concentración de progesterona sería a través de una exacerbación del balance energético negativo en vacas al comienzo de la lactación, por el gasto de precursores de la glucosa y el consumo energético extra que supone transformar el amoníaco en urea (este hecho sólo se relaciona con la proteína degradable). Esto ocasionaría reducción del balance energético y de la glucemia, lo que sería captado por la hipófisis como una señal negativa para la liberación de LH (Lusby, 1990).
- Ambiente uterino. El amoníaco plasmático se relaciona poco o nada con la fertilidad; dado que el amoníaco proviene de la proteína degradable y, sin embargo, tanto la proteína degradable como la proteína no degradable en exceso alteran el pH uterino en

similar medida, hay que suponer que el mediador común de ambos es la urea. Además la urea en sangre varía inversamente con el pH uterino. Durante la fase lútea, pero no en el estro, raciones con el 23% de proteína bruta alteran las concentraciones de minerales y urea en las secreciones uterinas. La mortalidad embrionaria precoz (antes del día 7) se asocia significativamente con un pH uterino reducido y menores concentraciones de magnesio, potasio y fósforo en el ambiente uterino. Las vacas con altos niveles de urea en leche tienden a ser repetidoras cíclicas con bajos niveles de progesterona el día 21 post inseminación, este hecho podría deberse a un aumento de la producción de PG-2 α que comprometería la viabilidad del cuerpo lúteo (Lusby, 1990).

- Efectos directos en el embrión. Un exceso de proteína tal que reduzca los niveles de progesterona y de bTP-1 podría ocasionar mortalidad embrionaria en torno al día 17 post inseminación debido a la pérdida del efecto protector de ambos compuestos frente a la respuesta inmunitaria de la madre (Lusby, 1990).

Por lo tanto, el exceso de proteína afecta negativamente la función reproductiva empeorando el balance energético, afectando la supervivencia del embrión directa o indirectamente (Lusby, 1990).

El organismo en condiciones normales es capaz de convertir el amonio producido en el metabolismo de las proteínas a urea. Sin embargo, cuando existe una alta producción de amonio, provocada por una alta ingesta de proteína en la dieta, el metabolismo del animal no es capaz de desintoxicarse y ello tiene un efecto negativo en los procesos reproductivos. Entre ellos se cuentan: menor tasa de preñez, mayor número de servicio por preñez. De aquí la importancia que los animales reciban una dieta balanceada en términos de proteína total y proteínas degradables y no degradables a nivel ruminal (Martínez y Sánchez, 1999., Todorovski et al, 1971).

IV. Objetivos

General

Determinar el efecto de la oferta de suplementos nitrogenados de lento consumo sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas de doble propósito en pastoreo en el trópico seco.

Particulares

1. Medir el efecto de suplementos nitrogenados de lento consumo sobre intervalo entre partos y días abiertos, así como la producción de leche en vacas de doble propósito en el trópico seco.
2. Determinar la condición corporal al parto de vacas de doble propósito suplementadas con alimentos nitrogenados de lento consumo.
3. Analizar el efecto de suplementos nitrogenados de lento consumo sobre el peso al nacimiento y ganancia de peso diaria de las crías.
4. Evaluar los parámetros ruminales en vacas de doble propósito en pastoreo suplementadas con alimentos nitrogenados de lento consumo.

V. Hipótesis

El uso de suplementos nitrogenados de lento consumo con elementos esenciales para una eficiente fermentación ruminal y dietas ricas en forrajes fibrosos en bovinos de doble propósito mejorarán los parámetros reproductivos y productivos mediante un mejor estado nutricional y condición corporal de la vaca.

VI. Material y Métodos

Localización

El estudio se realizó durante 36 meses en Suchitlán, municipio de Comala, Colima, cuenta con una temperatura promedio anual de 23 °C, un clima Aw1 con lluvias en verano y precipitación anual de 800 mm y una altura sobre nivel del mar de 900 m.

Manejo

Se utilizaron 64 vaquillas de 300 kg. (± 28) de peso, cruza de cebú, en pastoreo de estrella Africana (*Cynodon plestostachyus*), ofertando rastrojo de maíz durante la época seca. Los animales fueron divididos en dos tratamientos: Tratamiento 1: recibieron un suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC) los animales lo consumen completamente en un lapso de 8 horas; se les suministró 2 kg/animal/día durante todo el año y bloque multinutricional durante la época seca.

El SNLC fue una mezcla de 15% de melaza; 2% de urea; 36.5% de maíz; 10% de pollinaza; 5% de harinolina; 2% de harina de pescado; 25% de rastrojo de maíz; 0.5% de minerales; 3% de pasta de coco y 1% de sal común.

El bloque estuvo compuesto de melaza 45%, urea 7%, sal 3%, cal 10%, harinolina 4%, maíz 5%, rastrojo de maíz 20% y pollinaza 5%, minerales 1%.

Tratamiento 2 (CNC): los animales recibieron manejo tradicional consistente en pastoreo durante todo el año además de rastrojo de maíz durante la época seca y la oferta de 2 kg/animal/día de un concentrado comercial (salvado de trigo 40%, maíz 30%, harinolina 23.5%, harina de pescado 5% y 1.5 % sales minerales) a las vacas un mes antes del parto y en lactancia.

Cada uno de los ingredientes proporciona elementos esenciales para la nutrición tanto de la vaca y de las bacterias ruminales entre los cuales podemos mencionar:

- Melaza: importante aporte de carbohidratos solubles, de fácil fermentación en el rumen, indispensables para los microorganismos ruminales; es buen vehículo para la adición de urea (Puga, 2001) mejora la palatabilidad y pulverulencia de los alimentos (Martín P., 2004).
- Urea: aporte de nitrógeno no proteico (NNP) para la síntesis de proteína microbiana. (Martín P.C., 2004).
- Maíz: Fuente de carbohidratos tanto de fácil como de baja degradabilidad ruminal, alimento precursor de ácido propiónico, esencial para la producción láctea.
- Pollinaza: subproducto de la industria avícola, fuente de nitrógeno amoniacal y ácido úrico como NNP, la cual aporta aminoácidos que no pueden ser sintetizados por el animal, ni su población microbiana (Puga, 2001).
- Harinolina: importante debido a su calidad proteica y elevado porcentaje en aminoácidos esenciales como lisina, metionina, triptófano, histidina, tirosina y cistina; así como su capacidad de sobrepasar la digestión ruminal (Puga, 2001).
- Harina de pescado: fuente de proteína de origen animal (50-70%) y aminoácidos azufrados como la metionina, cistina y cistina; posteriormente el animal emplea dichos aminoácidos para la síntesis de sus proteínas séricas y lácticas (Shimada, 2005) , relevante debido a su baja degradación ruminal (Lonsdale, 1989) incrementa la capacidad productiva de los rumiantes alimentados con pastos (Puga, 2001).
- Rastrojo de maíz: subproducto de la planta de maíz, importante fuente de energía para el animal, a través de la degradación de los carbohidratos estructurales por las bacterias celulolíticas principalmente
- Minerales: el efecto de la complementación mineral en los microorganismos ruminales, es de suma importancia para la digestión de la fibra (celulosa y hemicelulosa) (Elías, 1983), favoreciendo el crecimiento y actividad de estos, mejora el consumo, la digestibilidad y la retención del nitrógeno en animales

alimentados con forrajes de baja calidad (Doyle, 1987; Aguilera, 1988; Elías, 1983).

- Pasta de coco: fuente de proteína de baja degradabilidad ruminal.

Las vacas de ambos tratamientos se ordeñaron una vez al día por las mañanas. Las crías se mantuvieron con sus madres después del ordeño dejándoles un cuarto de la ubre para su alimentación, se registraron los pesos de las crías mensualmente. La producción de leche se evaluó semanalmente. Todos los animales fueron desparasitados contra ectoparásitos trimestralmente. Las vacas se pesaron mensualmente, al mismo tiempo se determinó la condición corporal de manera subjetiva en un rango de 1 (emaciada) a 5 (obesa) de acuerdo con Edmonson et al, 1989.

Se realizó el examen químico proximal de los alimentos para determinar el valor nutritivo de la dieta siguiendo la metodología de AOAC (AOAC, 1995), el contenido de las fracciones de fibra se realizó según las técnicas propuestas por Goering y Van Soest, 1970.

Valoración del pH

Como herramienta para valorar el grado de acidez o alcalinidad del medio ruminal, se empleó un medidor portátil Marca Orion Modelo 250A, sumergiendo el electrodo en 50 ml de líquido ruminal. Las mediciones se realizaron al quinto día del periodo experimental, a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 y 22 horas de fisiología ruminal, después de tomada la lectura de pH, el líquido colectado fue puesto en botes plásticos con 2 ó 3 gotas H₂SO₄ para bajar el pH a 2 y almacenado a una temperatura de -4°C para posterior análisis de ácidos grasos volátiles.

Concentración de amoníaco (NH₃)

La medición de NH₃ se llevó a cabo en 10 ml de líquido ruminal, el cual fue colectado a diferentes intervalos de tiempo (0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 y 22) del quinto día del periodo experimental de fisiología ruminal; siendo filtrado a través de tres paños de gasa para

obtener una muestra libre de partículas sólidas. Para evitar la pérdida del compuesto, se adicionó de 3 a 4 gotas de HCl a 0.2 N por cada 10 ml de líquido filtrado. En el laboratorio se tomó lectura de la concentración de NH_3 por medio de un electrodo específico para el Ion (Marca Orion).

