

5 01673



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PRODUCCION DE LECHE EN EL TROPICO SECO UTILIZANDO PASTO ESTRELLA AFRICANA (*Cynodon plectostachyus*) O ENSILADO DE MAIZ ENSAYO GLOBAL DE ALIMENTACION Y USO DEL METODO DE INVESTIGACION POR SISTEMAS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL
P R E S E N T A :
JOSE MANUEL PALMA GARCIA

Asesores: MVZ, M. Sc, Ph. D. Miguel Angel Galina Hidalgo
MVZ, M. C. Humberto Troncoso Altamirano





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 está 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.

CONTENIDO

Página

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
Presentación del Problema a Investigar.....	3
Enfoque de Sistemas.....	4
Diagnóstico.....	6
Caracterización de los Sistemas Ganaderos en Colima...	7
Instituciones con Trabajos en Forrajes.....	9
ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.....	10
Método de Investigación por Sistemas.....	10
Definición de Sistemas.....	11
Región Tropical.....	13
Aspectos Nutricionales.....	14
Ensayo Global de Alimentación.....	15
Consumo de Materia Seca.....	15
Sistemas de Predicción del Consumo de Materia Seca....	17
Sistemas de Alimentación.....	21
Calidad Nutritiva de los Pastos.....	22
Uso de los Suplementos en Pastoreo.....	24
Producción de Leche en Trópico.....	25

Página

JUSTIFICACION.....	31
HIPOTESIS.....	32
OBJETIVOS.....	33
MATERIAL Y METODOS.....	34
Localización.....	34
Material Biológico y Alimentos.....	34
Material de Campo y de Laboratorio.....	35
Técnicas de Campo y de Laboratorio.....	35
Modelo de Simulación para Alimentación de Bovinos.....	36
Medición de Variables.....	38
Análisis Estadístico.....	39
RESULTADOS.....	40
Aspectos Nutricionales.....	40
a) Capacidad de Ingestión y Consumo Voluntario Aparente.....	40
b) Necesidades de Energía y Proteína.....	42
Cantidad y Calidad del Forraje.....	44
Producción de Leche.....	45
DISCUSION.....	48
CONCLUSION.....	53
SUGERENCIAS.....	54
LITERATURA CITADA.....	56
CUADROS.....	64
FIGURAS.....	76

RESUMEN

PALMA GARCIA JOSE MANUEL. Producción de leche en el trópico seco utilizando pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) o ensilado de maíz. Ensayo global de alimentación y uso del método de investigación por sistemas. (Bajo la dirección de: MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO Y HUMBERTO TRONCOSO ALTAMIRANO).

El presente trabajo es una contribución al estudio de la producción de leche en el trópico seco, empleando el método de investigación por sistemas y un ensayo global de alimentación, con el uso de las unidades empanzonantes. Se implementó un ensayo de tecnología en pastoreo con dos factores y dos niveles, carga animal (10 y 15 vacas/ha) y suplementación (250 y 350 g/Kg de leche producida) en pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), con los cuales se formaron cuatro grupos; 10 vacas/250g; 15 vacas/250 g; 10 vacas/350 g y 15 vacas/350 g. Los animales tenían en promedio 90 días de lactación, adultos en su mayoría se utilizó un diseño experimental factorial 2*2 completamente al azar. El grupo testigo fué un lote de vacas alimentadas con base a ensilado de maíz y suplemento (350 g), se utilizó un suplemento comercial de 3.0 Mcal de energía metabolizable (EM)/Kg de M.S y 120 g de proteína digestible (PD), entre el 3 de diciembre de 1989 y 3 de marzo de 1990, en el Centro Agropecuario de la Universidad de Colima. El manejo de la pradera consistió en fertilización; 600 kg nitrógeno/ha/año y 100 kg de fósforo/ha/año, con riego y un sistema de pastoreo rotacional con 10 días de ocupación y 20 de descanso. El objetivo fué estimar la producción de leche y variaciones de peso de un hato Holstein, capacidad de ingestión (CI), consumo voluntario aparente (CVA), necesidades nutricionales en (EM), (PD) y el

valor nutritivo del pasto estrella. Los resultados mostraron que el menor rendimiento en la producción de leche/vaca/día fué para el grupo alimentado con ensilado y el grupo de 15 vacas/250 g con 6.7 y 7.0 kg leche/día, respectivamente, no habiendo diferencias estadísticas. Por otro lado, el mejor comportamiento fué con el grupo de 10 vacas/350 g, con 12.9 kg leche/vaca/día, con una (CI) de 13.40 kg M.S., (CVA) de 12.80 kg de M.S., de 28.78 Mcal de EM y de 1.117 kg PD, el peso vivo en promedio fué de 437 kg, presentando un relación de forraje/suplemento de 64:36. En la variación de peso no se mostraron cambios significativos. En los 5 primeros días de pastoreo se obtuvieron el 86% de los incrementos en la producción. La calidad del pasto fué de 1.85 Mcal de EM/Kg de M.S y de 95 g de proteína cruda/Kg de M.S con una digestibilidad de 45.6 % MS. En estas condiciones las unidades empanzonantes son una herramienta que permite estimar la (CI) y (CVA). El proporcionar suplemento en cantidad y calidad conocida permitió estimar la calidad y cantidad de forraje a utilizar. El nivel de suplemento a usar en la producción de leche dependerá fundamentalmente del precio del mismo y su relación con el precio de la leche en el mercado de la región. Con base en estas observaciones se recomienda disminuir de 10 a 5 días el tiempo de estancia en cada pastoreo, lo que tiene un significado económico para el productor, debido al costo de un mayor número de potreros. Se demuestra la bondad del pasto estrella para obtener cuotas rentables de producción de leche en las condiciones y manejo descrito, así como la variabilidad en la producción que se obtiene en el trópico.

INTRODUCCION

PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

La actividad agropecuaria para consumo interno en México en lo general se ha desarrollado bajo condiciones económicas adversas en los últimos años, mientras que la agricultura de exportación (frutales, becerros para engorda) se han visto beneficiados mediante la aplicación de paquetes tecnológicos de intensificación con amplio uso de maquinaria e insumos, estimulada por los precios de los productos agrícolas en el mercado externo. En consecuencia la producción de bienes básicos (cereales, carne, huevo y leche) se han visto limitadas en su desarrollo por las condiciones comerciales desventajosas de costo de precio en la producción nacional. Teniendo un desarrollo tecnológico lento, con escasos recursos, debido a la baja rentabilidad de esta actividad (10).

Por otro lado, generalmente el investigador en los países del tercer mundo ha encontrado grandes dificultades en transferir su trabajo a los productores de básicos, por lo que se plantea una vez más, una serie de interrogantes sobre su papel en la agricultura, no solamente en el desarrollo de técnicas, sino en la elaboración de proyectos que contemplen otros varios componentes, como por ejemplo, aquellos de tipo socioeconómico que tradicionalmente han sido estudiados por los investigadores de ciencias sociales. Esta interacción ha obligado al investigador agropecuario a ampliar su cuadro de referencia conceptual sobre la ciencia agrícola y su papel en la solución de problemas de la producción (23).

ENFOQUE DE SISTEMAS

Galina y Guerrero (22) y Jaubert y Galina (40) han discutido que la mayoría de las investigaciones en agricultura y ganadería, pertenecen al enfoque evidentemente disciplinario propio de la investigación analítica tradicional.

La investigación ha encontrado grandes limitaciones, particularmente, en los países del tercer mundo, en aspectos tales como la elaboración de decisiones surgidas del análisis de los problemas a nivel de centro o estación experimental (método descendente), propiciando además que cada investigador se encierre en los ámbitos de su propia especialidad, sin considerar el efecto social y económico de la tecnología desarrollada y sin la necesidad de solucionar objetivamente las demandas del receptor de la tecnología en el campo, por lo cual el productor no ha tenido participación en la toma de decisiones (40).

El enfoque descendente ha permitido estudiar uno solo de los componentes de un sistema o subsistema, sin considerar que en la granja, estos componentes no actúan como piezas aisladas en el complejo de producción, sino que están íntimamente relacionados con las demás estructuras del sistema y que la finalidad especial del esfuerzo es la conservación del bienestar de la familia, o sea, superar los índices de producción de la granja como un todo, para proporcionar un beneficio directo primordialmente al hombre (40) (73).

Por lo tanto, será prioritario conocer perfectamente el componente humano en lo relativo a su capacidad, aspiraciones, limitaciones, etc., para poder actuar objetivamente en la

búsqueda de una solución integral al problema, con mayor probabilidad de que la misma corresponda a la realidad agrícola, social y económica del productor (22).

Galina y Guerrero (22) y Ruiz (73) mencionan que es importante reconocer que en un sistema de economía de capital, la ganancia es el principal estímulo del fenómeno productivo, por lo que el agricultor observa el proceso desde un punto de vista económico de rendimientos, que le permitan mejorar su bienestar y el de su familia.

En la investigación agrícola en México, se ha fallado en la elaboración de un diagnóstico adecuado o en alguna otra etapa del proceso como ha sido la validación y/o la transferencia de tecnología hacia la población receptora, siendo quizás este el punto medular en el escaso éxito tecnológico de transferencia, en nuestro país. Es decir el generador de tecnología (investigador) ha estado generalmente alejado del fenómeno productivo y los extensionistas (personal divulgador) han estado poco relacionados con los centros de investigación. En este gran vacío, han sido las compañías transnacionales mediante conferencias, visitas de especialistas extranjeros, folletos distribuidos por sus agentes de tecnología, los que han venido a llenar éste hueco, que en la mayoría de los casos ha producido una dependencia tecnológica (22).

Mientras que por otro lado los investigadores generalmente sólo han validado esa tecnología, generada en la mayoría de los casos para otras condiciones, completamente alejadas de las necesidades y recursos de nuestro país (22).

DIAGNÓSTICO

Galina y Guerrero (22) y Ruiz (72) mencionan el desarrollado de una alternativa metodológica, con el objeto de realizar trabajos de mayor transferencia de tecnología. Para ello el método en sistemas ha permitido estudiar mediante un diagnóstico, el sistema de producción. Así el investigador en sistemas ha servido como una interfase, que a su vez ha proporcionado a los investigadores por disciplinas el conocimiento con precisión del objeto de estudio. En segunda instancia puede escoger las propuestas hechas por el investigador disciplinario y podrá supervisar la realización de las investigaciones con los productores, lo que facilitará la transferencia y adopción de tecnología. Asimismo proporciona al extensionista una herramienta que permite evaluar el sistema ya sea en su totalidad o en partes. Esta evaluación a su vez le permite conocer los problemas de la producción en las diferentes épocas del año.

En este contexto la Universidad de Colima ha sido una institución donde se ha manejado el método de investigación por sistemas, herramienta de trabajo que le ha permitido el conocimiento y la evaluación en tiempo y espacio, de los diferentes componentes de producción, con la finalidad de introducir mejoras tecnológicas viables al productor (11) (12) (13) (15) (21) (23).

Colima se encuentra ubicado en el trópico seco, con una disponibilidad de recursos agropecuarios importantes para su desarrollo económico. Siendo la agricultura una de las actividades prioritarias en el estado, con la fruticultura como la actividad básica del sector, la producción de limón y copra, además de los cultivos tradicionales de maíz, arroz y algunas hortalizas. El estado ofrece condiciones para el desarrollo de la ganadería, en donde se destina el 31% de su superficie a ésta finalidad que se sustenta en la producción de ganado bovino, con un inventario de aproximadamente 300,000 cabezas (76).

El diagnóstico evolutivo de la ganadería se ha desarrollado desde hace 8 años en el estado lo que ha permitido obtener el marco de referencia desarrollando una tipología de los sistemas de producción existentes y caracterizando con detalle los sistemas ganaderos (11) (12) (52).

CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS GANADEROS

La caracterización inicial de los sistemas ganaderos se realizó por medio de 127 encuestas de las unidades de producción bovina en todo el estado, lo que permitió tipificar las unidades de producción estudiadas de la siguiente forma: I. lecheras especializadas (10). II. doble propósito con mayor énfase hacia la leche con cruza de cebú/suizo y cebú/holstein en tierras de riego (39). III. cebú y tierras de temporal (51). IV. pie de cría (4). V. especializados en reproducción (5). VI. especializados en engorda (18). Se observó en estos trabajos que existen 49 unidades de producción que tiene como actividad la producción de leche (11) (12).

Posteriormente el grupo de sistemas de producción de la Universidad de Colima realizó un seguimiento dinámico de 16 unidades de producción bovina en el campo y dos en la estación experimental, lo que ha permitido señalar algunos de los problemas entre los que detectan un pobre estado corporal de los bovinos caracterizado por la pérdida de peso en forma particular en la época de estiaje, debido principalmente a la escasez de recursos vegetales, lo que produce problemas de reproducción y producción de los animales, con una utilización generalmente deficiente de los recursos vegetales y de la suplementación para la utilización racional de la pradera, siendo la alimentación como en otras regiones tropicales un fuerte constrictor para la producción de la ganadería bovina en el trópico seco (5) (6) (13) (15) (21).

En condiciones de temporal la alimentación de rumiantes se basa en praderas, sembradas principalmente de pasto Guinea (Panicum maximum) ó estrella africana (Cynodon plectostachyus), alternada o suplementada con el uso de cultivos básicos como el rastrojo de maíz o el pastoreo en agostaderos de pastos naturales y arbustivas, donde los cambios de potrero son poco frecuentes. En condiciones de riego se utiliza la pradera con pastoreo rotacional, siendo las principales especies, pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) y pastos nativos sembrados bajo frutales de palma o limón. Se utiliza generalmente poco la suplementación, excepto en la época de estiaje y principalmente destinada a las vacas de ordeña, realizando esta práctica sobre esquilmos agrícolas, principalmente rastrojos de maíz (13) (15).

INSTITUCIONES CON TRABAJOS EN FORRAJES

En Colima, básicamente dos instituciones han desarrollado trabajos sobre la utilización de praderas, una de ellas es FIRA del Banco de México el cual terminó una evaluación de 10 años con diferentes pastos para la alimentación animal (Pérez, 1987)*.