Degradabilidad de la Materia Seca

Se utilizaron cuatro vacas fistuladas a nivel de rumen. El ensayo se realizó mediante la técnica de bolsa de nylon (Ørskov, 1980), utilizando bolsa de poliéster blanco de 7 x 15 cm., con un tamaño de poro de 53 (\pm 10) micras marca Ankom. Dentro de las bolsas, se colocó 1 gramo de rastrojo de maíz con un tamaño de partícula de 3 mm; las bolsas fueron colocadas dentro del rumen a intervalos de 8, 16, 24, 48, 72 y 96 horas. Al final del tiempo de incubación, el material fue retirado del rumen para ser lavado durante períodos de 10 minutos en un agitador mecánico, hasta que el fluido fue transparente; para posteriormente ser secado a 65° C durante 48 horas. Al material residual, se le determinó el contenido de materia seca (AOAC, 1995).

Las bolsas correspondientes a la hora cero, únicamente fueron lavadas para determinar la cantidad de material soluble en la muestra.

Para interpretar los resultados se desarrolló la ecuación sugerida por McDonald (1981) y Dhanoa (1988) $Y_t = W_o + B_d (1 - e^{-c(t-t_L)})$; El cual surge de la propuesta original de Ørskov y McDonald (1979), donde se describe la curva de degradación de la materia seca; ajustándose a la ecuación la cual se muestra a continuación:

$$P_t = a + b (1 - e^{-ct})$$

Donde:

P_t ó Y_t = es la pérdida por degradación después del tiempo (horas) “**t**”

a = es el intercepto por extrapolación de la curva de degradación a **t = 0**, Siendo esta extrapolación, **a** puede ser negativa.

b = es la asíntota de la exponencial **b (1 - e^{-ct})** la cual está regida por el tiempo “**t**”.

c = es la tasa constante de digestión de la exponencial. La exponencial esta dado por **b**, de esta manera, **b** y **c** definen la tasa de la degradación del forraje.

a + b = es el **Potencial de degradabilidad**. La cantidad total de material llamado potencialmente degradable es dado por **a + b** que es la asíntota de la curva de degradación completa. **a + b (1-e-ct)**. Este incluye el material que puede escapar de la bolsa de nylon sin ser degradado (llamado “residuo de lavado a tiempo cero”).

W0 = es el residuo del lavado a tiempo cero, que incluye la cantidad de material soluble (**S0**) así como las partículas pequeñas presentes en la muestra inicial, que pueden ser lavadas de la bolsa de nylon, sin ser degradadas. El residuo de las partículas pequeñas a el tiempo cero (**t0**) está dado por **W0-S0**. El material soluble (**S0**) está formado comúnmente de azúcares solubles y otros componentes de la célula de la planta, siendo potencialmente degradables. Las partículas pequeñas residuales (**W0-S0**) pueden incluir tierra y polvo, de esta se considera que no todo el material puede ser degradado.

Bd = es el material insoluble pero potencialmente degradable, siendo calculado por **(a + b) -W0**. Donde la degradación es efectivamente estimada al inicio de la fase de retardo “time lag” (**tL**), la cual es calculada como el tiempo donde la extrapolación de la curva regresa al valor de intercepto del residuo de lavado a tiempo cero (**W0**).

Las variables que se midieron en el presente experimento fueron:

- ❖ Intervalo entre partos
- ❖ Días abiertos
- ❖ Condición corporal al parto
- ❖ Peso al nacimiento
- ❖ Ganancia diaria de peso
- ❖ Producción de Leche
- ❖ Niveles de pH
- ❖ Ácidos grasos totales
- ❖ Concentración de amoniaco
- ❖ Degradabilidad de MS

Análisis estadístico.

El diseño experimental que se utilizó en este estudio fue el de bloques completamente al azar, donde ambos tratamientos tuvieron el mismo número de repeticiones por bloque. El análisis estadístico para consumo y ganancia de peso se realizó mediante un modelo completamente al azar, los resultados se analizaron bajo un análisis de varianza. La prueba de Tukey fue usada para determinar la diferencia entre medias. Los resultados obtenidos se analizaron con el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System).

Las medias fueron comparadas por el procedimiento de Fisher de Diferencia de Mínimos Cuadrados de acuerdo con el siguiente modelo: $Y_i = M + A_i + \beta (PI \cdot A)_i + e_i$ en donde: Y_i = Variable dependiente; M = Media de la población.; A_i = Efecto del i -ésimo tratamiento; $\beta(PI \cdot A)_i$ = Efecto de la covariable peso corporal a los 9 meses de edad en cada tratamiento; e_i = Error experimental.

VII. Resultados

Parámetros Reproductivos

Para la presente investigación se analizaron un total de 130 partos de las 64 hembras que se observaron a lo largo de 36 meses.

Como se ha mencionado en el transcurso de este trabajo, la evaluación de la condición corporal es realmente un método subjetivo que a pesar de tener puntos básicos y en común en la mayoría de las técnicas, los resultados varían de un evaluador a otro. En el Cuadro 8 se presentan los resultados generales obtenidos durante los tres años. Se observa que en el grupo alimentado con SNLC la duración de IEP fue de 434 días promedio, casi dos meses menos que aquel obtenido en el grupo alimentado con CNC con 490 días de intervalo entre partos como promedio ($P < 0.05$). El número de partos fue significativamente mayor en SNLC comparando con CNC. El número de días abiertos se redujo cuando se ofertó el SNLC ($P < 0.05$). Sin embargo, no se observó diferencia significativa en los valores de la condición corporal al parto y la producción de leche.

Cuadro 8: Promedio de Intervalo entre partos (IEP), Partos totales, Días abiertos (DA), Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y Lactación (L) en días.

Tratamiento	IEP (días)	No. de Partos	DA	CC	PL (lt)	L (días)
SNLC	434 ^b	76 ^a	162 ^b	3.84 ^a	5.1 ^a	224
CNC	490 ^a	54 ^b	210 ^a	3.54 ^a	4.6 ^a	162
s.e.	22.3	4.1	18.4	0.28	1.11	

CNC= Concentrado comercial, SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo, lt=litro.

Analizando los datos anualmente, se observó un mayor número de partos en el tratamiento SNLC en comparación el grupo CNC ($P < 0.05$), sin embargo, no hubo diferencia significativa en CC y producción láctea entre tratamientos (cuadro 9).

Cuadro 9: Partos obtenidos, promedio de Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y duración de lactancia en días (L) en el primer año.

Tratamiento	No. de Partos	CC	PL (lt)	L (días)
SNLC	25 ^a	3.64 ^a	4.7 ^a	212
CNC	18 ^b	3.56 ^a	4.2 ^a	153
s.e	2.6	0.13	0.97	

SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo, CNC= Concentrado comercial, lt=litro.

s.e= standar error

Durante el segundo año de análisis, los resultados muestran un mayor número de partos, condición corporal al parto y producción láctea para el tratamiento SNCL, sin embargo no se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos (cuadro 10).

Cuadro 10: Partos obtenidos, promedio de Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y duración de lactancia (L) en días en el segundo año.

Tratamiento	No. de Partos	CC	PL (lt)	L (días)
SNLC	25 ^a	3.92 ^a	5.1 ^a	227
CNC	21 ^a	3.48 ^a	4.7 ^a	165
s.e	2.4	0.23	0.83	

SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo,

CNC= Concentrado comercial, lt=litro.

s.e= estándar error

Al tercer año del estudio, el número de partos logrados por el grupo CNC disminuyó significativamente comparado con los primeros dos años. La CC al parto de las hembras, así como la producción láctea de las mismas fue mayor en el tratamiento 1, sin embargo no se encontró diferencia significativa (cuadro 11).

Cuadro 11: Número de partos obtenidos, promedio de Condición corporal (CC) al parto, Producción láctea (PL) por tratamiento y duración de lactancia en días (L) en el tercer año.

Tratamiento	No. de Partos	CC	PL (lt)	L (días)
SNLC	26 ^a	3.96 ^a	5.4 ^a	234
CNC	15 ^b	3.60 ^a	4.9 ^a	172
s.e.	3.2	0.23	0.24	

SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo

CNC= Concentrado comercial

lt=litro.

Cuadro 12: Promedio de partos obtenidos de las madres alimentadas con SNLC y CNC durante los 3 años.

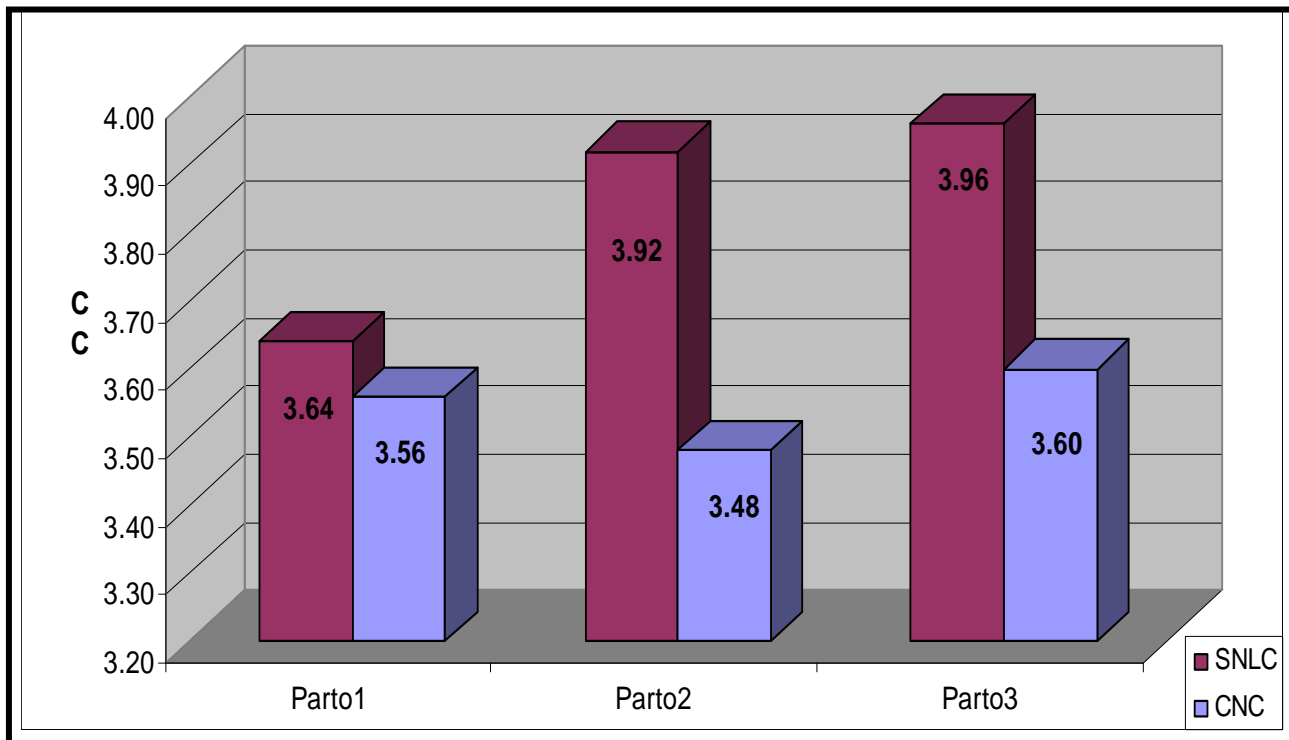
Tratamiento	Primer año	Segundo año	Tercer año	Promedio
SNLC	25 ^a	25 ^a	26 ^a	25.3 ^a
CNC	18 ^b	21 ^a	15 ^b	18 ^b
s.e.	2.6	2.4	3.2	2.7

SNLC= Suplemento Nitrogenado de Lento Consumo

CNC = Concentrado comercial

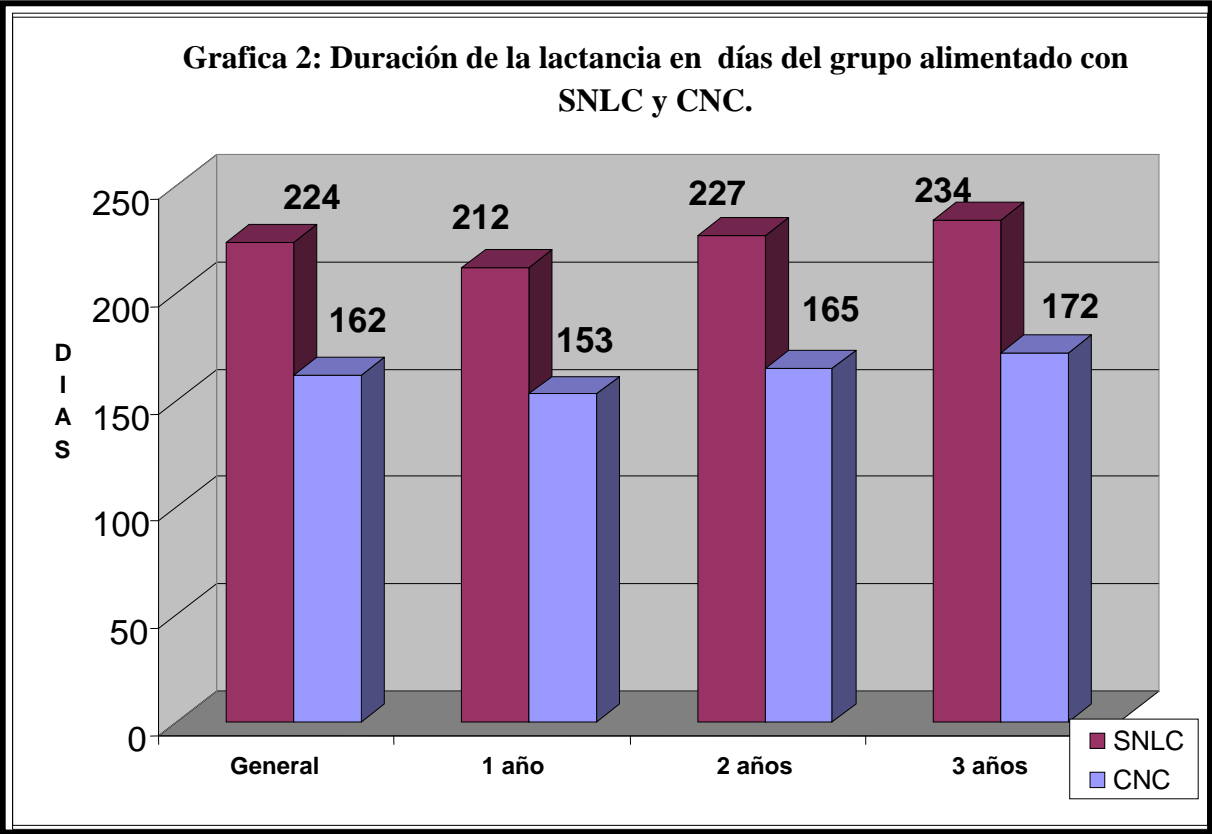
La gráfica 1 permite reconocer la diferencia constante entre ambos grupos, siendo superior el grupo SNLC durante los tres ciclos sobre el grupo CNC en lo que a condición corporal se refiere.

Gráfica 1. Promedio de la condición corporal (1-5) al parto de vacas alimentadas con suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC) o concentrado comercial (CNC).



SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo, CNC= Concentrado comercial.

La gráfica 2 nos muestra la duración de la lactancia en días tanto del grupo alimentado con concentrado comercial como del grupo que fue suplementado.



SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo

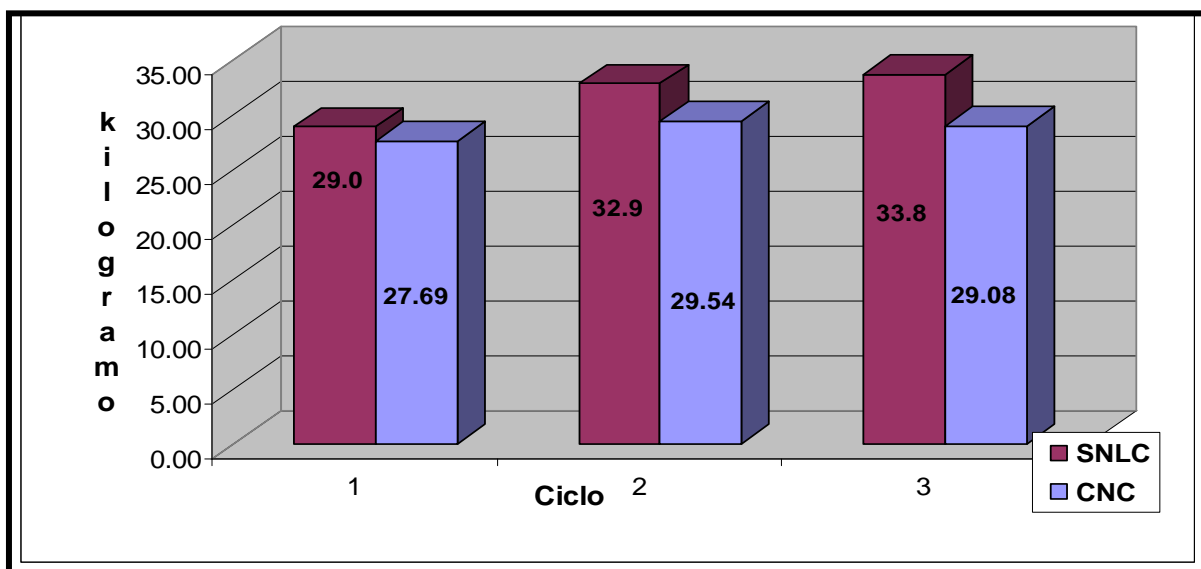
CNC= Concentrado comercial.

Parámetros productivos

El peso al nacimiento fue registrado en kilogramos para cada becerro de cada hembra de grupo y a su vez, por cada ciclo reproductivo que esta hembra tuvo, es decir, este estudio abarcó tres ciclos productivos, por lo tanto se tiene registro de tres becerros por hembra para ambos grupos. La cantidad de datos varía de acuerdo al número de hembras que quedaron gestantes, lograron llevar a término su gestación y parto.

El grupo experimental SNLC consiguió un total de 76 crías en el periodo de estudio dividido en los tres ciclos de forma prácticamente homogénea (25, 26, 25), y sus pesos al nacimiento oscilaron entre los 29.0kg en el primer ciclo hasta alcanzar los 33.8 kg promedio para el tercer ciclo reproductivo, no así en el grupo CNC quienes tuvieron un peso en el primer ciclo de 27.7 kg y para el tercer ciclo alcanzaron 29.1 en promedio (gráfica 3).

Grafica 3. Peso al nacimiento de becerros de madres alimentadas con SNLC y CNC.



SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo, CNC= Concentrado comercial.

En el cuadro 13 se muestran los pesos al nacimiento promedio que se obtuvieron durante el periodo de estudio y las ganancias diarias de peso promedio que se lograron en ambos grupos tanto el sometido al tratamiento 1 como del grupo alimentado solo con concentrado comercial denotando una diferencia biológica en los pesos al nacimiento de poco más de tres kilogramos entre ambos como promedio de grupo, siendo superior en el grupo SNLC, sin embargo estadísticamente la diferencia se presentó hasta el tercer ciclo donde los becerros del SNLC obtuvieron mayor peso. Las ganancias de peso fueron mayores en el tratamiento uno (551 g/d), comparando con CNC (507 g/d).