La otra, es el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales anteriormente INIA, desarrolló una serie de observaciones a nivel agronómico, con algunos trabajos con ganado. Sin embargo, actualmente esta institución no tiene un grupo de trabajo sobre esta área.

El FIRA evaluó varios pastos mejorados entre los que se encontraron el bermuda cruzado I (Cynodon dactylon); guinea (Panicum maximum); para (Brachiaria mutica); estrella africana (Cynodon plectostachyus); jaragua (Hyparrhenia rufa). Las observaciones no cuantificadas indican que los zacates estrella de africa y jaragua fueron los más populares entre los ganaderos. Por su parte el INIFAP recomendó la utilización de los pastos estrella, bermuda cruzado I y guinea para la costa colimense.

En las condiciones de alimentación antes descritas, se ha observado una falta de investigación que ayude a resolver estos problemas que como menciona Cervante (13) y Choisis, et al (15) han sido el cuello de botella para el desarrollo de la ganadería.

Se ha sugerido la instrumentación de trabajos que permitan conocer la utilidad de los forrajes, las necesidades de materia seca, energía, proteína y minerales para la producción de carne o leche, así como el diseño de estrategias de alimentación.

* comunicación personal.

Por ello se propone realizar un ensayo que permita evaluar el comportamiento alimenticio de los bovinos en el trópico, con el fin de determinar con precisión su capacidad de ingestión con base en los forrajes del área. Para lo cual, se sugiere la alimentación del ganado con diferentes estrategias para la producción, con la utilización de la pradera o el uso de ensilado de maíz, en la alimentación del ganado.

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN POR SISTEMAS

La utilización del método de investigación por sistemas se ha desarrollado como una alternativa metodológica de la investigación que ha permitido ubicar en tiempo y espacio los sistemas de producción existentes, así mismo permite el planteamiento de alternativas altamente transferibles (23).

En la revisión de literatura realizada, se encontró que el uso del método en Latinoamérica se ha aplicado desde 1974 en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El enfoque se aplicó primeramente a los sistemas de cultivos y posteriormente a partir de 1976 se utilizó en la investigación pecuaria, funcionando en la actualidad una Red sobre Investigación de Sistemas de Producción en Latinoamericana (RISPAL) (72).

Galina, et al (21), Galina y Guerrero (22), Jaubert y Galina (40) y Ruiz (72) han discutido la utilización del enfoque de sistemas, para el desarrollo de tecnologías relevantes y viables para los productores, basada esta en el conocimiento completo del sistema de la unidad productiva. Para lo cual la tecnología debe evaluarse no sólo en términos de su eficiencia técnica sino también en términos de su identificación con las metas, necesidades y condiciones socioeconómicas del sistema, considerando al productor como el elemento central.

DEFINICIÓN DE SISTEMA

Un sistema de producción se ha definido como la unión de elementos que están en interacción dinámica, para lo cual se organizan en función de una meta u objetivo. El sistema de producción puede funcionar sin que las personas estén concientes de este objetivo o meta y de su finalidad (8).

En la teoría de sistemas aplicadas al sector agrícola, el sistema de producción agropecuario es una combinación de factores y procesos que actúan como un todo, que interactúan entre sí y que son administrados directa o indirectamente por el productor para obtener consistentemente uno o más productos viables y consecuentes con sus metas y necesidades, aunque afectados por el ambiente social, físico, biológico, económico, cultural y político. Es decir, el sistema agropecuario no solo obedece a factores endógenos de la unidad productiva sino que también responde a las influencias exógenas al sistema (72).

La unidad de producción agropecuaria se puede dividir en sistemas de cultivos y sistemas ganaderos, que ha su vez se han definido de la siguiente manera:

a) sistemas de cultivos: es la unión de sucesiones de cultivos y técnicas que se hacen sobre una superficie de terreno tratada de manera homogénea, para obtener una producción vegetal dentro de las condiciones compatibles con los objetivos del agricultor. Se caracterizan por el nivel de producción y por la influencia del medio sobre la fertilidad. Los vegetales seleccionados tienen una utilidad, sea directamente para la familia (autoconsumo), para el sistema de producción (alimentación del ganado) o para la comercialización.

b) sistemas ganaderos: dentro de una explotación agrícola el sistema ganadero se considera como un subsistema productivo del modo de producción. Se consideran dos conceptos idóneos para definir a un sistema ganadero ya sea dentro de un nivel productivo o a nivel de comunidad. El primero dice que un sistema ganadero es un conjunto de técnicas que permiten producir animales o productos de origen animal de acuerdo a las condiciones y objetivos del productor (49); El segundo, los define, como el conjunto de técnicas y de prácticas que son realizadas por una comunidad para producir en un espacio dado, los recursos vegetales para los animales en condiciones compatibles con sus objetivos y con los problemas de su medio (45).

Para hacer la evaluación entre la tecnología desarrollada y el sistema de producción se toma en cuenta entre otros factores, primordialmente el flujo del trabajo y productos ganaderos que hay en el sistema. El ganado se caracteriza entre otros factores por el estado genético, de desarrollo, de reproducción y de sanidad. El ganadero organiza el sistema según los objetivos que tiene y toma ciertas decisiones y prácticas, sobre los recursos y productos que posee (42).

De esta manera se genera la tecnología que considere los aspectos productivos nacionales o bien regionales partiendo de las condiciones agropecuarias específicas, en particular con los ruminantes para la obtención de productos de alto valor nutricional en la alimentación humana. Considerando la ventaja que nos brinda estos animales por sus hábitos alimenticios, al utilizar los forrajes, residuos de cosechas agrícolas, subproductos agroindustriales, productos nitrogenados, y subproductos de origen pecuario (46).

REGIÓN TROPICAL

Al hablar de trópico se entiende por su connotación, las características climáticas, siendo su clasificación complicada por los factores que lo componen. La forma más sencilla es la propuesta por Miller que clasifica los climas en tres tipos principales: cálidos, templados y fríos, en los cuales la temperatura juega un papel decisivo (59).

El trópico abarca las áreas a ambos lados de la línea ecuatorial delimitados al norte por el trópico de cancer y al sur por el trópico de capricornio, a una latitud de 23°25' N-S. En el área tropical con diferentes condiciones climáticas y edafológicas, existiendo alrededor de 90 países con una extensión de 51 millones de km cuadrados (14) (59).

El trópico americano comprende la mitad de México, todo Centroamérica, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, la mayor parte de Brasil, la parte norte de Argentina, Paraguay y Chile, en donde se consideran las zonas tropicales y subtropicales (51) (56).

México tiene alrededor de un 25% de su territorio ubicado en este ecosistema. Trece por ciento corresponden al trópico húmedo y 12% al trópico seco. De los estados con clima de trópico seco encuentran parte de Baja California Sur, Sinaloa, Jalisco, Colima, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tamaulipas, y Yucatán (79).

Dentro de este contexto, se busca encontrar las alternativas y metodologías apropiadas para la producción, asumiendo que se puede ser productivo y eficiente con los recursos que se poseen.

ASPECTOS NUTRICIONALES

El ganado requiere de una diversidad de nutrientes para su mantenimiento y propósitos productivos. Los nutrientes que requieren los animales, se pueden agrupar en cinco categorías : 1) energía, 2) proteína (en ruminantes se puede hablar de nitrógeno), 3) minerales, 4) vitaminas y 5) agua. Todos han sido evaluados con diferentes técnicas y métodos que permiten conocer los requerimientos de los animales (35) (36) (55) (60).

ENSAYO GLOBAL DE ALIMENTACIÓN

Los métodos de valoración de las necesidades alimenticias de los bovinos han sido establecidos básicamente de la siguiente manera: a) el método factorial, el cual considera las necesidades estrictas, que se determinan dividiendo las necesidades (o gastos) fisiológicos por la eficacia de utilización metabólica de los productos finales de la digestión y b) el método global o de ensayo de alimentación, que compara directamente el consumo de elementos nutritivos con la producción obtenida por el animal. En los ensayos de alimentación se hace un aporte alimenticio óptimo que permite utilizar correctamente el potencial productivo de los animales, utilizando ciertos márgenes de seguridad para compensar los factores de variación entre los que se encuentran: 1) los desequilibrios de la ración, que suponen un aumento de los gastos fisiológicos; 2) los errores de estimación del valor nutritivo de los alimentos; 3) condiciones poco satisfactorias de medio ambiente o de estado sanitario y 4) la existencia de diferencias en las necesidades fisiológicas entre animales (35).

CONSUMO DE MATERIA SECA

Según Bines (7); Brown, et al ; INRA (35) (36) y Pezo (61) el consumo de materia seca ha sido el factor individual más importante entre los que determinan el valor nutritivo de los alimentos en general y de interés particular de los forrajes tropicales, así mismo es la variable que más afecta el comportamiento productivo de los animales. Se observa que cuando se reduce el consumo de nutrientes paralelamente se disminuye también la eficiencia global de la conversión alimenticia, es

decir existe una relación entre lo que se aporta (consumo) y lo que se obtiene (producto), razón por la cual ha sido necesario utilizar aquellos modelos que se acerque más adecuadamente a lo realizado por el animal.

El consumo de materia seca esta influenciado por una gran variedad de factores, lo cual torna complejo su apreciación y provoca una gran variabilidad en los modelos utilizados para predecir el consumo (1) (7) (9) (47) (50).

Dichos factores han sido divididos en intrínsecos y extrínsecos (75). Los factores intrínsecos son aquellos inherentes a los animales entre los cuales se han estudiado; peso vivo, nivel de producción de leche, estado fisiológico (gestación, lactación), factores orofaríngeos, velocidad de digestión, tiempo de retención, distensión rumino-abdominal e intestinal; Los factores extrínsecos consideran el tipo de alimento, tipo de forraje, tipo de concentrado o la asociación entre ellos. Por ello se han considerado sus características de composición química, botánica, estructural, gustosidad, aceptación, disponibilidad, accesibilidad. Además las condiciones de medio ambiente, tales como temperatura, humedad, radiación, nubosidad, velocidad del viento y algunos otros entre los cuales podemos mencionar los factores sociales, como la historia previa de alimentación, deficiencias nutricionales, enfermedades (parasitarias, metabólicas o sistémicas), manejo (suplementación, horarios, instalaciones, agua), topografía (35) (36) (39) (47) (55).

SISTEMAS PARA PREDECIR EL CONSUMO DE MATERIA SECA

Los modelos utilizados para predecir el consumo de materia seca en el ganado lechero generalmente utilizan características del animal, como son el peso vivo y sus variaciones, entre los que destacan la producción de leche corregida al 4% de grasa (7) (55).

También se han utilizado un gran número de datos para predecir el consumo, como: a) peso vivo del animal, b) nivel de producción, c) composición de la leche y d) estación del año (7).

De igual manera se han utilizado algunas características del alimento, como lo es la fibra cruda, para predecir el consumo (50) (74).

Las ecuaciones basadas en el tamaño corporal y nivel de producción del animal han predicido adecuadamente el consumo cuando la dieta ha tenido un alto contenido de energía. Esto se debe a que la ingestión, se ve regulada por la demanda fisiológica de energía del animal, pero existiendo una pobre relación cuando su contenido energético es bajo y contiene un alto contenido de fibra cruda. De forma similar las ecuaciones basadas en el contenido de fibra de la dieta tienen una predicción adecuada cuando es alto el contenido de fibra y es pobre cuando su contenido de fibra es bajo en la dieta (50) (74).

En condiciones de pastoreo Lascano y Quiroz (43) mencionan que si la cantidad de forraje disponible no es la limitante y no se presentan problemas de cosecha del forraje por parte del animal, la producción estará determinada por el consumo. En los forrajes tropicales la ingestión voluntaria ha mostrado una

relación positiva, pero cuantitativamente variable entre la digestibilidad del forraje y el consumo voluntario, esto se ha interpretado como una indicación de que la relación digestibilidad/consumo varía con atributos tanto del forraje como del animal (43).

A fines de la década de los 70's el Institut National Recherche Agronomic (INRA) de Francia propone la utilización de un método para estimar la capacidad de ingestión y consumo de materia seca de los animales, tomando en consideración tanto elementos de los animales, como de los forrajes (35) (39).

Esta metodología ha sido adaptada para ambientes tropicales en Cuba, se basa en la ingestión de alimentos, según su capacidad de consumo (28) (29) (90).

En dicho modelo se integran; 1) la capacidad de ingestión de los animales, 2) el valor de consumo de los alimentos voluminosos (forrajes) y 3) el efecto asociativo que producen los concentrados con el consumo de forrajes. Este sistema ha permitido realizar dos tipos de balance: a) determinar la cantidad de forraje y concentrado a suministrar para obtener una producción determinada o b) conocer el consumo de materia seca de los forrajes y la producción animal que se puede obtener si se cuenta con una cantidad fija de alimento concentrado (28) (29) (35) (36) (39) (90).

Este modelo estudiado se conoce como método de unidad de llenado o "unidad empanzonante" y trata el problema de la ingestión de una manera aditiva como se hace con los alimentos energéticos y proteicos en la dieta. Asigna un valor simple a la

capacidad de ingestión de los alimentos para cada categoría de animales, y también asigna un valor de ingestión para cada forraje, teniendo en cuenta la categoría del animal. Por lo tanto se han determinado unidades empanzonantes para ovinos (UEO), unidades empanzonantes vacas lecheras (UEL) y unidades empanzonantes para bovinos en crecimiento o engorda (UEB). Para su determinación se utilizó un forraje de referencia que tenía como características : 15% proteína cruda; 25% de fibra cruda y 77% de digestibilidad de la materia orgánica, se midió el consumo de rumiantes de referencia : a) borregos de 75 kg peso vivo entre 1.5 y 4 años; b) vacas lecheras con peso de 600 kg de peso vivo, produciendo 17 litros de leche en mitad de la lactación y c) bovinos en crecimiento o engorda cuyo peso promedio fué de 400 kg. Se obtuvieron los siguientes valores: 75 g M.S/kg peso metabólico para los ovinos(UEO); 140 g M.S/kg de peso metabólico para las vacas lecheras (UEL) y 95 g M.S/kg de peso metabólico para bovinos de engorda (UEB) (35) (36) (39).