Cuadro 13: Promedio de peso al nacimiento y Ganancia diaria de peso de los becerros por grupo

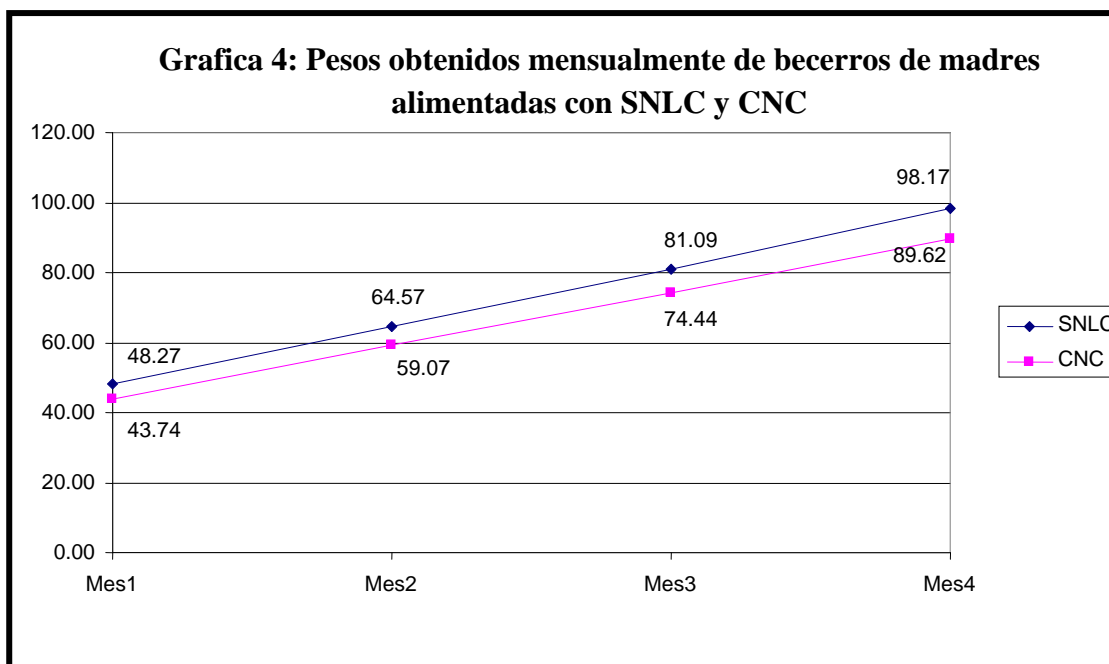
Grupo	Peso al nacimiento (kg)				GDP (g/d)
	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Promedio	
SNLC	29.0 ^a	32.9 ^a	33.8 ^a	31.9 ^a	551 ^a
CNC	27.7 ^a	29.5 ^a	29.1 ^b	28.8 ^a	507 ^b
s.e	2.1	1.7	1.6	1.7	21.0

SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo

CNC= Concentrado comercial

GDP= Ganancia diaria de peso

Respecto al peso promedio obtenido mensualmente, observamos valores siempre superiores para el grupo SNLC (gráfica 4).



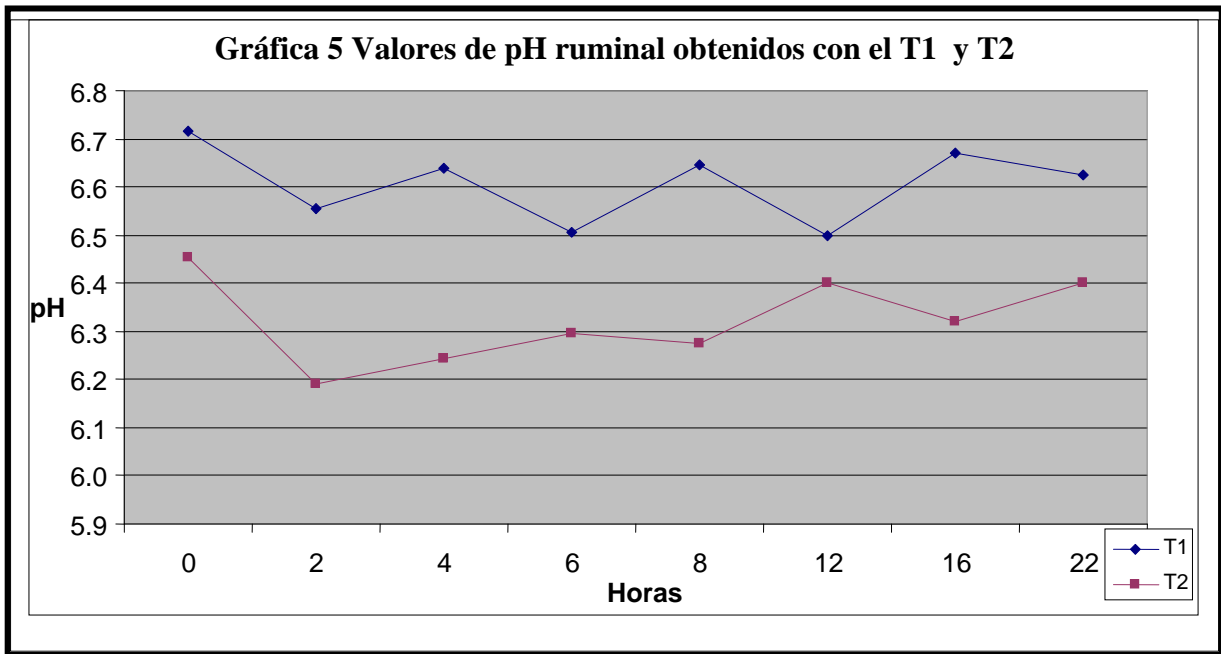
SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo, CNC= Concentrado comercial.

Parámetros Ruminales

El cuadro 14 representa los valores promedio obtenidos en el análisis del líquido ruminal en ambos tratamientos. Observamos que los valores alcanzados para pH ruminal no presentaron diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos, la concentración de amoníaco y ácidos grasos volátiles fue estadísticamente mayor en SNCL (gráfica 5-7).

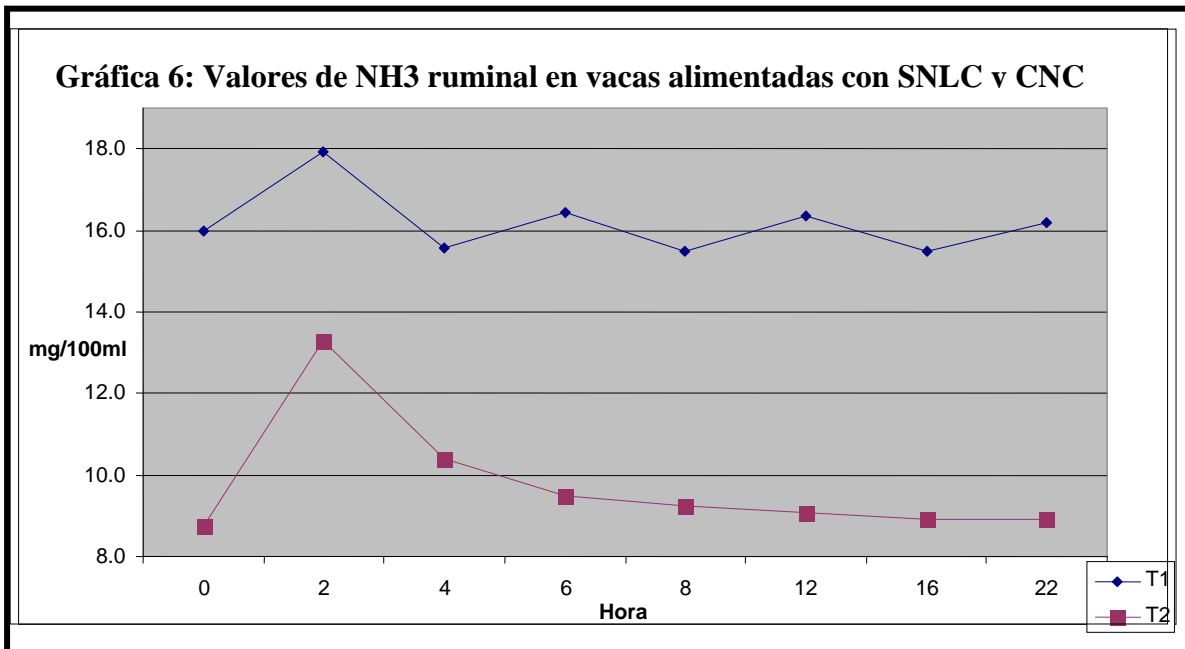
Cuadro 14. Valores promedio totales de pH ruminal, concentración de amoníaco (NH_3) y Ácidos grasos volátiles (AGV's)

Hora de muestreo	T1	T2	s.e.
pH ruminal	6.6 ^a	6.3 ^a	0.7
NH_3 mg/100ml	16.2 ^a	9.8 ^b	2.1
AGV's mmol/l	97.2 ^a	84.2 ^b	4.4



T1= Suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC).

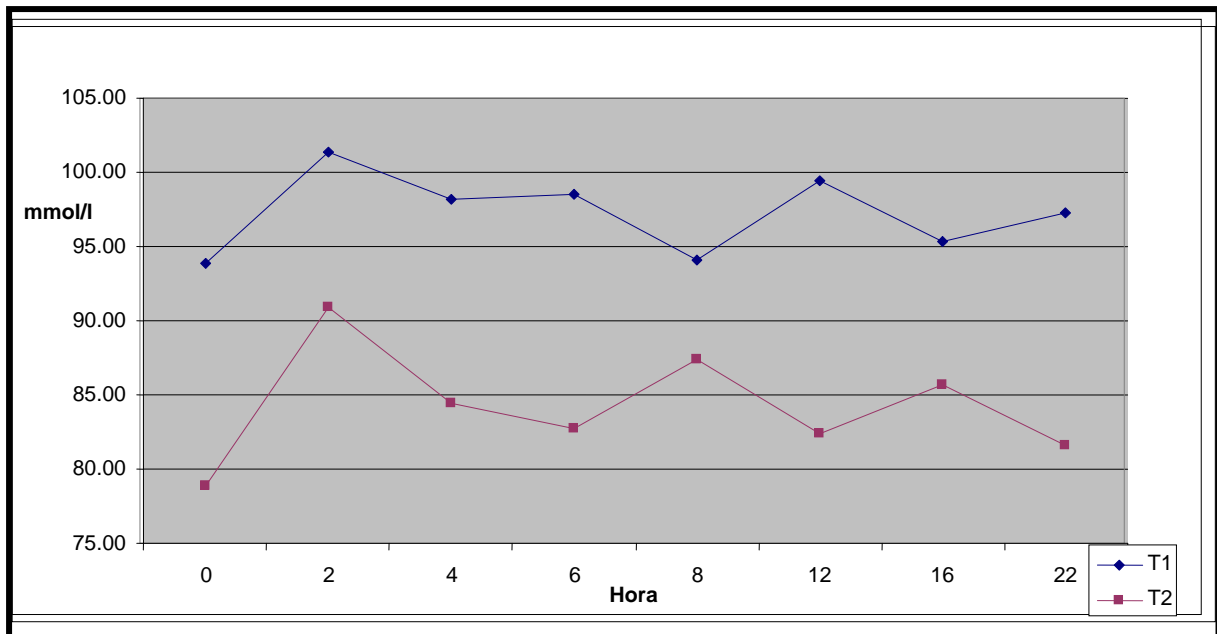
T2= Concentrado comercial (CNC).



T1= Suplemento nitrogenado de lento consumo.

T2= Concentrado comercial.

Gráfica 7: Valores de AGV's en rumen de vaca alimentadas con SNLC o CNC



T1= Suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC)

T2= Concentrado comercial (CNC).

AGV's = Ácidos Grasos Volátiles

El cuadro 15 muestra los valores obtenidos en relación al promedio de AGV's analizados tanto en mmol/l como en su proporción molar mostrada en la gráfica 8.

Cuadro 15. Promedio de Ácido acético, Ac. Propiónico y Ac. Butírico en mmol/l y % en vacas alimentadas con SNCL y CNC.

AGV	T1	T2	s.e.
Ácidos Grasos Volátiles (mmol/l)			
Acético (A)	65.98 ^a	58.89 ^b	2.61
Propiónico (P)	24.86 ^a	20.04 ^a	2.24
Butírico	6.39 ^a	5.31 ^a	1.62
Total	97.23 ^a	84.24 ^a	4.43
Relación (A:P)	2.65	2.94	
Proporción molar %			
Acético	67.86	69.91	
Propiónico	25.57	23.79	
Butírico	6.57	6.30	

AGV= Ácido graso volátil, T1= Suplemento nitrogenado de lento consumo

T2= Concentrado comercial.

Los resultados muestran un incremento ($P < 0.05$) en la degradabilidad de la fibra del rastrojo de maíz, así como de la fracción potencialmente digestible cuando se adiciono el SNLC a la dieta. Obteniendo una constante de degradación de 0.020 h en CNC y de 0.051 h en SNLC (Cuadro 16).

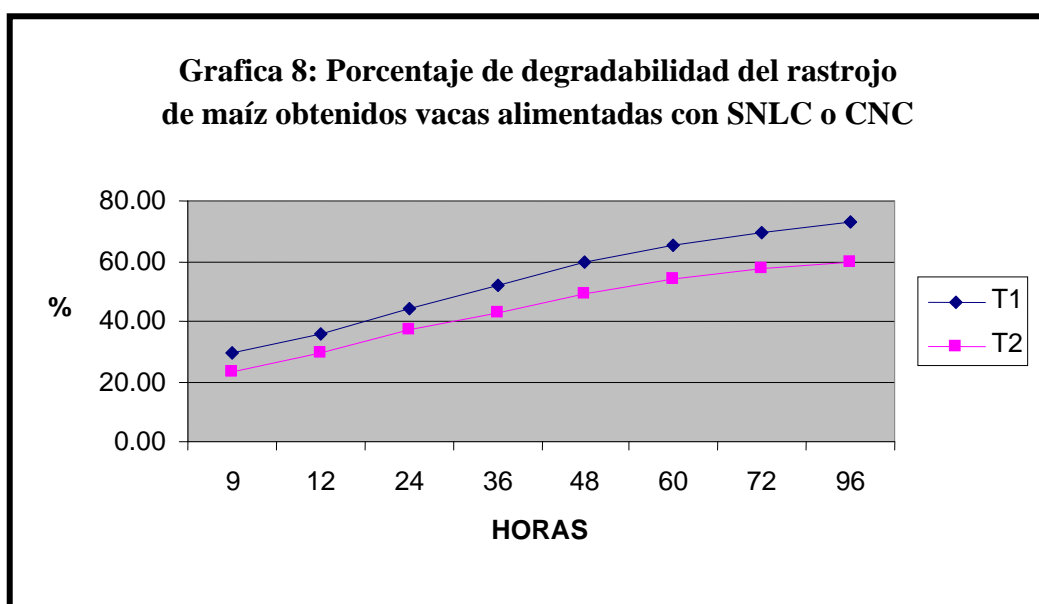
En el cuadro 16 podemos observar la diferencia existente entre el grupo suplementado y el grupo alimentado solamente con un concentrado comercial respecto a la cinética de degradación del rastrojo de maíz ofertado en este estudio (Gráfica 8).

Cuadro 16. Cinética de la degradación del rastrojo de maíz entre SNLC y CNC

	SNLC	CNC	S.E.
Fracción soluble (a)%	14.4	14.4	
Fracción digestible (b) %	63.0	44.9	
Fracción potencialmente digestible (a+b) %	73.3 ^a	59.3 ^b	0.110
Constante de degradación (h)	0.051 ^a	0.020 ^b	0.002
Tiempo medio (h)	3.6	4.1	

a, b = literales diferentes en la fila indican diferencia significativa (P<0.05).

SNLC= Suplemento nitrogenado de lento consumo, CNC= Concentrado comercial.



T1= Suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC).

T2= Concentrado comercial (CNC).

VIII. Discusión

Los resultados del presente trabajo muestran que existe diferencia entre ambos tratamientos denotando una mejor respuesta en los animales tratados con el suplemento nitrogenado de lento consumo en la mayoría de las variables analizadas en el presente estudio.

El mejor aprovechamiento del pasto estrella africana y del rastrojo de maíz por las vacas observado en el presente estudio, se debió probablemente a que el suplemento nitrogenado de lento consumo proporcionó los elementos necesarios para un mayor crecimiento de bacterias celulolíticas y por ende un aumento en la degradabilidad de los forrajes en el rumen. Resultados similares reportaron González y Muñoz (1991), en especie con dietas ricas en forrajes secos y suplementos nitrogenados.

La ganancia de peso en los becerros obtenida en este estudio fue menor a la obtenida por Ortiz et al (2000), quien reportó ganancias de 851 a 910 g/día en novillos en pastoreo sobre zacate Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) e Insurgentes (*Brachiaria brizantha*) adicionando un 20% de un suplemento de liberación lenta de urea, lo cual puede ser respuesta a la propia calidad de los pastos que influyó positivamente en la calidad de la dieta en general y por ende en el consumo de los animales.

Contrario a lo anterior, en otro estudio realizado por Loemba y Molina (1995), al incorporar 700 g/día de un alimento que contenía harina de girasol, urea, sulfato de amonio, sulfato de dicálcico, sales minerales, zeolita, melaza, en novillos se logró una ganancia diaria de peso de tan sólo 434 g/animal/día, resultado inferior al obtenido en tratamiento con suplemento nitrogenado de lento consumo del presente trabajo, debido probablemente a que el suplemento utilizado (SNLC) provee además de los nutrientes críticos para los microorganismos del rumen, elementos de sobrepaso como la proteína y almidones para ser utilizados a nivel intestinal.

González et al (1986), Silva et al (1992) y Singh y Kharche (1985) mencionan en diversos estudios un intervalo entre partos que va desde los 440 días hasta más de 800 días para el ganado cebú, en general rangos ligeramente mayores a los obtenidos en el presente trabajo donde se obtuvieron en promedio 434 días, la variación entre datos puede deberse a que las condiciones de alimentación en esta investigación fueron mejores a las utilizadas por los otros autores, el uso de un suplemento alimenticio mejoró la condición nutricional y corporal de los animales, lo que permite una pronta reincorporación a la actividad reproductiva de las hembras disminuyendo así tanto los días abiertos como el periodo entre un parto y otro.

En el presente estudio se obtuvo un número mayor de partos en el tratamiento del suplemento nitrogenado de lento consumo comparadas con el tratamiento a base de concentrado comercial lo que concuerda con Cavalieri y Fitzpatric (1995) quienes en sus estudios reportaron que animales con mayor ganancia diaria de peso y condición corporal tuvieron una mayor probabilidad de expresar ciclos estrales normales y gestar que aquellas hembras con menor ganancia diaria de peso y condición corporal.

Khireddine et al (1998), sugirió que el uso de suplementos mejoró el desarrollo folicular y la tasa de concepción, tal y como sucedió en el presente estudio con los animales del tratamiento a base de un suplemento nitrogenado de lento consumo, quienes obtuvieron resultados de días abiertos e intervalo entre partos menores comparadas con los animales del que recibieron un concentrado balanceado en su dieta.

Grings et al (1998) y Maquivar y Galina (2008) mencionaron que el uso de suplementos en animales prepúberes tiende a incrementar la fertilidad y disminuir la edad de la pubertad, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este estudio, ya que el número de partos fue mayor en los animales suplementados. Contrario a lo reportado por Soto et al (1997) que menciona que el uso de suplementos no mejoró la actividad reproductiva aún con sincronización del estro.

Macedo y Palma (1998) reportaron un aumento en la producción láctea en animales que fueron suplementados con un alimento proteico durante la ordeña, lo que no sucedió en el presente trabajo en donde la producción diaria de leche no se encontraron diferencias entre tratamientos, sin embargo, si las hubo en cuanto a la duración del periodo de lactación, siendo mayor en los animales suplementados lo que pudo deberse a que el suplemento nitrogenado fue ofertado a los animales durante todo el año alargando así la etapa de lactación en estos animales.