Para las condiciones de Cuba estos valores fueron los siguientes, en ovinos se sugirió 71 g M.S./kg peso metabólico (UEO), en el caso de vacas lecheras se estudio una vaca de referencia que pesaban entre 350 a 570 kg, con producción de leche de 3.4 a 18.4 kg corregidas al 4% de grasa, obteniendose consumos para el forraje estandar, de 146 g M.S./kg de peso metabólico (UEL) y para bovinos en crecimiento o engorda el consumo obtenido con el forraje estandar fué de 98 g de M.S/kg de peso metabólico (UEB), (28) (29) (90).

Este modelo tomó en consideración la existencia de una regulación química del consumo de alimentos. Sin embargo, se fundamenta básicamente en el control físico, considerando al peso de los animales como uno de los factores más importantes para determinar el consumo voluntario de alimentos por los animales, debido a que el peso ha sido altamente relacionado con el consumo, ya que se ha demostrado la estrecha relación existente entre el tamaño corporal y la capacidad del tracto digestivo (35) (36) (58).

La capacidad del rumen esta relacionada con el tamaño del animal, ya que el tamaño de la cavidad abdominal la determina. Entre los factores estudiados que modifican esta relación; destacan el crecimiento fetal sobre todo en los últimos tres meses de gestación para los bovinos, ya que los depósitos de grasa y el volumen del feto reducen la capacidad del retículo y rumen y esto se asocia con una disminución del consumo por los animales. En animales lactantes cuando se incrementa la demanda de nutrientes, produciéndose una hipertrofia del tracto gastrointestinal que permite incrementar el consumo (35) (36).

El método de unidades empanzonates considera también la tasa de degradación ruminal y tasa de pasaje, que determinan el potencial de consumo. Por lo que para condiciones de trópico el peso del animal y el consumo de pastos tropicales se regula por: a) volumen del retículo-rumen, b) espacio ocupado por partículas de forraje en proceso de degradación y c) la tasa de reducción y remoción de esas partículas del tracto digestivo (28) (29) (35) (36) (39) (43) (47) (61).

SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

Para el desarrollo de sistemas de alimentación, en los cuales se contemplan la utilización mayoritaria de forrajes para la producción de leche, se deben considerar la variabilidad en disponibilidad y calidad del pasto a lo largo del año, debido a las diferencias climáticas estacionales, considerando varios factores como la influencia de radiación solar, temperatura y precipitación pluvial (59) (60).

Asimismo, los factores que han modificado el rendimiento y patron de crecimiento de los pastos, los cuales han sido clasificados en; factores propios de la planta (especie, edad, morfología), ya que se ha considerado que las especies tropicales producen una gran cantidad de biomasa, siendo alrededor de 20 a 40 toneladas por hectárea de materia seca al año y los factores de variabilidad por el manejo de la pastura (intensidad y frecuencia de defoliación), fertilización, riego, presión de pastoreo, carga animal, días de ocupación, días de descanso, etc (54) (59) (60).

La producción animal ha sido función de varios factores relacionados con el pasto como: la tasa de pastoreo, la eficiencia de utilización de la pastura, la calidad del forraje determinado por su aporte de nutrientes y digestibilidad, relacionado con factores del animal como: la raza, adaptación y producción animal, parásitos internos y externos y nivel productivo (60) (89).

CALIDAD NUTRITIVA DEL PASTO

De los factores que afectan el consumo de materia seca a partir de forrajes tropicales se han observado la digestibilidad del forraje y su valor nutritivo, en donde la producción animal en el campo ha sido una función de dos componentes: a) la producción por cabeza y b) la presión de pastoreo (el número de animales por unidad de área y de tiempo). La producción por cabeza se relaciona con la ingestión diaria de energía y la calidad del forraje; la presión de pastoreo se relaciona con la producción de biomasa forrajera (60) (89).

En el mismo sentido se ha establecido que existe una relación bien definida entre la carga animal y la disponibilidad de forraje relacionada con la producción de leche por animal y por hectárea, en donde a cargas bajas se ha obtenido la máxima producción por animal, la cual a su vez ha dependido del potencial genético (60).

A medida que se incrementa la carga o sea que disminuye la disponibilidad del forraje por el animal, se provoca una disminución en la producción de leche por animal, en cambio la producción de leche por hectárea se incrementa con el aumento de la carga la cual llega hasta un punto en que el comportamiento individual fué de 85 a 90% de la respuesta animal, a partir de la cual la producción por hectárea también declinó (60).

En cuanto a la calidad nutritiva de los pastos tropicales Pero (60) y Whiteman (83) señalan que en un mismo estado fisiológico, se tienen para las gramíneas de trópico

menores contenidos de proteína, mayores concentraciones de fibra, menor digestibilidad y menor índice de consumo que los pastos provenientes de zonas templadas.

Los estudios realizados argumentan que esto se produce debido a un acelerado crecimiento en el proceso de maduración de los forrajes, sumado a factores genéticos que determinan las diferencias en calidad nutritiva entre especies. El factor edad o estadio de madurez de la planta es de los que han determinado la calidad nutritiva del forraje, debido a que a medida que avanza su madurez disminuye su digestibilidad, en cuanto al contenido de proteína las gramíneas tropicales presentan altos contenidos al inicio del crecimiento para decaer marcadamente con la madurez, momento en que el nitrógeno es traslocado de las hojas a los tejidos de reserva (base de tallos y raíces), de la misma forma pasa con la digestibilidad y el contenido de proteína, el consumo voluntario también se ve afectado negativamente con la madurez del forraje (32) (60).

La selectividad es otro factor que determina la calidad nutritiva del forraje que ingieren los animales, se realiza tanto de forrajes, como de porciones o fracciones de la planta. El manejo de la pastura incide sobre esta selectividad, considerando que a mayor presión de pastoreo, el animal tiene menor selectividad del forraje y consecuentemente ingerirá un alimento de menor calidad. Esta relación no ha sido lineal, a presiones bajas de pastoreo la eficiencia de utilización de la pastura se reduce y ello provoca una acumulación de material forrajero de menor calidad (60) (89).

Stobbs (83) menciona que en las gramíneas tropicales se produce una mayor biomasa forrajera, por ello tienen una menor digestibilidad y consumo que las especies templadas, la densidad energética tiende a ser el principal factor limitante de la producción lechera.

Sin embargo, en cuanto a proteína se menciona que niveles por abajo de 7% de proteína cruda es un factor que limita la producción de leche (54) (60) (82).

USO DE SUPLEMENTOS EN PASTOREO

La alimentación con base en forrajes para las regiones tropicales puede ser una alternativa para la producción de leche, con la adición estratégica de suplementos para mantener los niveles de productividad rentables, con la finalidad de corregir las deficiencias nutricionales que originaría el uso del pasto como único recurso, desbalances nutricionales o mejorar la eficiencia de utilización del pasto (27) (71).

La suplementación se ha usado para promover la lactación, mejorar las tasas de reproducción y de crecimiento de los animales jóvenes (71).

Los niveles de suplemento a utilizar son variables, existiendo una tendencia a usar niveles elevados en vacas especializadas en la producción de leche y niveles medios o bajos en ganado criollo o dedicado a un doble propósito. Se menciona que bajo condiciones de pastoreo y carga baja la administración de suplemento puede causar un aumento moderado en la producción de leche (71).

La utilización de suplementos provoca un efecto de sustitución del pasto, debido a la menor digestibilidad del pasto, la suplementación redonda por lo tanto en un mejor consumo energético (44) (71) .

La suplementación del ganado lechero se ha orientado a mejorar la capacidad del mismo. Sin embargo, cuando esta se realiza a mitad de la lactancia no tiene un efecto considerable, si los animales se encuentran en un estado de malnutrición, por lo que se afecta el potencial lechero de los animales. El mejorar la alimentación en estados posteriores de la lactancia no logra que las vacas produzcan igual cantidad de leche, que los animales que se alimentan de acuerdo a sus necesidades desde la gestación, por destinar mayor cantidad de nutrientes a la recuperación de las reservas pérdidas, que a la producción de leche (71).

En la decisión de utilizar la suplementación se debe considerar la cantidad y calidad de tal forma, que la ganancia en producción pueda ser más que el costo del sistema de suplementación (44).

PRODUCCIÓN DE LECHE EN TRÓPICO

Los niveles de producción de leche en pastoreo, han tenido una gran variabilidad. Se debe a las condiciones y factores que inciden en los procesos fisiológicos de las vacas productoras de leche, donde se ha discutido lo siguiente: cantidad de pasto disponible, calidad del pasto refiriendose a especie, grado de madurez, asociación con leguminosas y a sus respectivas variaciones durante el año, fertilización, carga animal, estancia y ciclos de rotación los cuales determinan en gran medida el

grado de defoliación y la recuperación que tenga el pastizal, raza, factores climáticos (temperatura, humedad y lluvia) que inciden tanto en los animales como en el pasto, por alterar mecanismos de llenado ruminal, de disponibilidad de alimentos y nutrientes, así como mecanismos termorreguladores, por presencia de ecto y endoparásitos que conducen a estados de enfermedad, (17) (19) (54) (59) (60) (67) (89).

El potencial de un pasto para la producción de leche se ha relacionado a su calidad nutritiva y su capacidad de producción de biomasa forrajera. El factor de calidad nutritiva del forraje se reflejará en la cantidad de leche producida por vaca, mientras que su potencial de rendimiento representativa en la capacidad que soporte la pastura, siendo el número de unidades animal o número de vacas por hectárea (59) (89).

La producción de leche en el trópico mexicano representa el 24% de la colecta nacional, aunque se encuentran el 60% del número de cabezas que se dedican a esta actividad (4) (24). Sin embargo, en forma general es bajo el número de hatos especializados para la producción de leche, siendo mayor el número dedicado a lo que se conoce como producción de doble propósito, donde la producción de leche es estacional (68).

Se ha observado un promedio de 40 vacas/hato, las lactancias han sido cortas entre 2-6 meses con producciones promedio de 390 litros, siendo bajos estos niveles comparados con la media nacional. Los volúmenes obtenidos del lácteo han sido producto principalmente del clima, por el crecimiento de los pastos y por el índice de agostadero. Estos factores han limitado el uso de

rasas europeas especializadas siendo preferentemente ganado Cebú, criollo y sus cruizas con Suizo y en menor proporción Holstein. En este sistema se ha observado un menor costo para la producción de leche (4) (12) (24) (68) (70).

En el trópico mexicano, el pasto natural o de especies mejoradas, ha sido la base de la alimentación del ganado, constituyendo una reserva considerable para la producción de leche. Es necesario contar con especies forrajeras de alta calidad y rendimiento (18) (30) (37) (38) (57) (82) (83).

La utilización de pastos mejorados ha contribuido al desarrollo de la ganadería en México, siendo una alternativa al alto costo de granos y concentrados, la alimentación del ganado debe basarse en el uso mayoritaria de este recurso. Principalmente en los trópicos donde se ha determinado que de los 6.5 millones de hectáreas con uso ganadero, el 28% ésta ocupado por praderas irrigadas y de temporal (77).

En forma general, la producción media de leche observada en el trópico se encuentran entre 6 a 15 kg/vaca/día, dependiendo de múltiples factores (89). Con un mejor manejo estos rendimientos han sido más regulares 9 a 12 kg/vaca/día (54) (83).

Las producciones por vaca en pastos naturales o sin fertilizar oscilan entre 6 a 7 kg de leche/día, aumentando de 8 a 9 kg/vaca/día en pastos mejorados y fertilizados o la combinación de gramíneas y leguminosas. Al emplear vacas de mayor potencial y capacidad de ingestión sobre pastos mejorados las producciones pueden alcanzar niveles de 10 a 14 kg/vaca/día (26) (82).

En el trópico mexicano, con pastos naturales, se han obtenido producciones promedio por vaca de 6 kg de leche/vaca/día, utilizando pastos mejorados (Ferrer, Guinea, Pangola, Panizo verde), fertilización y suplementación, se han obtenido producciones entre 6 a 8 kg/vaca/día (18) (30) (37) (38).

La producción anual por hectárea ha estado íntimamente relacionada con la capacidad de carga de los forrajes, en pastos naturales se obtuvieron producciones de 1,300 a 2,700 kg/ha/año (18) (54).

En lo que respecta al rendimiento por área, las producciones observadas se encuentran entre 7,500 a 8,000 kg/ha/315 días en pastos mejorados, fertilizados y con niveles bajos de suplementación al ganado, en asociación de gramíneas con leguminosas y suplementación media se han obtenido rendimientos entre 11,000 y 12,000 kg de leche/ha/año, (30) (62) (63).

Con el uso de pastos mejorados y fertilizados se han alcanzado producciones de 6,000 a 9,000 kg/ha/año utilizando vacas de mediano potencial como son cruza de holstein con cebú y jersey. Por otro lado al utilizar cargas de 5 unidades animal por hectárea se han obtenido producciones de 13,600 kg/ha/año (26) (54) (83) (86).

En la utilización de gramíneas y leguminosas se han obtenido menores producciones por área que en pastos fertilizados con nitrógeno, debido a que estos forrajes soportan cargas animales bajas, teniendo producciones de 3,000 a 8,000 kg/ha/año; al

elegir la carga animal hasta 6 unidades animal/ha/año, con la asociación de gramíneas, leguminosas y suplementación se han obtenido rendimientos de 9,700 kg de leche/ha/año (26) (54) (83).

En la región tropical de México al utilizar asociaciones de gramíneas y leguminosas se han obtenido promedios de 8 a 9 kg/vaca/día y de 10,000 a 12,000 kg/ha/año (30).