IX. Conclusiones

Con este estudio se concluye que, las dietas ricas en forrajes fibrosos se aprovechan mejor con el uso de suplementos nitrogenados de lento consumo, ya que aportan elementos esenciales para una eficiente fermentación ruminal en bovinos de doble propósito en el trópico, lo cual permite un mejor aprovechamiento de los recursos forrajeros con los que se cuenta en la región.

Así mismo, se concluye que con dietas ricas en carbohidratos estructurales y suplementos nitrogenados de lento consumo, se mejora la condición corporal, días abiertos, producción láctea e intervalo entre partos en vacas de doble propósito en el trópico seco, así como la ganancia diaria de sus becerros.

X. Referencias

- Aguilera B A. Evaluación del efecto de la suplementación de rastrojo amoniatizado sobre la cinética ruminal y digestibilidad en borregos Pelibuey. Tesis maestría. FES-C.UNAM. México. 1988. 142 pp
- Alvarado RJ. Parámetros reproductivos del ganado criollo en la región de la Frailesca, Edo. de Chiapas, utilizando la inseminación artificial. Tesis. FMVZ-UNAM. México. 1979.
- Álvarez PC. Estudio sobre los Índices reproductivos en un hato lechero del estado de Puebla. Tesis. MVZ- UNAM. México. 1979.
- Álvarez RA. Análisis de los parámetros reproductivos y de producción de las razas:Holstein, Pardo Suizo y Holstein/cebú en el trópico. Tesis. FESC- UNAM. México. 1983.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Oficial Agricultural Chemists. Ed 16. Washington. D.C. USA. 1995.600 pp
- Arreguín JAA, Santos RE, Villa-Godoy A, Román- Ponce H. Dinámica folicular ovárica en vacas cebú con diferente condición corporal y frecuencia de amamantamiento durante el periodo anovulatorio posparto. Séptimo curso internacional de reproducción bovina. D.F. México. 1997. 210- 240.
- Arthur GH, Rahim ATA. Temporal features of oestrus in Saudi Arabian imported cattle. X Inter.Congr. Anim. Reprod. A.I. Urbana.IL 1984. 3: 304.
- Basurto CH, Alonso DM, Mora MC. Efecto del tiempo posparto y condición corporal sobre la respuesta al estro y fertilidad en vacas doble propósito tratadas con progesterona y PMSG. Memorias del XXII Congreso Nacional de Buiatría. 1998. 361- 362.
- Bavera GA, Peñafort C. Condición Corporal. Cursos de Producción Bovina de Carne. Fac. Agr. Vet. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. 2005.
- Bishop MD, Kappes MS, Keele WJ, Stone TR Sunden FSL, Hawkins GA et al. A genetic linkage map for cattle. Genetics. 1994. 136: 619-639.
- Boada M. Inducción y Sincronización del ciclo estral en vacas Brahman, paridas con reposo ovárico. Tesis. Universidad de Ciencias Agropecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 1994. 57.
- Boland MP, Lonergan P, O'Callaghanz D. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. Theriogenology. 2001. 55: 1323-1340.
- Bossis I, Wettemann RP, Welty SD, Vizcarra JA, Spicer LJ, Diskin MG. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. J. Anim. Sci. 1999. 77:1536-1546.

- Carmona MA. Adaptación genético ambiental al trópico húmedo en *Bos taurus*, *Bos indicus* y sus cruzas Tesis MC. Chapingo. México. Colegio de Postgraduados 1980. 190.pp
- Carrera C, Temple RS, Butterworth M H, Augustini CH. Evaluación en corral del potencial para el crecimiento de novillos Criollo y Criollo/Holstein de dos edades, alimentados con una ración alta en concentrados. ITESMonterrey. 1993. Nota Técnica. No.29.
- Cavalieri J, Fitzpatrick LA. Artificial insemination of *Bos indicus* heifers: the effects of body weight, condition score, ovarian cyclic status, an insemination regime non pregnancy rate. *Aust. Vet. J.* 1995. 72: 441- 447.
- Centro Tropical de Capacitación Agropecuaria y Forestal A.C. (CETROCAF). Informe México. 1992.
- Cervantes N, Choisis JP, Lhoste P. Épocas de nacimiento e intervalos entre partos en el trópico seco (Estado de Colima). *Memorias del VI Congreso Latinoamericano de Buiatría y del XIII Congreso Nacional de Buiatría*; 1987. 71-74.
- Cervantes N. *Functionnement de l'élevages bovins mixes, en milieu tropical mexicain (etat de Colima) Analyse zootechnique et diversite genetique, perspectif d'amélioration.* (These doctorat). Université des Sciences et Technologies de Lille USTL, 1988. 242.
- Chicco CF, Shultz E. El uso de los recursos tropicales para la alimentación de los bovinos. *Memorias X Congreso Mundial de Buiatría.* México. 1978. 605-632.
- Choisis JP, Cervantes CN, Galina HMA. Diagnóstico dinámico de unidades bovinas de doble propósito en el trópico seco; Colima. *Reunión de Investigación Pecuaria.* México. 1987. 249 – 250.
- De Alba J, Celis R, Kennedy B. Reproducción en un hato de bovinos de doble propósito en la región de la Huasteca. *Rev. Méx. Producción Animal.* 1979. 11: 3-10.
- De Alba J. *Reproducción Animal.* México: Ediciones Científicas. La Prensa Médica Mexicana SA. 1985. 538.
- De los Santos V, Martínez Y E, De Leija D, Ruiz R, González E. Comparación de la prostaglandina F2 y de implantes del SC21009 como sincronizadores del estro en ganado bovino. *Tec. Pec. Méx.* 1979. 36: 33 - 39.
- Diskin MG, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science.* 2003. 78: 345-370.

- Domínguez C, González A, Ureña AJ, Zahalca K. Suplementación con dietas basadas en recursos locales en vacas de doble propósito en el paisaje solinoso del Estado de Guárico, Venezuela. Efecto sobre el comportamiento reproductivo. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 1997. 5: 396-398.
- Domínguez MM. Effects of body condition reproductive status and breed on follicular population and oocyte quality in cows. Theriogenology 1995. 43:1405 - 1418.
- Doyle P. T. Supplements other than forages. In Hacker, J.B. and Ternouth, J.H. 1987. The nutrition of herbivores. Ed. Academic Press. Australia, 1987; 429-464.
- Earle DF. A guide to scoring dairy cow condition. Aust Dep Agric J Victoria 1976. 74:228.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. A body condition score chart for Holstein cows. J Anim Sci 1989. 72: 68-78.
- Elías A. Digestión de pastos y forrajes. Capítulo IV 187-246. En los pastos de Cuba. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba. 1983. 675 pp
- Escamilla I. Galina CS, Ochoa P. Efecto de la época del año y del nacimiento de la cría en su intervalo entre partos en la raza charolais, Brahman y sus cruza, en el trópico. Memorias del VIII Congreso Nal de Buiatría. México. D.F. 1982. 219 - 220.
- Escobar FJ, Galina HC, Fernández Baca S, Jara SL, Cieegt. Estudio de la actividad reproductiva post parto en vacas cebú, criollas y F1 (cebú/holstein). Memorias del VIII Congreso Nal de Buíatría. Veracruz. México. 1982. 213- 218.
- Escobar FJ, Jara LC, Galina CS, Fernández S. Efecto del amamantamiento sobre la actividad reproductiva post parto en vacas cebú criollas y F1 (cebú/holstein) en el trópico húmedo de México. Vet Méx 1984. 15: 243-248.
- Esperón AE. Efecto estacional en la fertilidad de hembras cebuinas inseminadas después de aplicar un implante hormonal .Tesis. PICP U de Colima. México. FMVZ Universidad de Colima, 1996.
- Esperón AE. Manejo del hato en bovinos de doble propósito. Memorias del Curso Principios básicos en la ganadería bovina para la producción de leche y carne; utilizando insumos de bajo costo. FES-C, UNAM; México del 3 al 17 de mayo. 1993. 22-28.
- Fernández-Baca S. Desafíos de la producción bovina de doble propósito en la América Tropical. En: Madrid-Bury N, Soto BE. Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. 1995. 1-19.
- Fondo de población de las naciones unidas. Población, medio ambiente y desarrollo. Informe conciso (ONU). E.U. Nueva York. 2001.

- Fraga EE. Estudio de la eficiencia reproductiva de un hato lechero en el municipio de Cuautitlán, Estado de México. Tesis. FES-C, UNAM. México. 1977.
- Galina C, Duchateau A, Navarro-Fierro R. Assessment of the reproductive efficiency of *Bos indicus* cattle in the tropical areas of México. Memorias de la Reunión de la Agencia Internacional de la Energía Atómica. México. 1986.215-223.
- Galina CS, Arthur GH. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrous. Cycles. Animal Breeding Abstracts. 1990. 58: 698 - 707.
- Galina CS, Murcia C, Beatty A, Navarro- Fierro R, Porrás A. Reproductive performance of Zebu cattle in Mexico using artificial insemination. Proc. regional network for improving the reproductive management of meat and milk producing livestock in Latin America with the aid of radio inmunoassay techniques. Bogota Colombia. 1990. 213.
- Galina CS, Orihuela A, Rubio I. Reproductive Physiology in Zebu cattle, characteristics related to estrous expression and performance of bulls in natural mating. Centro Médico Nacional. México. 1995.1- 16.
- Galina CS. Esquemas prácticos de manejo reproductivo en ganaderías de carne. Séptimo Curso Internacional de Reproducción Bovina. Academia de Investigación en Biología de la Reproducción. A. C. 1997. 43- 51.
- Galina M, Guerrero M. Recursos y necesidades pecuarias de México. México: FES-C, UNAM. 1992.
- Galina MA, Guerrero M. La ganadería mexicana, características y perspectivas del sector. Av Invest Agrop 1993. 2: 13-40.
- Galina MA. Sistemas Pecuarios biosostenibles y biodiversos. Una alternativa de producción animal ante el deterioro ambiental y la contaminación. Av Invest Agrop 1994. 3: 48-75.
- Gallegos-Sánchez S, López R, García-Winder M. Influencia del retraso del amamantamiento sobre el intervalo posparto en vacas *Bos taurus* y *Bos indicus*. Resúmenes ALPA. 1990. 162-170.
- Gangwar PC, Branton C, Evans D L. Reproductive and Physiological responses of Holstein heifers to controlled and natural climatic conditions. J. Dairy Sci. 1965. 48: 222.
- Gangwar PC. The effect of environmental temperature on growth of dairy heifers. Indian. Vet. J. 1970. 47: 128 -134.
- García TJ, Gingins M. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. Conferencia en Dpto. zootecnia, Fac. Agr. y Vet. UBA 1969.
- García- Winder M. Efectos de la nutrición sobre la reproducción. Memorias del Seminario Internacional “La importancia de la Nutrición en la Reproducción de Bovinos” Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 1988.