Cuando se han utilizado altas dosis de fertilizante, de carga animal y buen potencial genético animal se señalan producciones de 17,400 kg/ha/año con vacas jersey y 22,400 kg/ha/año con vacas holstein (26) (54) (83) (84) (86).

Meléndez et al (45) señalan que uno de los pastos que se encuentra distribuidos en estas regiones es el estrella africana (Cynodon plectostachyus), el cual en México se encuentra ampliamente en el sureste, en zonas cercanas a la costa del Pacífico, desde el estado de Chiapas hasta el estado de Sinaloa, mientras que en el Golfo se encuentra distribuido desde Yucatán hasta el estado de Tamaulipas. El pasto estrella africana se ha utilizado en la producción de leche y carne en las regiones tropicales por su resistencia a plagas y persistencia contra malas hierbas (48).

Por otra parte, en Latinoamérica los rendimientos que se han obtenido en pasto estrella africana en la producción de leche han sido de 6.7 kg de leche/vaca/día, sin fertilización, suplementando al ganado con banano verde y utilizando ganado Criollo, Jersey y Ayrshire (88).

Con el uso de fertilización, suplementación de melaza-urea y carga de 3 U.A./ha se han obtenido producciones de 6 kg leche/vaca/día y rendimientos por área de 6,000 kg/ha/año (54). Con cargas de 5.57 U.A./ha han señalado en promedio 9.63 kg/vaca/día, con una producción anual de 20,012 kg/ha, (64).

En México se han obtenido resultados de gran interés en la utilización de éste pasto para la producción de leche, en el estado de Jalisco se han utilizado cargas altas que han ido de 7 a 9 U.A./ha con producciones promedio entre 8.5 a 12 kg/vaca/día y producciones por área de 25,000 a 32,500 kg de leche/ha/año, con fertilización y suplementación (66) (81).

Asimismo en el estado de Tabasco en fincas comerciales se registraron producciones promedio entre 6 a 8 kg/vaca/día. (48). En otros reportes en el municipio de Hueytamalco, en el estado de Puebla se han obtenido producciones promedio de 9.4 kg/vaca/día, utilizando ganado Suizo Pardo, con fertilización y suplementación (20) (41).

Por otra parte en la estación experimental de Paso del Toro en el estado de Veracruz utilizando ganado especializado, Holstein y Pardo Suizo se han obtenido producciones promedio de 10.5 y 9.2 kg/vaca/día respectivamente, con fertilización y suplementación (69). En el mismo estado en el CIEEGT de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM, han realizado ensayos con la utilización del pasto estrella donde se obtuvieron promedios de producción 6.5 kg/vaca/día y rendimientos por área entre 4,350 y 6,745 kg/ha/año (18) (37) (38).

En la estación experimental de la Universidad de Colima han obtenido resultados de producción de leche con ganado Holstein, en promedio de 7 a 9 kg leche/vaca/día y lactaciones ajustadas a 305 días de 2,501 kg (57) (65) (80).

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad el desarrollar y transferir tecnología, mediante la utilización del método de investigación por sistemas al realizar los ensayos de tecnología en granjas o en una estación experimental que se comporten como una unidad productiva más en el área. Lo anterior tomando en consideración dos planteamientos principales: a) que el investigador identifique y aporte en forma original las innovaciones tecnológicas existentes a desarrollar, determinando sus posibilidades de uso y b) ensayar directamente con el productor ya que la transferencia se hace más fácil con las imágenes, que con las ideas.

Los recursos de pastoreo en el trópico generalmente representan el medio más barato para aumentar la producción animal. En particular el pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) es un recurso forrajero que por sus características de agresividad, resistencia y respuesta a la fertilización, ha tenido buena aceptación entre los ganaderos. Es necesario conocer su comportamiento productivo, así como el comportamiento animal con este forraje y tomar soluciones de tipo regional o local para el establecimiento del sistema de manejo de pasto y los animales más conveniente.

Para ello, se plantea el uso de variables de fácil captación por el productor como son: el peso vivo de los animales y sus variaciones, la producción de leche y el estado fisiológico del animal. A partir de estos datos estimar la capacidad de ingestión y probable consumo de materia seca mediante la utilización del sistema de unidades empanzonantes y la utilización de un ensayo global de alimentación que permita medir el comportamiento nutricional del ganado productor de leche en el trópico seco.

HIPOTESIS

- Es posible obtener niveles de 2,500 kg de producción láctea en promedio por hato, utilizando pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) como el principal componente de la dieta.
- Se puede determinar la capacidad de ingestión y el consumo de materia seca de los bovinos productores de leche con base en el peso vivo y su estado fisiológico (ganancia de peso, producción de leche y gestación) y la calidad del forraje.
- La cantidad de suplemento ingerida influye directamente sobre el consumo del forraje.
- Mediante la siguiente expresión matemática se puede estimar el comportamiento alimentario o de consumo voluntario de los rumiantes:

Consumo Voluntario Aparente = Kg de Forraje + Kg de Concentrado

- Es factible mediante la siguiente expresión matemática, estimar el comportamiento nutricional de los rumiantes, donde la suma del forraje (F) y el concentrado (C) administrados en la ración son iguales a la suma del mantenimiento (M) más la producción (P), producto de la ganancia de peso, producción de leche y gestación, considerando su capacidad de ingestión.

$$F + C = M + P$$

OBJETIVOS

- Estimar la producción de leche con pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) o ensilado de maíz, con suplementación.
- Estimar mediante un modelo de simulación la capacidad de ingestión, consumo voluntario aparente (utilizando el método de unidades empanzonantes), la energía y la proteína en vacas Holstein en el trópico seco.
- Estimar la cantidad y el valor nutritivo del pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), irrigado, fertilizado.
- Estimar el consumo de forraje al proporcionar cantidades conocidas de un suplemento, en función de la cantidad y calidad que serán constantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo entre el tres de diciembre de 1989 y tres de marzo de 1990. Se implementó un ensayo de pastoreo, con diferente carga animal y distintos niveles de suplementación con pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), utilizando como grupo control animales alimentados con base en ensilado de maíz. En forma paralela se realizó un ensayo global de alimentación al proporcionar cantidades conocidas de concentrado donde se estimó el consumo de forraje para hacer comparaciones entre el consumo de elementos nutritivos, la producción obtenida por el animal y las variaciones de peso vivo.

Localización

El presente trabajo se realizó en la posta del Centro de Producción Agropecuaria de la Universidad de Colima, ubicada en el cruce de Tecmán localizado geográficamente a 18° 55' latitud norte y 103° 53' latitud oeste a una altura de 33 metros sobre el nivel del mar.

La temperatura media anual es de 26°C, con humedad relativa de 73% y con una precipitación media anual de 710 mm. El tipo de clima es Aw, seco cálido, con lluvias en verano y con oscilación isotermal de temperatura (25).

Material biológico y alimentos

Se utilizaron 45 animales de raza Holstein, con distinto número de lactaciones, estado reproductivo, nivel de lactación, en su mayoría adultos y que en promedio de 90 días de lactancia .

Se proporcionó cantidades conocidas de un alimento concentrado comercial a razón de 250 o 350 g por litro de leche producida, que tenía 3.0 Mcal de EM/Kg de M.8 y 120 g de P.D.

Se pastorearon 3.0 ha con pasto Estrella africana (Cynodon plectostachyus), dividido en seis potreros, con sombras y abrevaderos, delimitados por cercas de alambres de púas. Se hizo un manejo rotacional por cada tres potreros de 10 días de pastoreo y 20 días de descanso, utilizando dos cargas animal diferente siendo estas de 9.4 y 14 U.A./Ha fijas, se fertilizó a razón de 600 kg nitrógeno/ha/año utilizando sulfato de amonio (20.5% N) y de 100 kg fósforo/ha dos veces al año usando superfosfato de calcio triple (20.5% P). Se aplicó riego con una lámina de 20 cm. Los animales en pastoreo permanecieron en la pradera, saliendo únicamente para su ordeño y suplementación dos veces al día. El lote testigo permaneció estabulado y se alimentaron con ensilado de maíz y urea.

Material de campo y de laboratorio

Se utilizó un cuadrado de 0.0625 centímetros cuadrados, tijeras, bolsas de nylon, marcador.

Se utilizó un equipo convencional para realizar análisis químico proximal de los alimentos y técnica de Van Soest (85).

Se utilizó un sistema computarizado para el registro, control y análisis de los datos obtenidos.

Técnicas de campo y de laboratorio

Se determinó la cantidad de forraje producido por la pradera en materia húmeda y materia seca, antes y después del pastoreo (3).

La calidad de los alimentos se estimó mediante la realización de análisis químico proximal (85).

Se realizó la técnica de Van Soest para la determinación de la fibra neutro detergente, hemicelulosa, lignina y celulosa, se estableció correlaciones con la digestibilidad de la materia seca (85) (87).

Modelo de Simulación para Alimentación de Bovinos

Se estimó la capacidad de ingestión con base en el peso vivo del animal, de acuerdo a lo propuesto por el INRA francés (1978,1988) (35) (36) (39) y por las modificaciones realizadas por investigadores cubanos (28) (29) (90). Se utilizaron las unidades empanzonantes para vacas lecheras las cuales tiene como valor de 140 g de M.S/Kg de peso metabólico; que se obtuvieron a partir de un animal de 600 kg de peso vivo que produce 17 kg de leche a mitad de la lactación y un forraje que sus características son de 15% de proteína cruda, 25% de fibra cruda y 77% de digestibilidad de la materia orgánica como base para su cálculo.

Se calculó el consumo voluntario aparente al utilizar la unidad empanzonante (UE) de referencia y establecer las (UE) para los forrajes a utilizar, a este consumo se le agrega el del concentrado y los efectos de asociación entre los alimentos, con base en lo propuesto por el INRA (1978,1988) (35) (36) (39) y por las modificaciones realizadas por los investigadores cubanos (27) (29) (90).

Los cálculos de los requerimientos en vacas lecheras se hicieron con base en las sugerencias del INRA (1978, 1988) (35) (36):

a) se calcularon los requerimientos de mantenimiento según el peso vivo a razón de .117 Mcal de energía metabolizable (EM) por Kg de peso metabólico y 9.5 Mcal de EM para aumentos de 1 kg de peso. Las necesidades de proteína digestible (PD) fueron de 60 g por cada 100 kg de peso vivo y 260 g para cada kilogramo de ganancia de peso. Las necesidades de producción de leche son calculadas a razón de 1.16 Mcal de EM para leche con 3.5% de grasa y 60 g de proteína digestible por Kg de leche producida.

b) Se incrementaron el 20% de los requerimientos de mantenimiento de EM, por concepto de pastoreo.

c) se calcularon las necesidades de producción teniendo en cuenta el porcentaje de grasa de la leche producida y su corrección al 4% de grasa agregando 0.08 Mcal de EM para aumentos de 0.5% de grasa, a partir de este nivel.

d) se incrementaron los requerimientos de mantenimiento de EM a los animales que se encuentren en los últimos tres meses de gestación, se considera un 20% para el séptimo mes, 35% para el octavo mes y un 55% para el último mes de gestación

e) se incrementaron en un 10 a 20% respectivamente los requerimientos de mantenimiento de EM y PD si los animales son de primera o segunda lactación.

Con base en la metodología expuesta para la obtención de la capacidad de ingestión, consumo voluntario aparente, energía y proteína, se hicieron estas estimaciones con un modelo de simulación para la alimentación de los bovinos *, el cual esta desarrollado para computadora personal, escrito en lenguaje "BASIC". Utilizando variables determinísticas y aleatorias, siendo además dinámico por utilizar la variable tiempo en su estructura.

Medición de variables

- a) se peso la leche diariamente
- b) se pesaron los animales cada 10 días al entrar y salir del potrero.
- c) se determinó el estado reproductivo de los animales mediante palpación rectal en forma mensual.
- d) se estimó la producción en materia húmeda y materia seca del pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus).
- e) se hicieron análisis químico proximales de los alimentos utilizados.
- f) se realizó la técnica de Van Soest para la determinación de fibra neutro detergente, hemicelulosa, lignina y celulosa.
- g) se determinó la capacidad de ingestión del ganado Holstein.
- h) se determinó el consumo de materia seca.
- i) se estimó el consumo de forraje al administrar una cantidad conocida de concentrado.

* Desarrollado por la Universidad Colima y FES-Cuautitlán UNAM

j) se estimó el valor empansonante de los forrajes utilizados en la alimentación del ganado.

Tiempo de Duración : 90 días. Del tres de diciembre de 1989 al 3 de marzo de 1990.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se hizo mediante la utilización de análisis de regresión para la capacidad de ingestión y producción de leche, para lo que se propone el siguiente modelo.

Modelo para el Consumo de Materia Seca:

$$Y_i = B_0 + B_1(X_1) + E_i$$

donde :

- Y_i = representa el consumo de materia seca
- B₀ = es la ordenada al origen
- B₁(X₁) = es la pendiente originada por el peso vivo del animal
- E_i = representa el error aleatorio

Modelo para la producción de leche:

$$Y_i = B_0 + B_1(X_1) + B_2(X_2) + B_3(X_3) + E_i$$

donde :

- Y_i = representa la producción de leche
- B₀ = es la ordenada al origen
- B₁(X₁) = es la pendiente originada por el nivel de suplemento
- B₂(X₂) = es la pendiente originada por el nivel del forraje
- B₃(X₃) = es la pendiente originada por los días de lactación
- E_i = representa el error aleatorio

El análisis del ensayo de pastoreo se hizo utilizando un análisis de varianzas para el diseño de experimento tipo factorial, 2 * 2 completamente al azar, siendo los factores la carga animal y el nivel de suplementación y los niveles de los factores (9.4 y 14 unidades animal por hectárea y los niveles de suplementación 250 y 350 g por litro de leche producido). Se formaron cuatro grupos en la pradera:

Grupo 1 : 15 vacas/250 g de suplemento
Grupo 2 : 15 vacas/350 g de suplemento
Grupo 3 : 10 vacas/250 g de suplemento
Grupo 4 : 10 vacas/350 g de suplemento

Modelo para el diseño de experimento factorial:

$$Y_{ij} = u + t_i + B_j + t_i(j) + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = representa la producción de leche
 u = representa la media general
 t_i = es el efecto del i-ésimo factor
 B_j = es el efecto del j-ésimo nivel
 $t_i(j)$ = es la interacción del j-ésimo nivel en el i-ésimo factor
 E_{ij} = representa el error aleatorio

Se realizó la prueba de Tukey para establecer diferencia múltiple de medias con un nivel de 5% de significancia para la producción de leche siendo los grupos:

Grupo 1 : 15 vacas/250 g de suplemento
Grupo 2 : 15 vacas/350 g de suplemento
Grupo 3 : 10 vacas/250 g de suplemento
Grupo 4 : 10 vacas/350 g de suplemento
Grupo 5 : ensilado de maíz/350 g de suplemento

RESULTADOS

ASPECTOS NUTRICIONALES

a) Capacidad de Ingestión y Consumo Voluntario Aparente

En el Cuadro 1, se observan los resultados sobre la capacidad de ingestión (C.I.) y el consumo voluntario aparente (C.V.A) anotado en sus distintas expresiones. Se observa la capacidad de ingestión que se calculó con base en la unidad empanzonante sugerida para vacas lecheras de 140 g M.S./kg de peso metabólico y el valor empanzonante para el forraje fué de 1.1, donde se observa que en promedio por hato se tuvo una capacidad de ingestión de 12.96 kg. El consumo voluntario aparente para la materia seca total por día, fué de

11.9 kg, para el consumo por cada 100 kg de peso vivo que se calculó en 2.85 kg de materia seca y 129 g de materia seca por kg de peso metabólico. Asimismo se observa que la capacidad de ingestión tuvo rangos de 12.6 como mínima que correspondió al Grupo 5 y de 13.4 que se obtuvo con el Grupo 4. El mismo comportamiento se observa en el consumo voluntario aparente para consumo de materia seca total por día con 11.0 kg y 12.8; para el consumo por cada 100 kg de peso vivo con 2.69 y 2.90 y para el consumo de gramos de materia seca por kg de peso metabólico siendo de 121 y 132 gramos.

En el análisis de regresión lineal para animales en producción se observa un alto índice de correlación entre el peso vivo del animal y el consumo de materia seca, siendo este de 0.82, como se observa en la Gráfica 1, cuando consumen forrajes tropicales o ensilados. Con el análisis de varianza realizado se construyó el siguiente modelo de predicción de materia seca.

$$Y = 2.564 + (P.V.) * 0.021$$

Y = representa el consumo de materia seca

P.V. = representa el peso vivo

Los resultados obtenidos para el consumo de materia seca total por día, así como su distribución entre el suplemento y el forraje tanto en kg de alimento como en porcentaje para los distintos grupos de alimentación se presentan en el Cuadro 2. Se observa también que la mínima relación de suplemento-forraje la realizó el Grupo 1 que tuvo un consumo de materia seca de 11.8 kg al día, distribuidos en 1.8 kg de M.S del suplemento y 10.0 kg de

M.S de forraje, se estableció una relación porcentual de 15:85. La máxima relación suplemento-forraje la tuvo el Grupo 4 que presentó un consumo de materia seca de 12.8 kg al día distribuidos de la siguiente forma, 4.5 kg de suplemento y 8.1 kg de forraje, en donde se observó una relación porcentual de 36:64.

b) Necesidades de energía y proteína

Por otro lado en el Cuadro 3, se muestran los resultados obtenidos para cada grupo de alimentación, en cuanto a peso vivo, producción de leche, necesidades de energía metabolizable (EM) en Mcal/Kg y de proteína digestible (PD) en kg, así como su aporte por el suplemento y el forraje para cubrir las necesidades de energía y proteína.

Se observó que para el Grupo 1 se tuvo en promedio un peso de 406 kg y producciones promedio de 7.8 kg vaca día, con un consumo de 11.7 kg de materia seca se cubrieron estas necesidades con 1.9 kg de M.S suplemento (17%) y 9.8 kg de M.S (83%) del forraje, se observó que las necesidades energéticas fueron de 23.18 Mcal de energía metabolizable (EM), en donde el suplemento aportó 6.03 Mcal de EM (26%) de la energía requerida y el 74% restante es decir 17.15 Mcal de EM fué del forraje. En el caso de las necesidades de proteína se calcularon en 0.824 kg de proteína digestible (PD), siendo cubiertas por 0.243 kg del suplemento y el forraje proporcionó 0.581 kg de P.D, existiendo una relación porcentual para el caso de la proteína de 30:70.

De está manera se observó que para el Grupo 2 que en

promedio pesaron de 403 kg con producciones de 7.0 kg vaca día, con un consumo de 11.8 kg de materia seca se cubrieron estas necesidades con 1.8 kg de M.S suplemento (15%) y 10.0 kg de M.S (85%) del forraje, se calculó que las necesidades energéticas fueron de 22.07 Mcal de energía metabolizable (EM), en donde el suplemento aportó 5.52 Mcal de EM (25%) de la energía requerida y el 75% restante es decir 16.55 Mcal de EM fué por el forraje. En el caso de las necesidades de proteína se calcularon en 0.767 kg de Proteína digestible (PD), siendo cubiertas por 0.222 kg del suplemento y el forraje proporcionó 0.544 kg de P.D, existiendo una relación porcentual de 29:71 para la proteína.

Para el Grupo 3 que tuvo en promedio un peso de 437 kg y producciones de 12.9 kg vaca día, con un consumo de 12.6 kg de materia seca se cubrieron estas necesidades con 4.5 kg de M.S suplemento (36%) y 8.1 kg de M.S (64%) del forraje, se observó que los requerimientos energéticas fueron de 28.78 Mcal de energía metabolizable (EM), en donde el suplemento aportó 14.03 Mcal de EM (49%) de la energía requerida y el 51% restante es decir 14.76 Mcal de EM fué por el forraje. En el caso de las necesidades de proteína se calcularon en 1.117 kg de Proteína digestible (PD), siendo cubiertas por 0.551 kg del suplemento y el forraje proporcionó 0.556 kg de P.D, existiendo una relación porcentual de 51:49.

De los grupos alimentados con base a pasto, el Grupo 4 tuvo en promedio un peso de 431 kg y una producción de 8.9 kg vaca al día, con un consumo de materia seca de 12.4 kg distribuidos de la siguiente forma, se proporcionó 3.2 kg de suplemento, con un

consumo de 9.2 kg de forraje con lo cual se tuvo un relación porcentual de 26:74. En cuanto a las necesidades de energía fueron de 21.7 Mcal de EM, siendo cubiertas de la siguiente forma 9.85 Mcal de EM (39%) las proporcionó el suplemento y 15.13 Mcal de EM (61%) fueron del forraje. Para el caso de la proteína que se tuvo una necesidad en total de 0.693 kg PD, el suplemento aportó 0.386 kg PD y el forraje 0.507 kg de PD, teniendo de esta forma una relación porcentual de 43:57 para la PD.

Finalmente para el Grupo 5 se obtuvo un peso promedio de 409 kg con una producción media de 6.7 kg de leche al día, teniendo en promedio un consumo de materia seca de 11.0 kg y siendo este cubierto por el suplemento con 2.3 kg y 8.7 por el forraje, teniendo una relación porcentual de 21:79. Las necesidades de energía se establecieron en 21.7 Mcal de EM, el suplemento proporcionó 7.77 y 13.93 Mcal de EM por el forraje, siendo en porcentaje 36:64. Para cubrir las necesidades de proteína que en total fueron de 0.736 kg de PD, el suplemento aportó 0.293 kg y 0.443 kg el forraje siendo una relación de 40:60 en porcentaje.

CANTIDAD Y CALIDAD DE FORRAJE

La estimación de la cantidad y calidad de forraje producido para ambos grupos en estas condiciones fué, de 8.7 a 9.0 ton/ha de materia húmeda y de materia seca entre 2.3 a 2.7 ton/ha., para la carga alta y baja respectivamente en promedio durante el período experimental, sin embargo a través de los distintas etapas, se observa que existe un deterioro del pastizal de un 3% para los primeros potreros y para el tercer potrero se nota un considerable descenso de hasta un 35% para la carga alta en

cuanto a materia fresca, a diferencia para la carga baja en donde se anota aumentos que en promedio estan entre 26%, como se anota en el Cuadro 4. El comportamiento muestra la misma tendencia, de disminuir con la carga alta y aumentar con la carga baja. En cuanto al análisis de la calidad del pasto se muestra que aporta 1.843 a 1.874 Mcal de energía metabolizable y entre 8.3 a 10.1 % de proteína cruda, no existiendo diferencia significativa entre la energía y la proteína tanto para la carga animal como para el tiempo del pastoreo, ya sea al inicio, 5 días o 10 días de pastoreo, como se describe en el Cuadro 5. Asimismo en el Cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos al realizar la técnica de Van Soest para determinar el contenido de fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, contenido celular, lignina, celulosa y hemicelulosa, así como una estimación de la digestibilidad a partir de estos resultados propuesta por el mismo autor.

PRODUCCIÓN DE LECHE

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de peso vivo que oscilaron entre 406 y 437 kg, en donde se observó un coeficiente de variación de 3.17. Asimismo se anotan las producciones en promedio vaca día, siendo menor 6.7 kg para el Grupo 5 y la mayor 12.9 kg para el Grupo 4 teniendo un coeficiente de variación de 5.77 por ciento. En cuanto a la producción por área/90 días de experimento, se obtiene una tendencia lineal de producción, carga animal y suplementación, con producciones que van de 3,510 hasta 6,408 kg/grupo/periodo.

Asimismo se realizó un análisis estadístico mediante el análisis de varianza para establecer diferencia entre medias, en donde se observa que la producción obtenida con el Grupo 1 y 5 no existe diferencia de medias, siendo con el resto de los grupos estadísticamente diferentes con un 95% de confianza. Como se establece en el cuadro 8.

El análisis estadístico realizado para la producción de leche se hizo mediante un diseño factorial 2×2 siendo los factores carga animal y suplementación y los niveles; bajo y alto, se obtienen las siguientes combinaciones; Grupo 1) 10 vacas/250 g de suplemento; Grupo 2) 15 vacas/250 g de suplemento; Grupo 3) 10 vacas/350 g de suplemento y Grupo 4) 15 vacas/350 g de suplemento, siendo esto los tratamientos. En el análisis del diseño experimental se muestra la interacción entre los factores en estudio; suplementación/carga animal, siendo estadísticamente significativo con un 95% de confianza, se observa que el efecto de la interacción es de tipo antagónico como se ve en la Gráfica 2. En cuanto a los efectos principales la carga de 15 vacas/ha resulta en una respuesta negativa como se observa en el Cuadro 9, de medias y errores estandar, considerando que la carga es excesiva y esto concuerda con la estimación visual y de valoración del comportamiento de la pradera. La carga de 10 animales/ha, sería la máxima sugerencia de carga en estas condiciones, siendo en este nivel en donde se observa la mejor respuesta al proporcionar el máximo nivel de suplementación.

Para la estimación de la producción de leche inicialmente se propuso un modelo el cual contenía las siguientes variables

independientes; kg de suplemento, kg de forraje y días de lactación, el análisis de regresión múltiple de selección por pasos hacia adelante, excluye la variable días de lactación y considera para el modelo las variables kg de suplemento y kg de forraje, en donde se asigna un mayor valor a la variable kg de suplemento, se demuestra una tendencia lineal con un coeficiente de correlación de 0.94 con producciones mínimas de 1.19 y máximas de 21.5, con un promedio de 8.05. Asimismo se observa que la variable suplemento es la que tiene mayor peso en el modelo de regresión múltiple en el cual el mínimo fué de 0.416 Kg y el máximo de 7.525 Kg. Con los resultados obtenidos del análisis de varianza para este tipo de diseño se construyó el siguiente modelo. Asimismo se observa su comportamiento en la Gráfica 3.

$$Y_i = - 2.557 + 2.888(X_1) + 0.339(X_2) + E_i$$

- Y_i = representa la producción de leche
- X₁ = representa el nivel de suplemento a utilizar
- X₂ = representa la cantidad de forraje a utilizar
- E_i = error aleatorio

Finalmente se determinó que los picos de máxima producción de leche se obtuvieron durante los primeros cinco días de ocupación, en los cuales se tuvieron el 86% de las observaciones, en el cuarto día se observó el mayor número de picos de producción con 41.6%, como se observa en el Cuadro 10 y Gráfica 4.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se observó un consumo de materia seca de 2.85 % en relación a su peso vivo, siendo ligeramente menor a lo señalado en previos trabajos que lo sitúan cercano al 3%, como lo menciona Ruiz (1982) (71). Asimismo nuestras observaciones se aproxima más a los resultados de Colman (1971) (16), quién ubica el consumo voluntario aparente en 2.9% con un animal de 500 kg de peso vivo y producción media de 10 kg de leche/día; sus observaciones acumuladas anualmente fueron de 5,300 kg de M.S. con 1.8 Mcal de EM/kg de M.S. Para el mismo animal y nivel de producción necesaria de acuerdo al presente trabajo de 5,200 kg de M.S. Sin embargo los resultados del presente ensayo difieren cuando estas comparaciones se hicieron utilizando el peso metabólico, ya que se obtuvo un consumo voluntario aparente de 137 g M.S./kg de peso metabólico (16), siendo mayores que los resultados que lo situaron entre 121 a 131 g M.S./kg de peso metabólico. Asimismo son disímiles comparados con la sugerencia de los investigadores del INRA de 140 g M.S./kg de P.M (35) (36) (39) y de 146 g M.S./kg de P.M reportado por investigadores cubanos (27) (29) (90), es decir se obtuvieron consumos menores debido probablemente a que los animales utilizados fueron de menor talla corporal por una parte y por otra lado, el forraje empleado fué de menor calidad.