- Garmendia J. Factores nutricionales que afectan el comportamiento reproductivo del ganado bovino bajo condiciones de pastoreo en el trópico. En. Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. 1995. 289-305.
- Goering HK, Van Soest PJ. Forage Fiber Analices (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA, Agriculture handbook 379. Agricultural Research Service Washington D.C. 1970. 530.
- González DJ, Rueda MB, Gómez CV, Lara VE, Román H. Mejoramiento continuo para incrementar la producción de leche y carne en ranchos ganaderos de Papantla. Ver. Memorias Reunión de Investigación Pecuaria en México. 1986. 100.
- González RM, Muñoz E. Efecto de la suplementación nitrogenada en el consumo y tamaño de las partículas ruminales y fecales en vacas alimentadas con forraje de caña de azúcar. Rev. Cubana Cienc. Agric. 1991. 25: 255- 259.
- González-Stagnaro C. Problemas reproductivos en ganado vacuno. Importancia de los programas de control. J Anim Prod 1991. 11: 23-27.
- Grainger C, McGowan AA. The significance of pre-calving nutrition of the dairy cow. Proc Conf Dairy Prod Pasture 1982. 8: 134-171.
- Grings EE, May JB, Bellows RA, Short RE, Bellows SE, Staigmiller RB. Effect of nutritional Management, trace mineral supplementation and norgestomet implant on attainment of puberty in beef heifers. J. Anim. Sci. 1998. 76: 2177- 2181.
- Hafez ESE, Hafez B. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 7ª edición, McGraw- Hill interamericana. México. 2002. 3- 506.
- Hafez ESE. Adaptación de los animales domésticos. Cap. V. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. 1973.
- Hall J F, Branton C, Stone E J. Estrus, estrous cycles, ovulation time, time of service and fertility of dairy cattle in Louisiana. J. Dairy Sci. 1959. 42: 1086-1094.
- Herd DB, Sprott LR. Body condition, nutrition, and reproduction of beef cows. Texas agric. Ext. Serv. 1986. 1526.
- Iglesias C, Martínez G. Algunos aspectos del comportamiento reproductivo del ganado bovino de las razas: Charolais, Santa Gertrudis, Brown Swiss y sus cruces con el cebú en Cuba. Rev Cub de Reprod Anim. 1977. 3: 29-37.
- INEGI. Resultados preliminares del VII Censo Agropecuario 1991. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 1992.
- Jáchle W. The use of progestogens in cattle under tropical or subtropical conditions. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. 1975. 15: 281-90.
- Jara S. Análisis de los parámetros productivos y reproductivos de un hato suizo americano en el municipio de Misantla, Veracruz. Tesis. FMVZ. UNAM. México. 1980.

- Jefferies BC. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian J. Agric Min Agric* 1991. 32: 9.
- Juarez FI, Fox DG, Blake RW, Pell AN. Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by Dual-Purpose Cows in Tropical Mexico. *J. Dairy Sci.* 1999. 82:2136-2145.
- Kesler DJ, Garverick HA, Youngquist RS, Elmore RG, Bierschwal CJ. Effect of Days Postpartum and Endogenous Reproductive Hormones on GNRH-Induced LH Release in Dairy Cows. *J. Anim Sci.* 1977. 45:797-803.
- Khireddine B, Grimard B, Pontter AA, Ponsart C, Boudjenah H, Mialot JP, Sauvart D, Humblot P. Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows. *Theriogenology.* 1998. 49:1409.
- Kinder JE, Bergfeld EG, Wehrman ME, Peters KE, Kojima FN. Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *J. Reprod Fert (Suppl)* 1995. 49: 393-407.
- Labhsetwar AP, Tyler WJ, Casida LE. Genetic and environmental factors affecting quiet ovulations in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 1963. 46: 843.
- Lamming GE, Wathes DC, Peters AR. Endocrine patterns of the postpartum cow. *J. Reprod Fert. (Suppl.)*. 1981. 30, 155-170.
- Ledesma H. Evaluación de los principales factores que afectan el intervalo entre partos de un hato lechero con un programa de reproducción. Tesis. FMVZ- UNAM. México. 1976.
- Lima TV. Contribución al estudio de los parámetros reproductivos en vacas Holstein - Friesian, después de haber sido sometidas a operación cesárea. Tesis. FES-C UNAM. México. 1982.
- Linn JG, Otterby DE, Reneau JK. Reproducción y nutrición. *Dairy management manual.* 1990.
- Loemba RA, Molina A. Nota sobre el comportamiento de terneros y añejos alimentados a base de caña de azúcar. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 1995. 29: 319-323.
- Lonsdale C. Straights. Raw materials for animal feed compounders and farmers. Ed. Chalcombe, Great Britain. 1989. 88 pp
- Lowman BG, Scott NA, Somerville SH. Condition scoring of cattle. *Boletín 6.* East Scotland College of Agriculture, Animal Production, Advisory and Development Dept. 1976.
- Lowman BG. Feeding in relation to suckler cow management and fertility. *Vet. Rec.* 1985.117:80-85.
- Lozano F, Román-Ponce H, Castillo H, González EP. Tratamiento del anestro posparto en vacas en ordeña en el trópico. *Tec. Pec. Méx.* 1984. 46:19-26.

- Lucy MC, Savio JD, Badinga L, De la Sota RL, Thatcher WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Anim Sci.* 1992. 70: 3615-3626.
- Lusby KS. Repaso de los efectos de la proteína, energía y condición corporal sobre la reproducción bovina. En producción de ganado de carne en tierras marginales en climas cálidos. *World Animal Production*, 1990. 2: 1.
- Macedo R, Palma JM. Evaluación productiva y económica del manejo de bancos de proteína *Leucaena leucocephala* en Colima, México. *Rev. Fac. Agron.* 1998. 15: 460- 471.
- Mackey DR, Sreenan JM, Roche JF, Diskin MG. Effect of acute nutritional restriction on incidence of anovulation and periovulatory estradiol and gonadotrophin concentrations in beef heifers. *Biology of Reproduction.* 1999. 61: 1601-1607.
- Madalena F. La utilización sostenible de hembras F₁ en la producción del ganado lechero tropical. *Producción y Sanidad Animal, FAO* 1993. 111: 87.
- Maquivar, M., Galina, C.S. Reflexión sobre los sistemas de reemplazo de novillas en los trópicos. Memoria del XXI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. PANVET. México. 12-16 Octubre. 2008. 395-405.
- Martín PC. La melaza en la alimentación del ganado vacuno. La Habana, Cuba. *Rev.Inv. Agrop.* 2004. 8: 3-19.
- Martínez A, Galina CS, Basurto H, Lamothe C, Aluja A. Evaluación de la actividad reproductiva en diferentes sistemas de producción lechera en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México. *Vet. Méx.* 1988. 19: 295-299.
- Martínez MAL, Sánchez CJF. Alimentación y reproducción en vacas lecheras. *Mundo Ganadero.* Madrid, España. 1999; 111pp.
- Martínez VR. Efecto de la época del parto sobre la eficiencia reproductiva del ganado cebú en el trópico seco .Tesis. FES-C, UNAM. 1994. 66pp.
- Medrano PF. Caracterización de los sistemas ganaderos en el municipio de Tonila, Jalisco.Tesis. FMVZ. Universidad de Colima. Colima. México. 1992.
- Minson JD, Mc Leed MN. The digestibility of temperate and tropical grasses. In: *International Grassland Congress 11th.* Queensland, Australia. Proceedings. University of Queensland. 1970. 719- 722.
- Monty DE, Wolff LK. Summer heat stress and reduced fertility on Holstein Friesian cows in Arizona. *Am. J. Vet. Res.* 1974. 35: 1495- 1500.
- Mora OF. Contribución al estudio de los parámetros reproductivos en un hato lechero. (Tesis Licenciatura). FES-C. UNAM. México. 1982.
- Moran J. Body Condition Scoring. *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics.* Landlinks Press 2005. 209-218.

- Mulvany P. Dairy cow condition scoring (folleto). Natl Inst Res Dairying 1981. 4468.
- Murphy MG, Boland MP, Roche JF. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. J. Reprod. Fert. 1990. 90: 523-533.
- Orihuela A, Galina C, Rubio GI. Algunas características relacionadas con la expresión del estro en el ganado cebú. Seminario internacional. Etología y Producción animal. XVI Aniversario. Programa de Ganadería. Colegio de Posgraduados. Méx. Sep 8, 1995. 1-11.
- Orihuela A, Galina CS, Duchateau A The efficacy of estrous detection and fertility following synchronization with PGF2a or synchronate B in Zebu cattle. Theriogenology. 1989. 32, 745-753.
- Orihuela JA. Conducta estral del ganado cebú (tesis de maestría). DF México: Fac de Med Vet y Zoot UNAM, 1982.
- Ørskov ER, Hovell FD, Mould F. Use of nylon bags to evaluate feeds. Prod Anim Trop. 1980. 5: 213- 233.
- Ørskov ER, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agr. Sci. Cambridge. 1979. 92: 499- 503.
- Ortiz RMA, Galina MA, Carmona MMA. Effect of a slow non-protein nitrogen ruminal supplementation on improvement of *Cynodon nlemfuensis* or *Brachiaria brizanta* utilization by Zebu steers. Liv. Prod. Sci. 2002. 78: 125- 131.
- Ortiz RMA. Efecto de un alimento complejo catalítico en asociaciones de forrajes y fuentes alternas de proteína en bovinos de engorda (tesis de Maestría en Ciencias Pecuarias). Colima (Colima) México: Universidad de Colima, 2000.
- Osorio AM. El sistema de producción bovina de doble propósito en el trópico. "La Rejeguera". En Manual de producción bovina de doble propósito (Carne y Leche) en el trópico. "La Rejeguera". Tabasco. México. 1996. 1: 1-9.
- Pérez ER. El sector pecuario en México. Características y perspectivas. Comercio Exterior. 1988. 38: 686-693.
- Pérez HP, López OS, Álvarez AC, Ortega JE, Rojo RR, Gallegos SJ. Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en la Ganadería Bovina de Doble Propósito. En: Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. México: Colegio de Postgraduados 2003. 91-104.
- Peters AR, Lamming GE. Endocrine changes in the post-partum period. 10th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. University of Illinois, at Urbana-Champaign. Illinois, U.S.A. 1984. 4: 17.

- Piña B, Román H, Hernández JJ. Efecto de la lactancia restringida más destete temporal sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en el trópico húmedo. *Tec. Pec. Mex.* 1986. 50: 64- 68.
- Puga DC. Efecto de la complementación alimenticia de gramíneas tropicales con un alimento complejo catalítico sobre las variables de fermentación ruminal en bovinos y ovinos. Tesis. FMVZ. Universidad de Colima. Colima, Col. México. 2001.176 pp.
- Purbey LA, Sane CR. Post-partum oestrus interval in Dangi breed of cattle. *Indian Vet. J.* 1978. 56:67.
- Rakestraw J, Lusby KS, Wettemann RP, Wagner JJ. Postpartum weight and body condition loss and performance of fall calving cows. *Theriogenology*, 1986.26: 461-473.
- Randel RD. Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian Breeds). *Theriogenology*. 1984. 21: 170- 185.
- Rathore AK. Environment temperature and milk solids not fat (SNF) in Friesians. *Agric. Gaz. Nex. S. Wales.* 1970. 81:375-376.
- Richards MW, Spitzer JC, Warner MB. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J Anita Sci* 1986. 62: 300.
- Rivera MD, Núñez R, Fernández S. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas Holstein-Cebú y Suizo Pardo- Cebú en un hato de doble propósito. *Revista Chapingo.* 1989. 65-66: 31-33.
- Roche JF, Boland MP. Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states. *Theriogenology*. 1991. 35: 81-90.
- Roche JF, Crowe MA, Boland MP. Post-partum anoestrus in dairy and beef cows. *Animal Reproduction Science.* 1992. 28: 371-378.
- Román - Ponce H, Thatcher WW, Caton D, Barrón DH, Wilcox CJ. Thermal stress effects on uterine blood flow in dairy cows. *J. Anim Sci.* 1978. 46: 175- 180
- Román-Ponce H, Hernández JJ, Castillo H. Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. I. Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo Pardo. *Tec. Pec. Mex.* 1983. 45: 21-30.
- Román-Ponce H. Reproducción del ganado bovino de doble propósito en el trópico. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria.* (Tabasco) México. 1990. 620-626.
- Román-Ponce H. Reproducción y manejo de los bovinos productores de carne y leche en el trópico. En: *Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano.* Oficial regional de Producción Animal. Santiago de Chile. 1992. 131-168.

- Ryle M. Early reproductive failure of ewes in a hot environment. I. Ovulation rate and embryonic mortality. *J. Agric. Sci.* 1961. 57: 1- 9.
- SAGARPA. México: Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. 2003. (citado 2008 Enero 15). Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/FTP/conargen.pdf>.
- Salisbury G W. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. 2. ed. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 1978.
- SAS. Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics. Version 5th. Edición. SAS institute Inc Cary, North Carolina, USA. 1995.
- Schallenberger E. Gonadotrophins and ovarian steroids in cattle.III. Pulsatile changes of gonadotrophin concentrations in the jugular vein post-partum. *Acta Endocrinology.* 1985. 109: 37-43.
- Selk GE, Wettemann RP, Lusby KS, Oltjen JW, Mobley SL, RSasby RJ, Garmendia JC. Relationship among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. of Anim Sci.* 1988. 66: 3153.
- Shimada M. A. Nutrición Animal. Edit. Trillas. México, D.F. 2003. 202-203
- Short R, Bellows R, Estaigmiller R, Berardinelli J, Custer E. Physiological mechanisms controlling anestrous and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim Sci* 1990. 68: 799-816.
- SIAP. México: Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera 2007(Enero 2008).Disponible en:http://siap.gob.mx/anpecuario_siap/indexnal.jsp.
- Silva E, Galina MA, Palma JM. Efecto de la época del parto sobre la eficiencia reproductiva en ganado Cebú en agostadero. Sin suplementación, en empadra continuo en regiones de trópico seco. Memorias del XVI Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz .Mex. 1991. 187 - 191.
- Silva E, Palma JM, Galina MA. Diferencia entre las tendencias y parámetros reproductivos del ganado cebú y holstein en el trópico. *Avances de Investigación Agropecuaria.* Universidad de Colima. Méx. 1992. 14: 141 - 151.
- Silva M, Espinosa JA, Granados L, Baez V. Evaluación preliminar de componentes tecnológicos en una explotación bovina de doble propósito en el Estado de Tabasco. Memorias del XVI Congreso Nacional de Buiatría. A.M.M.V.E.B., A.C. UNAM-Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 1991. 149- 156.
- Silva PE. Evaluación de la actividad ovárica por medio de la palpación rectal, observación de calores y los niveles de progesterona en vacas lecheras explotadas en el trópico seco (tesis de maestría). FMVZ UNAM. México. 1991.
- Singh M, Kharche KG. Sexual behaviour and reproductive efficiency of crossbred cows. *Livest. Adviser.* 1985. 10: 9.

- Singh RN, Pandey RS. The effect of the season and year of calving on the economic traits of Haryana cows in Bihar. *Indian. Vet. J.* 1970. 47: 490-495.
- Solano R, Caral J, Martínez C, Tarrero R. Distribución, duración y detección del estro en ganado bovino. Momento de la ovulación. *Revista Cubana de Reprod. Anim.* 1982. 8: 69.
- Soto- Belloso E, Román BR, Ramírez L. Servicio temprano postparto en vacas mestizas cebú en el trópico. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 1994. IV: 69-72.
- Soto CR, Galina CS, Rubio I, Basurto H. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el desempeño productivo y reproductivo de vaquillas Brahman a pastoreo en el trópico húmedo de México. *Arch. L. A. Prod. Anim.* 1997. 5: 51-64.
- Staples CR, Thatcher WW, Clark JH. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows *J Dairy Sci* 1990. 73: 938-947.
- Stott GH. Female and breed associated with seasonal fertility variation in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1961. 44: 1698- 1704.
- Thatcher WW, Collier RJ. Efecto del calor sobre la productividad animal. SARH. INIP. Méx. 1983. 67.
- Todorovski N, Dimitrowski D, Geo Ski K, Anelovski B. Efecto of calving season on milk and fat yield in East Friesian cows. *anim. Breeding Abstr.* 1971. 39: 671.
- Vaca LA, Galina CS, Fernández-Baca S, Escobar FJ, Ramirez B. Progesterone levels and its relationship with the diagnosis of a corpus luteum by rectal palpation during the estrous cycle in Zebu cows. *Theriogenology.* 1983. 20: 67.
- Vaccaro R. Comportamiento de bovinos para doble propósito en el trópico. *Memorias del Seminario Internacional sobre Lechería Tropical.* Villahermosa Tabasco, México; 1990. 14-35.
- Ventura SM, Osuna BD. Alternativas nutricionales para ganado bovino durante la época seca. Capítulo XV. En: Madrid-Bury, N., Soto, B. E. *Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito.* 1995. 263-288.
- Ventura SM. Manejo alimenticio de un rebaño de ganado bovino de doble propósito. Vacas en producción. Capítulo XXI. En: González-Stagnaro, C. *Ganadería Mestiza de Doble Propósito* 1992. 451-469.
- Villareal M. Programas de investigaciones de genética en Ganado de carne en el trópico. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. SARH. Veracruz, México. 1978.149- 153.
- Villegas CMC, Román-Ponce H. Producción de leche durante el proceso de formación de un rancho de doble propósito en el trópico. *Tec. Pec. Méx.* 1986. 51: 51-62.

- Vincent CK. Effects of season and high environmental temperature on fertility in cattle. A review. J. Amer. Vet. Med. Assn. 1972. 161: 1333- 1338.
- Wagner JJ, Lusby KS, Oltjen JW, Rakestraw J, Wettemann RP, Walters LE. Carcass composition in mature Hereford cows: Estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. J. Anim. Sci. 1988. 66: 603.
- Wildman EE, Jones GM, Wagner PE, Boman RL, Troutt HF, Lesch TN. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. J Dairy Sci 1992. 65: 495.
- Wright IA, Russel AJF. Partition of fat, Body composition and body condition score in mature cows. Anim Prod 1984. 38: 23.
- Zakari AY, Molokwu ECI, Osori KIK. Effect of season on the oestrous cycle of cows (*Bos indicus*) indigenous to northern Nigeria. Vet.Rec. 1981. 109:213.