Los resultados obtenidos para estimar la capacidad de ingestión y consumo voluntario aparente consideraron la utilización de la unidades empanzonantes (UE) o de llenado como la herramienta metodológica que permitió predecir dicho

comportamiento, sobretodo en las condiciones de trópico donde la base de la alimentación fueron los forrajes solos o asociados con niveles bajos de concentrados. Como ha sido demostrado en otras regiones tanto templadas como tropicales (28) (29) (35) (36) (39) (57) (65) (90).

Los presentes resultados de energía y proteína se basan en las recomendaciones hechas por el INRA (35) (36), las cuales fueron utilizadas en este caso, por que se considera que se ajusta a las necesidades de este proyecto a diferencia de lo sugerido por el NRC (55), el cual pensamos sobreestima las necesidades de los alimentos y subestima la de los forrajes, haciendo necesario la utilización de altos niveles de concentrado para llegar a sus recomendaciones.

En lo referente a la calidad de los forrajes, las presentes observaciones no demostraron aparentemente alguna variación entre los días de pastoreo, ni entre periodos, aunque en experimentos donde se han utilizado fistulas esofágicas han sido reportadas variaciones en cuanto a la calidad por día y periodo de pastoreo (30). Probablemente la utilización de técnicas como el análisis químico proximal con todo el error que acarrear no halla permitido establecer estas diferencias que estarían relacionadas con la selectividad del animal. En cuanto a la digestibilidad del pasto los resultados se encuentran dentro de los rangos observados en otros trabajos para este tipo de forrajes en regiones tropicales (60) (89).

El peso vivo del animal resultó en este estudio una variable fundamental para conducir la alimentación. Se encontró una correlación elevada con el consumo de materia seca, lo cual coincide con Bines (1983) (7), García-Trujillo y Cáceres (1984) (28) y Peraza (1987) (58). Dentro del manejo normal del trópico, puede ser la variable clave para la conducción zootécnica del hato, sin aumentar significativamente la rutina del productor.

Los resultados demostraron la rusticidad del pasto estrella para soportar cargas altas hasta un límite biológico alto, como se observó con el grupo de 10 animales y 250 o 350 g. Asimismo la literatura reporta en México cargas máximas de 7 a 9 animales/ha (34) (79). El ensayo cuando se diseñó una carga muy elevada dio como resultado una excesiva presión de pastoreo y no permitió la recuperación de la pradera, lo que ha largo plazo tendrá un deterioro del pastizal.

En cuanto a los resultados para la producción de leche, se observaron rangos de 7.0 a 12.9 kg de leche/vaca/día que demuestran la alta variabilidad que se pueden obtener para estas regiones con cargas y manejos varios. Esta misma situación se observa para las producciones por área/periodo en la cual se observaron rangos de 3,510 a 6,408 kg/ha/90 días. Esto concuerda con lo reportado con Stobbs (1976) (83) el cual menciona cargas animal entre 6.9 a 9.9 vacas/ha con promedios de 7.12 a 7.26 kg de leche/vaca/día y producciones por área a los 90 días de 3,695 a 5,425. Esto coincide con lo reportado por Palma, et al (1990) (57), Rodríguez (1989) (65) y Sosa, et al (1987) (81), en cuanto al promedio por vaca/día, siendo estos entre 6 y 12 kg/vaca/día.

La producción por área muestra la tendencia de producir más a medida que aumenta la carga y se combina con el aumento del suplemento, aunque esto resulte biológicamente negativo a largo plazo para la condición de la pradera. Los presentes resultados no coinciden con lo obtenido por Sosa y colaboradores (1987) (81), que utilizaron cargas animal de 7 y 9 animal por hectárea y obtuvieron 6,164 y 8,000 kg/ha/90 días utilizando pasto estrella, probablemente debido a que el nivel de suplementación fué mayor.

En el estado de Jalisco los resultados que han obtenidos Hernández y colaboradores (34), en cuatro periodos que abarcan cinco años, muestran resultados que van de 10.3 a 14.7 kg de leche por vaca en línea, coincidiendo con la máxima producción 12.9, obtenida en este ensayo. A pesar de ser diferentes en el manejo de la pradera, carga animal, nivel de suplementación y peso de los animales.

En otro ensayo en Jalisco (2) se obtuvieron producciones promedio de 14.96 kg de leche en pastoreo, pero la administración del concentrado representó el 49% del alimento consumido.

Se hace por ello manifiesto la variabilidad de la producción que se puede obtener en el trópico en cuanto a media/vaca y carga animal/área dependiendo de los niveles de fertilización utilizada, que a su vez incide en la capacidad de carga de la pradera y por el nivel de suplemento utilizado que permite aumentar la producción de leche dentro del potencial genético de los animales.

La interacción que presentó fué de tipo antagónico, es decir se considera que al aumentar el consumo debido al suplemento existe un efecto de sustitución del suplemento por el forraje y por lo tanto disminuye el consumo del pasto.

En cuanto al tiempo de estancia, resultados similares han sido reportados en la literatura con la utilización del pasto estrella africana, Gutiérrez (1974) (31) y Senra, et al (1981) (78), reportan haber alcanzado la mayor producción de leche entre los tres y cuatro días de permanencia de los animales en el potrero, a partir de los cuales dicha producción decreció. Similares resultados han sido discutidos por Hernández, et al (1985) (33), quién utilizó un sistema rotacional con Bermuda (Cynodon dactylon) y recomendó tiempos de ocupación de 3 días, aunque menciona que se pueden emplear 6 días en caso de justificarse su empleo. En la producción de leche con la utilización de zacate elefante (Pennisetum purpureum), Nochebuena (1983) (53), planteó esta misma observación, sin embargo discutió que este incremento se prolongo hasta el décimo día de ocupación, situación con la cual no coinciden los presentes resultados, debido a que se encontro que los mayores incrementos de producción láctea se encuentran en los primeros 5 días, en donde se acumulan el 86% de las observaciones.

CONCLUSIONES

- El utilizar el centro de producción agropecuario de la Universidad de Colima, el cual se asemeja por el manejo empleado como un rancho más del área, permitió demostrar que se puede generar tecnología para el productor, de acuerdo a sus necesidades mediante el uso de imágenes, que le son más cotidianas y no con el uso de ideas que le resulten abstractas y de mayor dificultad de comprensión.

- El método de unidades empanzonantes resulta una herramienta de utilidad en el cálculo de la capacidad de ingestión y consumo voluntario aparente de materia seca, bajo el razonamiento que en nuestro país y en particular en las regiones tropicales, la producción animal debe basar su productividad en la máxima utilización de los forrajes, considerando de esta manera que animales en pastoreo el consumo voluntario esta regulado por características de índole físico, adicionado a características del animal y del forraje.

- El ensayo global de alimentación nos permitió conducir la alimentación de los animales, asimismo nos ayuda a estimar las necesidades de energía y proteína para el ganado Holstein en el trópico seco.

- Se observó que al proporcionar cantidades conocidas de suplemento para estimar la calidad y cantidad de forraje a utilizar, permitió predecir el comportamiento productivo de los animales y evidenciar las características nutritivas del forraje.

- Así mismo, fué posible medir la cantidad de pasto estrella producida en las presentes condiciones y determinar su calidad en el laboratorio con las técnicas de análisis químico proximal, Van Soest y digestibilidad de la materia seca.
- Se muestra la habilidad del pasto estrella de producir en estas condiciones, con el manejo descrito, cuotas de producción aceptables a nivel tropical.
- Se observa la gran variabilidad que se obtiene en la producción de leche en regiones tropicales con la utilización de forrajes de pastoreo, debido a que se combinan una gran cantidad de factores tanto del animal, del forraje y medio ambiente.

SUGERENCIAS

- Al trabajar con productores o en Centro de Producción Agropecuario que se asemejen por el manejo utilizado con los ranchos de su área de influencia, se hace necesario que la generación de tecnología tenga un impacto, ya sea de tipo económico o de mejora al sistema. Tratar de utilizar los recursos del productor y disminuir la dependencia de insumos fuera del rancho.
- En la generación de tecnología, debe considerarse la problemática detectada en los diagnósticos estáticos y dinámicos, así como la planteada por el productor con la finalidad de que la misma sea una alternativa viable.

- Utilizar las unidades empanzonantes en otras regiones y con diferente tipo de bovinos, con la finalidad de predecir su capacidad de ingestión y consumo voluntario aparente. Para adecuarlo a nuestras condiciones de producción.

- Se sugiere implementar una carga animal máxima de 10 animales/ha en condiciones similares, con base en los resultados obtenidos para las condiciones de Colima, con la utilización de pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), irrigado y fertilizado.

- La sugerencia del nivel nivel de suplementación a proporcionar, dependera de las condiciones del precio del mismo, precio de la leche y mercado disponible para venta del producto.

- Se recomienda mantener al mínimo el tiempo de estancia en un mismo potrero, no excediendo de cinco, los días de ocupación, considerando que al avanzar el tiempo de estancia el grado de defoliación aumenta, provocando disminución de la producción de leche. Esta recomendación se vincula forzosamente con el número de potreros a utilizar y por consiguiente con la economía del productor.

- Se hace necesario evidenciar el comportamiento productivo por tiempos mayores (al menos un ciclo). Así como el utilizar otras gramíneas tropicales que pueden mejorar la producción animal.

- Se propone que en la generación de propuestas tecnológicas, estas se realicen en una línea de baja utilización de insumos.

LITERATURA CITADA

- 1.- Allison, C.: Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. J. Range Manage. 38(4):305-311 (1985).
- 2.- Amaro, R; Hernández, R; Rodríguez, F y Zorrilla, J.: Respuesta al uso de concentrados en la producción de leche con vacas en pastoreo en clima tropical semiseco. Reunión de Investigación Pecuaria en México. pp. 18-20 (1984).
- 3.- AMFA.: Determinación de materia seca. Rev. Mex. Prod. Animal. 10:34-38 (1978).
- 4.- Añorve, J.: Programa para el incremento de la lechería familiar. FIRA, Banco de México. Boletín 18(171) (1985)
- 5.- Bahri, S., Bojanic, A., Cardenas, V., Salado, J., Slaats, J. y Rey, B.: Sistemas de Producción en la estructura ejidal. ICRA-Universidad de Colima. Colima, México. pp. 1-172 (1985)
- 6.- Barba, L; Cervants, N; Galina, M; Galomo, T; Guzmán, R; Lemus, J; Martínez, J; Palma, J.M; Rolon, C; Sanchez, S; Salado, J y Silva, E.: Diagnóstico agropecuario de los ejidos Chiapa-Ocotillo y Buenavista en el municipio de Cuauhtemoc, Colima. Avances en Investigación Agropecuaria. Universidad de Colima. pp. 72-84 (1988)
- 7.- Bines, J.: Consumo voluntario de alimentos. En Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. AGT EDITOR, México, D.F. pp. 21-37. (1983).
- 8.- Bourgeois, A.: Une application de la notion systeme. L'exploitation agricole. Agriscopie. 1:15-31 (1983)
- 9.- Brown, C; Chandler, P y Holter, B.: Development predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. J. Dairy Sci. 60:1739-1754 (1977).
- 10.- Calva, J.: Crisis Agrícola y Alimentaria en México 1982-1988. Fontamara. No. 54. México, D.F. (1988).
- 11.- Cervantes, N.: Typologie des systemes d'élevage bovin dans état de Colima. Memoria DES.USTL. Montpellier, Francia. (1984)
- 12.- Cervantes, N.: Etude de systems d'élevage bovins Laiter dans état de Colima. Memoria DES.USTL. Montpellier, Francia. (1985)
- 13.- Cervantes, N.: Fonctionnement des alavages bovins mixtes, en milieu tropical Mexicain (Etat de Colima). Tesis Doctoral. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Academie de Montpellier. (1988)

LITERATURA CITADA

- 1.- Allison, C.: Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. J. Range Manage. 38(4):305-311 (1985).
- 2.- Amaro, R; Hernández, R; Rodríguez, F y Zorrilla, J.: Respuesta al uso de concentrados en la producción de leche con vacas en pastoreo en clima tropical semiseco. Reunión de Investigación Pecuaria en México. pp. 18-20 (1984).
- 3.- AMPA.: Determinación de materia seca. Rev. Mex. Prod. Animal. 10:34-38 (1978).
- 4.- Añorve, J.: Programa para el incremento de la lechería familiar. FIRA, Banco de México. Boletín 18(171) (1985)
- 5.- Bahri, S., Bojanic, A., Cardenas, V., Salado, J., Slaats, J. y Rey, B.: Sistemas de Producción en la estructura ejidal. ICRA-Universidad de Colima. Colima, México. pp. 1-172 (1985)
- 6.- Barba, L; Cervants, N; Galina, M; Galomo, T; Guzmán, R; Lemus, J; Martínez, J; Palma, J.M; Rolon, C; Sanchez, S; Salado, J y Silva, E.: Diagnóstico agropecuario de los ejidos Chiapa-Ocotillo y Buenavista en el municipio de Cuauhtemoc, Colima. Avances en Investigación Agropecuaria. Universidad de Colima. pp. 72-84 (1988)
- 7.- Bines, J.: Consumo voluntario de alimentos. En Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. AGT EDITOR, México, D.F. pp. 21-37. (1983).
- 8.- Bourgeois, A.: Une application de la notion systeme. L'exploitation agricole. Agriscopie. 1:15-31 (1983)
- 9.- Brown, C; Chandler, P y Holter, B.: Development predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. J. Dairy Sci. 60:1739-1754 (1977).
- 10.- Calva, J.: Crisis Agrícola y Alimentaria en México 1982-1988. Fontamara. No. 54. México, D.F. (1988).
- 11.- Cervantes, N.: Typologie des systemes d'élevage bovin dans etat de Colima. Memorie DES.USTL. Montpellier, Francia. (1984)
- 12.- Cervantes, N.: Etude de systemes d'élevage bovins Laiter dans etat de Colima. Memorie DES.USTL. Montpellier, Francia. (1985)
- 13.- Cervantes, N.: Fonctionnement des elevages bovins mixtes, en milieu tropical Mexicain (Etat de Colima). Tesis Doctoral. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Academie de Montpellier. (1988)

- 25.- García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. (1973).
- 26.- García, R.: Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. En Los Pastos en Cuba. Tomo 2 Instituto de Ciencia Animal. pp. 247-298 (1983)
- 27.- García-López, R y García-Trujillo, R.: Uso de la suplementación para vacas lecheras. En Producción de leche a base de pastos tropicales. Ed. EDICA. pp 71-108 (1988).
- 28.- García-Trujillo, R. y Cáceres, O.: Nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo de los alimentos y el requerimiento y racionamiento de los rumiantes. Sección de Información Científico Técnica E.E.P.F. "Indio Huatey". Matanzas, Cuba. pp. 7-16 (1984)
- 29.- García-Trujillo, R y Cáceres, O.: Introducción de nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo de los forrajes tropicales. IV. Consumo. Pastos y Forrajes 8:449-470 (1985)
- 30.- Garza, A., de León, R. y Molina, I.: Avances de la investigación en producción de leche en pastoreo en el trópico de México. Reunión de Investigaciones Pecuarias en México. pp. 358-368 (1981)
- 31.- Gutiérrez, O.: Comparación de dos métodos intensivos de utilización de pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) en la producción de leche. Tesis Ms. Sc. I.I.C.A. Turrialba, Costa Rica (1974).
- 32.- Herrera, R; Bustamante, J y Chávez, A.: Valor nutricional de la dieta de vaquillas en pastoreo de praderas irrigadas en la costa central de Nayarit. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Tabasco, México. pp. 204-206 (1990)
- 33.- Hernández, D; Rosete, A y Robles, F.: Sistema de pastoreo rotacional para la producción de leche con (C. dactylon).II.Efecto del tiempo de estancia. Pastos y Forrajes 8:279-295 (1985).
- 34.- Hernández, V; Equiarte, V; Sosa, M y González, S.: Producción de leche con vacas holsteín en pastoreo. Resúmenes ALPA. La Habana, Cuba. pp. 103 (1988).
- 35.- INRA. Alimentation des Ruminants. Ed. INRA. Paris, Francia. pp. 177-206 (1978)
- 36.- INRA. Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins. Ed. INRA. Paris, Francia. pp. 29-54 (1988)
- 37.- Jara, L., Marín, G., Fernández-Baca, S., de Lucía, G. y Escobar, F.: Evaluación de la producción de leche de ganado bovino en pastoreo. VIII Congreso Nacional de Buiatría. pp.51-55 (1982)

38.- Jara, L., Marín, B., Valles, B., Fernández-Baca, S., de Lucía, G. y Escobar, F.: Evaluación de la producción de leche de ganado bovino en pastoreo. Reunión de Investigación Pecuaria en México. pp. 464-468 (1982)

39.- Jarrige, R; Demarquilly, C; Dulphy, J; Hoden, A; Robelin, J; Beranger, C; Geay, Y; Journet, M; Malterre, D y Petit, M.: The INRA "fill unit" system for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants : A review. J. Anim Sci. 63:1737-1758 (1986)

40.- Jaubert, R. y Galina, M.: Utilización del procedimiento sistémico en el marco de una unidad de investigación aplicada tradicional: el caso del departamento de sistemas de producción del Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario de la Universidad de Colima. Memorias Seminario Internacional en Sistemas de Producción Agropecuarios. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. pp. 61-72 (1987)

41.- Juarez, F; Galaviz, R; Serrano, R; López, R; Ibarra, H; García, E; Gil, L; Pérez, O; Paredes, N. y Barrera, E.: Producción de leche con vacas suizo pardo en pastoreo en clima subtropical húmedo. VIII Congreso Nacional de Buiatría. pp. 69-72 (1982).

42.- Landis, E. y Lhoste, Ph.: Concepts et methods pour l'analyse du fonctionnement des systemes d'élevage. Communication au seminaire CIRAD d'économie et sociologie rurale. Groupe Méthodes et concepts Montpellier. Montpellier, Francia. (1987).

43.- Lascano, C y Quiroz, R.: Metodología para medir consumo bajo pastoreo. En Nutrición de Rumiantes. Guía metodológica de investigación. ALPA y RISPAL. San José, Costa Rica. pp 149-157 (1990).

44.- Leaver, D.: Milk production from grazed temperate grassland. J. Dairy Research. 52:313-344 (1985).

45.- Lhoste, Ph.: Le diagnostic sur le systeme d'élevage. Cah. Rech. Dev. 3-4:84-88 (1984)

46.- Manual sobre ganado lechero. 1er Curso de actualización sobre ganado lechero. México, D.F. (1978).

47.- Meijs, J.: Factors affecting the herbage intake of grazing cattle. In Herbage intake by grazing dairy cows. Agricultural Research 909. Pudoc Wageningen. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. pp. 43-72 (1981).

48.- Meléndez, F; González, J y Pérez, J.: El pasto estrella africana. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Boletín CA-7 (1980)

- 49.- Menjon, P. y D'Orgeval, R.: Entre atelier et filiere, le systeme d'elevage. Agroscope. 1:42 (1983)
- 50.- Mertens, D.: Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. J. Anim. Sci. 64:1548-1558 (1987).
- 51.- MIDIA.: Producción de leche en el trópico americano. Tecnología Avipecuaria. 1(8):32-36 (1988)
- 52.- Muench, P., Romero, J., Ramírez, C., Hernández, C., Cobarruvias, I., Sánchez, V., García, L. y Santoyo, V.: La producción agrícola en el estado de Colima. Universidad Autonoma de Chapingo, México. (1985).
- 53.- Nochebuena, G.: Efecto de la presión de pastoreo en una pradera de zacate elefante (Pennisetum purpureum) sobre la producción de leche. Tesis de licenciatura. FMVZ-UNAM. Mexico (1983).
- 54.- Novoa, A.: Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp. 83-105 (1984).
- 55.-NRC.: Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth edition. National Academy Press. Washington, D.C. U.S.A. (1988).
- 56.- Paladines, O.: Sistemas de producción ganadera en el trópico de América. IV Conferencia Mundial de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. pp. 49-72 (1978).
- 57.- Palma, J.M; Galina, M; Silva, E y Rodríguez, J.: Niveles de suplementación en animales lecheros alimentados con pasto estrella africana o ensilado de maíz en el trópico seco mexicano. XII Reunión del ALPA, Campinas, SP. Brasil pp 59 (1990).
- 58.- Peraza, C.: Nutrición de la cabra lechera en agostaderos semiaridos. Memorias AMENA. Morelos, México. pp 87-121 (1987).
- 59.- Perez-Infante, F.: Posibilidades de los pastos en el trópico. Rev. Cub. Cienc. Agrí. 11:119-136 (1977).
- 60.- Pezo, D.: El pasto como base de la producción bovina. En Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie materiales de enseñanza No. 15:87-109 (1982).
- 61.- Pezo, D.: Medición de las tasas de degradación ruminal en alimentos. En Nutrición de Rumiantes. Guía metodológica de investigación. ALPA y RISPAL. San José, Costa Rica. pp 115-126 (1990).

- 62.- Portugal, A. y Garza, R.: Producción láctea de vacas criollas encastadas con cebú con pastoreo en el trópico subhúmedo. Tec. Pec. Mex. pp. 31-37 (1981)
- 63.- Portugal, A., Garza, R., de León, R. e Molina, I.: Explotación en pastoreo de ganado productor de leche en clima tropical. Reunión de Investigación Pecuaria en México. pp. 45-49 (1978)
- 64.- Rocha, W. y Cubillos, G.: Comportamiento de la pradera en un sistema de producción de leche. ALPA. 14:95 (1979)
- 65.- Rodríguez, J.: Diagnóstico dinámico de un hato de vacas lecheras en el trópico seco. Tesis Licenciatura. FMVZ-Universidad de Guadalajara. (1989)
- 66.- Rodríguez, C., Eguarte, J., Hernández, R. y Amaro, R.: Evaluación de la producción de leche en pastoreo de zacate estrella en la región sur de Jalisco. X Congreso Nacional de Buiatría. pp. 89-93 (1984)
- 67.- Román-Ponce, H.: Respuestas fisiológicas y hormonales de vacas lecheras con y sin sombra durante el verano en clima subtropical. X Congreso Mundial de Buiatría. México. pp. 672-675 (1978).
- 68.- Roma-Poche, H.: Posibilidades de aumentar la producción de leche en los ranchos con sistemas tradicionales en el trópico. Memorias VIII Congreso Nacional de Buiatría. pp 56-58 (1982).
- 69.- Román-Ponce, H., Barradas, H y Rodríguez, F.: Resultados de investigación en alimentación de ganado productor de leche en el trópico. Reunión de Investigación Pecuaria en México. pp. 50-62 (1978)
- 70.- Ruiz, J.: Estado actual y consumo de leche de vaca en México. Tesis Licenciatura. FESC-UNAM. México. (1982)
- 71.- Ruiz, M.: Suplementación de vacas lecheras en pastoreo. En Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie materiales de enseñanza No. 15:110-143 (1982).
- 72.- Ruiz, M.: El enfoque de sistemas en la investigación pecuaria y su metodología en América Latina. En Ciencias Sociales y Enfoque de Sistemas Agropecuarios, RISPAL. pp. 9-35 (1989).
- 73.- Ruiz, M.: Desarrollo de sistemas de alimentación. Marco conceptual. En Nutrición de Rumiantes, Guía Metodológica de Investigación. Ed. IICA-RISPAL. pp. 249-258 (1990).

74.- Ruiz, R y Menchaca, M.: Modelado matemático del consumo voluntario en ruminantes. 2. Principios y método para estimar el consumo potencial de materia seca de los pastos y forrajes. Rev. Cubana Cienc. Agric. 24:51-59 (1990).

75.- Ruiz, R y Vázquez, C.: Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. En los Pastos en Cuba, Tomo II Utilización. pp. 117-186 (1983).

76.- SARH.: El estado de Colima satisface los requerimientos de producción agropecuaria. Síntesis-SARH Colima. (1988)

77.- SARH-INEA.: Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el cultivo del forraje e zonas tropicales y subtropicales. SARH, México. pp. 5 (1985)

78.- Senra, A; Hardy, C y Muñoz, E.: Manejo de pastizales para la producción de leche y conservación de excedentes. Rev. Cubana Cienc. Agric. 15:233-250 (1981)

79.- SEP.: Guía de planeación y control de las actividades pecuarias. Secretaría de Educación Pública y Fondo de Cultura Económica. México D.F. pp. 18-42 (1980)

80.- Silva, E; Galina, M y Palma, J.: Relación entre peso y eficiencia reproductiva en bovinos en el trópico. XI Reunión ALPA. la Habana, Cuba. RE57:135-136 (1988)

81.- Sosa, R., Hernández, V., Eguarte, J., Gonzalez, S y Sepulveda, S.: Manejo intensivo del pasto estrella de africa en la producción de leche. Reunión de Investigación Pecuaria. México. pp.215-216 (1987)

82.- Stobbs, T.: Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grasslands. (2):141-150 (1975)

83.- Stobbs, T. y Thompson, P.: Producción de leche en praderas tropicales. Revista Mundial de Zootecnia. 13:27-31 (1975)

84.- Stobbs, T.: Milk production per cow and per hectare from tropical pastures (Milk production from tropical pastures). Seminario Internacional de Ganadería Tropical: Producción de forrajes, F.I.R.A. Banco de México, S.A. Acapulco, Gro., México. pp. 129-146 (1976).

85.- Tejada, I.: Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato de Apoyo a la Investigación Pecuaria en México. México, D.F. (1985).

86.- Thurbon, P., Chambers, G., Sibbick, R. y Stokoe, J.: Progress report on milk production from cows grazing irrigated, fertilized *Digitaria decumbens* as influenced by stocking rate and a molasses/biuret supplement. In Proc. 3rd Wld. Cong. Anim. Prod. Melbourne 2(b):12-14 (1973)

87.- Soest, P. Van.: Comparasion of two different equations for prediction of digestibility from cell contents, cell-wall constituents and lignin content of acid -detergent fiber. J.Dairy Sci. 48:815-817 (1965).

88.- Villegas, L. y Ruiz, M.: Suplementación de vacas lecheras en pastoreo con banano verde. ALPA. 14:32 (1979)

89.- Whiteman, P.: Tropical Pasture Science. Oxford University Press. pp. 276-352 (1980)

90.- Xandé, A. y García-Trujillo, R.: Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux de la Zona Caraibe. INRA, Antilles Guyane. pp. 3-51 (1985)

Cuadro 1. Capacidad de ingestión y consumo voluntario aparente en vacas Holstein.

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

grupo de alimentación	C.I. kg	C.V.A. Total (Kg)	C.V.A. 100 kg P.V.	C.V.A. en g por kg P.M.
Grupo 1	12.7	11.7	2.89	129
Grupo 2	12.8	11.8	2.90	131
Grupo 3	13.4	12.8	2.90	132
Grupo 4	13.3	12.4	2.88	131
Grupo 5	12.6	11.0	2.69	121
promedio/hato	12.9	11.9	2.85	129

Grupo 1 = 10 vacas/250 g de suplemento
 Grupo 2 = 15 vacas/250 g de suplemento
 Grupo 3 = 10 vacas/350 g de suplemento
 Grupo 4 = 15 vacas/350 g de suplemento
 Grupo 5 = ensilado de maíz/350 g de suplemento

C.I. = Capacidad de Ingestión
 C.V.A. = Consumo Voluntario Aparente
 P.V. = Peso Vivo
 P.M. = Peso Metabólico

Cuadro 2. Consumo voluntario aparente y su relación entre suplemento/forraje para el ganado productor de leche.

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

grupo de alimentación	C.V.A. total (kg)	Suplem. (kg)	Forraje (kg)	Suplem. (%)	Forraje (%)
Grupo 1	11.7	1.9	9.8	17	83
Grupo 2	11.8	1.8	10.0	15	85
Grupo 3	12.8	4.5	8.1	36	64
Grupo 4	12.4	3.2	9.2	26	74
Grupo 5	11.0	2.3	8.7	21	79
promedio/hato	11.9	2.7	9.2	23	77

Grupo 1 = 10 vacas/250 g de suplemento
Grupo 2 = 15 vacas/250 g de suplemento
Grupo 3 = 10 vacas/350 g de suplemento
Grupo 4 = 15 vacas/350 g de suplemento
Grupo 5 = ensilado de maíz/350 g de suplemento

C.V.A. = Consumo Voluntario Aparente
Suplem. = Suplemento

Cuadro 3. Peso vivo, producción de leche, necesidades de energía, proteína y aporte de estos nutrientes por el suplemento y el forraje para el ganado productor de leche.

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Peso Vivo	406	405	437	431	409
Prod. leche	7.8	7.0	12.9	8.9	6.7
E.M.T. Mcal/Kg M.S.	23.18	22.07	28.78	24.97	21.70
E.M.S. Mcal/Kg M.S.	6.03	5.52	14.03	9.85	7.77
E.M.F. Mcal/Kg M.S.	17.15	16.55	14.76	15.13	13.93
g PD Total	824	767	1117	893	736
g P.D.S	243	222	566	386	293
g P.D.F	581	544	551	386	443

Grupo 1 = 10 vacas/250 g de suplemento
 Grupo 2 = 15 vacas/250 g de suplemento
 Grupo 3 = 10 vacas/350 g de suplemento
 Grupo 4 = 15 vacas/350 g de suplemento
 Grupo 5 = ensilado de maíz/350 g de suplemento
 E.M.T. = Energía Metabolizable Total
 E.M.S. = Energía Metabolizable del Suplemento
 E.M.F. = Energía Metabolizable del Forraje
 P.D.T. = Proteína Digestible Total
 P.D.S. = Proteína Digestible del Suplemento
 P.D.F. = Proteína Digestible del Forraje

Cuadro 4. Producción de Materia Húmeda y Materia Seca en Kg y en porcentaje, del pasto estrella africana por grupo de carga animal.

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

Carga Alta*	Materia Fresca		Materia Seca		Carga Baja**	Materia Fresca		Materia Seca	
	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)		(Kg)	(%)	(Kg)	(%)
I-1	11616	100	2870	100	I-1	8496	100	2190	100
I-4	8224	71	2277	79	I-4	9616	113	2427	111
I-7	11248	97	2411	84	I-7	10816	127	3001	137
II-2	8240	100	2181	100	II-2	7120	100	2095	100
II-5	7328	89	2540	116	II-5	8576	120	2695	129
II-8	7952	97	1796	82	II-8	9008	127	2738	131
III-3	9104	100	2252	100	III-3	8256	100	2178	100
III-6	8880	98	2834	126	III-6	9296	113	3066	141
III-6	8880	98	2834	126	III-6	9296	113	3066	141

** Carga Animal Baja = 10 animales/ha
 No. Romano = número de potrero utilizado
 No. Arábigo = número de periodo de pastoreo

Cuadro 5. Estimación de la calidad del pasto estrella y del ensilado de maíz mediante AQP.

Epoca	Carga	M.S.	P.C.	Ceniz	E.E.	F.C.	E.L.N.	E.M.
	Animal	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Mcal
inicio	alta	24.3	10.1	7.9	1.3	32.5	48.1	1.84
	baja	26.3	9.8	8.2	1.5	31.6	48.8	1.85
5 días	alta	31.8	9.0	7.5	1.19	31.4	50.91	1.86
	baja	31.8	8.3	7.3	1.27	33.2	49.93	1.85
10 días	alta	25.4	9.8	8.1	1.28	31.3	49.52	1.85
	baja	27.6	9.9	7.6	1.47	30.8	50.23	1.87
ensilado maíz		21.8	5.7	5.4	0.9	31.6	56.4	1.91

- AQP. = Análisis Químico Proximal
 M.S. = Materia Saca
 P.C. = Proteína Cruda
 Ceniz. = Ceniza
 E.E. = Extracto Etereo
 F.C. = Fibra Cruda
 E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno
 E.M. = Energía Metabolizable Mcal/Kg M.S.

Cuadro 6. Resultados de técnica de Van Soest y estimación de la digestibilidad de la materia seca a partir de los resultados de esta técnica

Epoca	Carga	FND	CC	FAD	Lign.	Celul.	Hemic.	Digest.
	Animal	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	M.S. (%)
inicio	alta	70.27	29.72	48.8	13.1	33.21	21.46	46.26
	baja	68.44	31.43	48.48	11.84	33.09	19.96	50.08
5 días	alta	71.45	28.55	50.56	13.41	33.37	20.89	46.00
	baja	72.76	27.24	51.93	14.89	34.97	20.83	42.90
10 días	alta	70.10	29.90	52.33	15.73	32.26	17.77	43.06
	baja	70.48	29.52	46.37	12.75	30.72	24.11	45.47
ensilado maíz		65.24	34.76	48.12	4.83	31.51	17.12	63.68

FND = Fibra Neutro Detergente
 CC = Contenido Celular
 FAD = Fibra Acido Detergente
 Lign. = Lignina
 Celul. = Celulosa
 Hemic. = Hemicelulosa
 Digest. M.S. = Digestibilidad de la materia seca estimada

Cuadro 7. Variaciones de peso vivo y producción de leche del ganado Holstein en pastoreo.

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

Grupo	Peso Vivo (Kg)	Leche vaca/día	Leche ha/90 días
1	406	7.8	3,510
2	405	7.0	4,410
3	437	12.9	5,805
4	431	8.9	6,408
media/hato	423	9.1	
C.V.	3.17	5.9	

Grupo 1 = 10 vacas/250 g de suplemento
Grupo 2 = 15 vacas/250 g de suplemento
Grupo 3 = 10 vacas/350 g de suplemento
Grupo 4 = 15 vacas/350 g de suplemento
C.V. = Coeficiente de Variación

Cuadro 8. Comparación Múltiple de Medias para la producción de leche utilizando la prueba de Tukey

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

Grupo	media	*
5	6.7	a
2	7.0	a
1	7.7	b
4	8.9	c
3	12.9	d

Grupo 1 = 10 vacas/250 g de suplemento
Grupo 2 = 15 vacas/250 g de suplemento
Grupo 3 = 10 vacas/350 g de suplemento
Grupo 4 = 15 vacas/350 g de suplemento
Grupo 5 = ensilado de maíz/350 g de suplemento

* literales diferentes significa diferencia entre medias

Cuadro 9. Diseño factorial 2*2 para el análisis estadístico de la producción de leche con base en pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y ganado holstein en el trópico seco. Dos niveles de suplementación y dos niveles de carga animal. Tabla de Medias y errores estandar.

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

		A Suplementación			
		A 1	A 2	efec secun.	efec. prin.
B	B1	7.7	12.9	5.23	3.56
Carga Animal	B2	7.0	8.9	1.9	± 0.19
efecto secun.		- 0.7	- 4.03		
efecto prin.		- 2.36 ± 0.19			
A*B Interac.		- 1.66 ± 0.19			

A1/B1 = 10 vacas/250 g de suplemento
 A1/B2 = 15 vacas/250 g de suplemento
 A2/B1 = 10 vacas/350 g de suplemento
 A2/B2 = 15 vacas/350 g de suplemento

efec. secun. = efecto secundario
 efec. princ. = efecto principal
 Interac. = Interacción

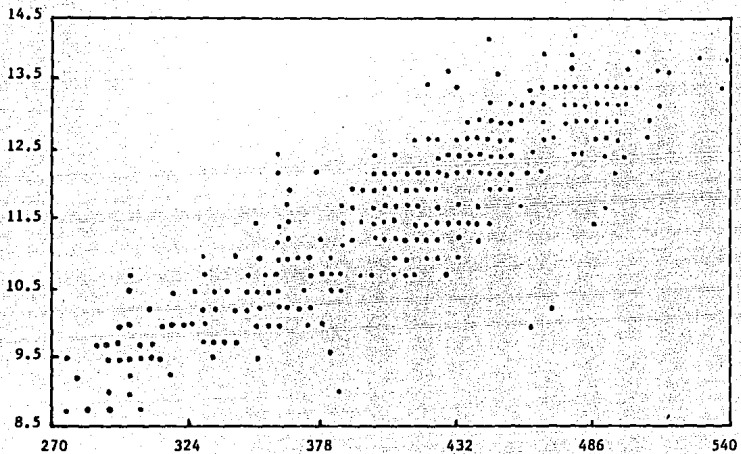
Cuadro 10. Días de máxima producción de leche en pastoreo para el ganado Holstein.

Centro Agropecuario de la Universidad de Colima (1989-1990)

día de pastoreo	obs/grupo	porcentaje
2	4	11
3	4	11
4	15	42
5	8	22
6	3	8
7	1	3
8	1	3

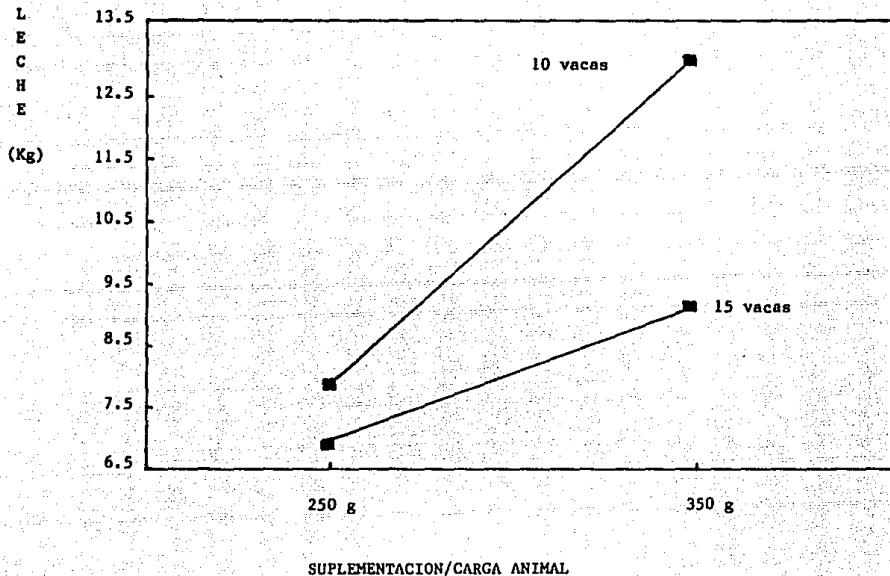
GRAFICA 1. REGRESION LINEAL SIMPLE ENTRE CONSUMO
VOLUNTARIO APARENTE (CVA) Y PESO DEL ANIMAL.

CVA

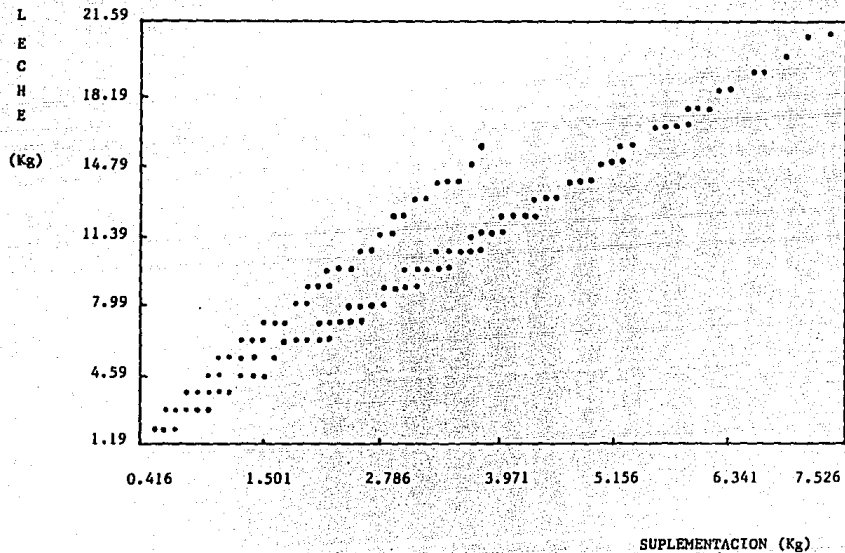


PESO

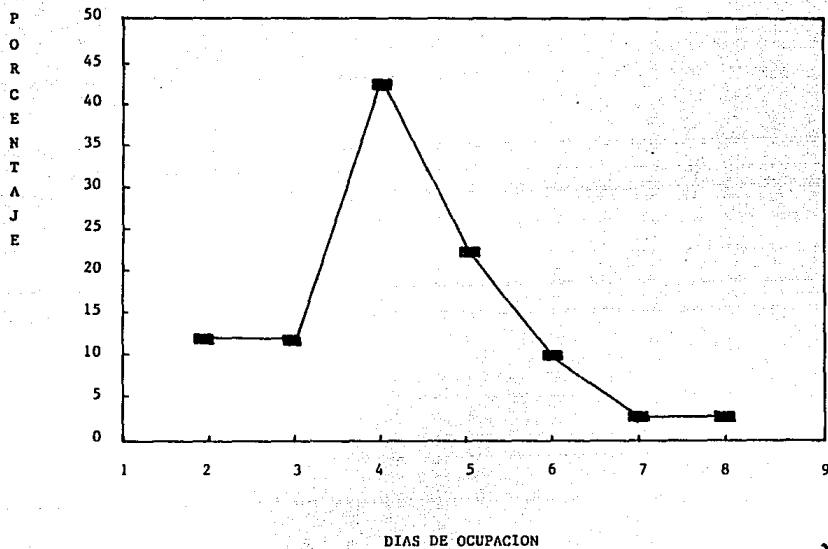
GRAFICA 2. EFECTO DE INTERACCION ENTRE
SUPLEMENTACION/CARGA ANIMAL



GRAFICA 3. REGRESION LINEAL MULTIPLE
PARA LA PRODUCCION DE LECHE



GRAFICA 4. DIAS DE MAXIMA PRODUCCION
DE LECHE EN PASTOREO.



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA