

2
20



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**EVALUACION DEL CONSUMO VOLUNTARIO APARENTE EN
OVINOS MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACION.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE :

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

ENOC IGNACIO ALONSO GONZALEZ

ASESOR: DR. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO.
MVZ MAGDALENA GUERRERO CRUZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1994



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN, N. A. M.
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAMES KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodriguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Evaluación del consumo voluntario aparente en ovinos mediante

un modelo de simulación."

que presenta el pasante: Enoc Ignacio Alonso González
con número de cuenta: 7001672-9 para obtener el TITULO de:
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR NI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuahtitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 27 de octubre de 1993

PRESIDENTE Ph.D. Miguel Angel Galina Hidalgo

VOCAL MVZ. Benito López Baños

SECRETARIO MVZ. Jesús Guevara Vivero

PRIMER SUPLENTE MC. Patricia García Rojas Montiel

SEGUNDO SUPLENTE MC. Wilson Medina Barrera

Agradecimientos:

A mi Madre:

Que con su cariño, paciencia y apoyo fue posible esta meta .

A la memoria de mi Padre:

Donde quiera que se, gracias.

A Oly:

Mi fiel compañera y esposa que siempre me ha apoyado en todos los problemas.

A mis queridos hermanos:

Vicente

Pepe

Eric

Jorge

German

Tita

un especial agradecimiento a mi asesor de tesis Miguel Angel Dalina Hidalgo por su valiosa ayuda que me brindó para realizar el presente trabajo, ya que sin su colaboración y apoyo no hubiera sido posible realizarlo.

Gracias Dr. Dalina

Doctora Magdalena Guerrero Cruz. Muchas gracias por la ayuda que me dio, para realizar esta tesis, ya que en muchos tramites a realizar; fueron posibles por su colaboración.

INDICE

Introducción.....	2
Revisión de la Bibliografía.....	3
Objetivos.....	15
Material y Métodos.....	16
Resultados.....	21
Discusión.....	23
Conclusiones.....	25
Bibliografía.....	26

Introducción

Previamente ha sido discutida la teoría de las unidades empanzonantes (de llenado), como una herramienta para calcular el consumo voluntario aparente en los rumiantes. Asimismo se ha desarrollado un programa de alimentación en rumiantes que permita calcular este parámetro en base primordialmente a los cambios mensuales en el peso vivo y el estado fisiológico, variables que pueden ser capturadas con los productores (Galina, 1987).

Para ello se desarrolló en rumiantes con la ayuda de una computadora personal un modelo de simulación que toma en consideración estas variables y a partir de estos datos calcular el consumo voluntario aparente (CVA). El objetivo fundamental del programa es determinar el CVA y las necesidades de nutrientes para los diferentes sistemas de producción y niveles de productividad durante todo el año. Las variables básicas que se midieron fueron el peso vivo y sus cambios mensualmente, el estado fisiológico, el tipo de manejo, el fin zootécnico por parte del animal, y la unidad empanzonante del forraje, la cantidad de materia seca en kilogramos y la calidad del concentrado por el alimento (Galina et al, 1990b), todo ello comparado con el consumo probable en base a ecuaciones de regresión para determinar el CVA en pastoreo y la energía total sugerida por el INRA para los diferentes niveles de producción (INRA, 1988).

Revisión de la Bibliografía:

En los últimos años una serie de investigadores franceses han estudiado los principios fisiológicos de la capacidad de ingestión de los rumiantes, y desarrollado un sistema de evaluación denominado "unidad empanzonante" (unite d'encombrement) utilizada ya por varios años en bovinos y ovinos. Sin embargo sólo recientemente se ha aplicado en Latinoamérica, habiendo sido utilizado durante los últimos años con forrajes de muy buena calidad, es decir digestibles y energéticos, con un aporte mínimo de concentrado sin que la producción y la fertilidad se vean afectados, este último sistema se ha desarrollado en Francia y en los países escandinavos, habiendo sido utilizado durante los últimos tres años por un grupo de investigadores mexicanos, (Echavez, 1987; Galina *et al*, 1989;1991; INRA, 1988).

Regulación del consumo voluntario en rumiantes.

Las dietas de los rumiantes en pastoreo son en su mayoría de tipo voluminoso, con alto índice de fibra y relativamente bajo de energía digestible, lo que señala la importancia del efecto físico de distensión del tracto digestivo en limitar el consumo voluntario (INRA, 1981)

Las variaciones en el consumo de alimentos es el factor más importante en la determinación del nivel y la eficiencia en la producción de los rumiantes. Según el Instituto Francés de Investigaciones Agrícolas cuatro son los factores fundamentales en nutrición a considerar, siendo estos: las necesidades del animal, los contenidos de nutrientes del forraje, la digestibilidad del alimento y la cantidad que se consume (INRA, 1981).

Consumo de alimentos.

Los animales comen y beben para cubrir sus necesidades y lograr un estado de saciedad. El hambre y la sed son los estados fisiológicos que corresponden a la percepción del estado de necesidad y que desencadenan las actividades alimenticias (búsqueda, elección e ingestión de alimentos y agua). La saciedad es una sensación que corresponde, en principio a la desaparición del estado de necesidad que origina el consumo (INRA, 1981).

El control del consumo de alimentos puede estar considerado como un mecanismo homeostático del balance energético. El equilibrio energético está determinado por la diferencia entre la ingestión de energía con el alimento y la salida de la misma en forma de heces, orina, metano, además del incremento calórico más la energía utilizada para el mantenimiento, producción de leche, reproducción y actividad física. Existe la tendencia en los animales adultos de mantener un equilibrio energético igual a cero, es decir un peso corporal constante durante periodos de tiempo bastante prolongados a pesar de las variaciones en el consumo de energía. En forma semejante los animales jóvenes tienden a crecer a una velocidad uniforme. Tanto los animales en crecimiento como los adultos, mantienen un equilibrio energético a pesar de la variación marcada en la actividad física y en el gasto energético, lo que indica que el animal es capaz de ajustar el consumo de energía a través del consumo de alimentos (INRA, 1981).

Control nervioso del consumo de alimentos

El control del balance de energía y especialmente el consumo de alimentos esta íntimamente relacionado con la función del sistema nervioso central, siendo el hipotálamo, localizado en el diencéfalo la región que controla la ingestión de alimentos en forma directa. El hipotálamo interviene directamente en la regulación del consumo de alimentos y del equilibrio energético. En el se localizan dos centros implicados en el control del consumo de alimentos: a) centro del apetito (áreas laterales) y b) centro de la saciedad (áreas ventromediales). Un cambio en el equilibrio energético de un animal origina una señal de retroalimentación que se integra en forma última por el hipotálamo. Existen receptores periféricos que emiten señales ya sea por la distensión o llenado del tracto digestivo o relacionadas con el metabolismo, que pueden clasificarse en quimiostáticas o termostáticas. Estos receptores periféricos son del tipo de los mecanorreceptores localizados en los compartimentos pregástricos, estómago e intestino, en particular los mecanorreceptores ruminales son también quimiosensitivos (INRA, 1981).

Regulación del balance de energía

Los rumiantes procuran ajustar el consumo de energía a sus necesidades, pero este ajuste esta generalmente limitado, retardado o impedido por las particularidades de su régimen alimenticio, de su aparato digestivo y de sus actividades alimenticias, sobre todo cuando se trata de raciones compuestas o exclusivamente por forrajes, (INRA, 1981).

Se ha mencionado que el consumo de alimentos es el factor más importante que determina la cantidad de energía por los rumiantes. Una reciente revisión de los trabajos de Montgomery y Baumgardt, efectuada por el INRA francés (1981) en la cual propusieron un modelo donde describen la interrelación del consumo de materia seca, energía y el valor nutritivo de la ración, utilizando raciones pobres en "valor nutritivo" (debido a su escasa digestibilidad y volumen excesivo) el consumo de energía fue en poca cuantía, por el efecto de la distensión del tracto digestivo e inhibición del consumo antes de satisfacer la demanda energética. Al incrementar el valor nutritivo de la ración, aumenta el consumo de alimentos y de energía hasta que el consumo de energía alcanza el punto establecido por la demanda fisiológica del animal. Aumentos posteriores del valor nutritivo de la ración van acompañados por una disminución en el consumo de alimentos en una cantidad que permita mantener aproximadamente estable el consumo de energía. Otro grupo de investigadores describen el control del consumo de alimentos por tiempo de acción en dos niveles; a corto y largo plazo. En donde al ser digeridos, absorbidos y metabolizados los nutrientes se efectúan un control a corto plazo, determinado por la distensión ruminoreticular, concentración de ácidos grasos volátiles, acetato en el rumen, propionato en vena ruminal e hígado y también de tipo hormonal. El control a largo plazo se determina por el estado fisiológico, lactación, medio ambiente, nivel productivo y demanda total de energía. El hígado también regula el metabolismo energético a corto plazo, por la acción del propionato que es el metabolito precursor de la glucosa, teniendo un efecto depresor sobre el consumo (INRA, 1981, 1988).

Los mecanismos propuestos han tratado de explicar el consumo de alimentos por el predominio de acción de un agente en particular, de ahí se derivan las siguientes hipótesis de regulación del consumo: a) Quimiostática, b) Termostática y c) Física discutidas recientemente (Galina y Palma, 1991; Palma y Galina, 1991).

Control quimiostático del consumo.

Se ha observado que en rumiantes no se aplica la teoría glucostática del control del consumo de alimentos, debido a que los niveles de glucosa en sangre tienen poca o ninguna relación con el consumo. Los niveles de insulina se relacionan con la influencia del nivel energético de la dieta en rumiantes o no rumiantes, de la cantidad de alimento consumido o de ambas. El lactato es un metabolito que a nivel de duodeno activa receptores que inhiben el consumo (Galina y Palma, 1991; Palma y Galina, 1991).

Existe evidencia que indica que los ácidos grasos volátiles actúan regulando el consumo. Altos niveles de acetato en el rumen inhiben el consumo de alimentos. El propionato tiene el mismo papel que el acetato pero sus receptores se encuentran en la pared de las venas ruminales y rumen. El butirato tiene un mínimo efecto sobre el consumo de alimentos (INRA, 1981, 1988).

Control lipolítico del consumo de alimentos

La hipótesis lipostática sobre el control del consumo de alimentos sugiere que la cantidad de tejido adiposo corporal puede servir para aumentar o disminuir el consumo de alimentos a medida que disminuye o aumenta la cantidad de grasa corporal. Se ha propuesto que una señal de saciedad después de comer, se asocia con la lipogénesis (o insulina) y que una señal posterior como la lipólisis (hormona del crecimiento, epinefrina, norepinefrina y cortisol) provoca el consumo de alimentos, aunque las investigaciones en la literatura sobre el papel de los lípidos en el control del consumo de alimentos son controvertidas. A esta discusión se agrega un efecto indirecto, considerándose que un exceso de tejido graso en la cavidad abdominal reduzca el espacio ocupado por el rumen durante la alimentación (INRA, 1981, 1988).

Otros estudios señalan que la actividad realizada por las hormonas en la regulación del consumo de alimentos, se ve relacionada con la movilización de los lípidos. La lipogénesis depende de una relación de niveles altos de insulina-hormona del crecimiento, donde relaciones bajas de este binomio hormonal estimula la lipólisis (INRA, 1981).

En rumiantes dosis muy bajas de estrógenos como los usados como promotores del crecimiento estimulan el consumo marcadamente, pero altas dosis deprimen esta actividad. Los anabólicos esteroidales y estrógenos sintéticos, estimulan directamente el crecimiento y se observa un incremento en el consumo de alimentos, como una respuesta al aumento de las necesidades energéticas como factor primario a la respuesta del crecimiento (INRA, 1981, 1988).

Control termostático del consumo.

Los rumiantes responden de manera similar que los animales de digestión simple a los efectos de la temperatura ambiental. Exposiciones prolongadas al calor deprimen y situaciones continuas al frío aumentan al consumo de alimentos. Considerando los datos relativos a la especie, se produce un descenso gradual en el consumo cuando la temperatura ambiental se aproxima a los 32°C, y un descenso más intenso cuando la temperatura ambiental se acerca a los 40°C. De acuerdo a esta teoría el incremento calórico se produce por tres vías: a) acción dinámica específica (ADE), b) incremento en la tasa metabólica como una función del nivel de alimentación y c) incremento en la

misma tasa como una función del peso corporal. La primera se relaciona con un control a corto plazo y las dos restantes están relacionadas con el balance de energía, (INRA, 1981).

Las grasas y las proteínas tienen un efecto menor que el acetato el cual tiene efecto marcado sobre el consumo y un mayor incremento térmico. Se ha considerado que el calor generado en la fermentación no tiene un efecto significativo en el control del consumo de alimento, sin embargo existe una relación entre la temperatura de la piel y el consumo de alimentos, ligados a través de los mecanismos sensitivos periféricos de temperatura (INRA, 1981, 1988).

Control físico del consumo.

En los rumiantes en pastoreo, donde el principal componente de la dieta son los forrajes, el efecto físico de distensión del tracto digestivo limita el consumo voluntario, determinado por sus características de volumen y tenor de fibra, así como por su bajo contenido en energía. Por ello el consumo de alimentos está limitado por condiciones físicas dentro del tracto digestivo, en donde los factores como llenado del retículo-rumen, tasa de digestión y tasa de pasaje son los mecanismos implicados en esta regulación. La tasa de desaparición de la digesta del retículo-rumen depende en forma primaria de la tasa de digestión, que a su vez, se relaciona con la composición física y química del alimento consumido. Los alimentos fibrosos tienen una menor digestibilidad, con un bajo nivel de ruptura, por lo tanto, van a tener un bajo nivel de paso. La demora del paso del alimento, debido a la tasa de ruptura de la digesta en el rumen se ve influenciada por los siguientes procesos: a) digestión microbiana, b) desintegración mecánica y c) mecanismo de propulsión que acarrea la digesta a través del intestino. Varios procesos fisiológicos como el crecimiento, gestación, lactación, la demanda de nutrientes por el animal, así como el excesivo depósito de grasa en cavidad abdominal pueden modificar la capacidad del retículo-rumen y posiblemente de los factores responsables de la ruptura y remoción de la digesta del rumen. La distensión del retículo-rumen es un mecanismo de control a largo plazo, regulando el consumo día con día, pero es posible que se integre un control físico a largo plazo con el balance de energía en animales adultos. Por ejemplo, los cambios de estado fisiológico debido a la lactación, pueden modificar su capacidad de retículo-rumen y esto provee condiciones para provocar variaciones en el consumo asociado a la lactación (INRA, 1981, 1988).

Con la ingestión de forrajes los factores físicos se activan para limitar el consumo, emitiendo una señal que controla el apetito, siendo esta la distensión del retículo-rumen, a través de sus receptores específicos de distensión, que al ser estimulados vía nervio vago transmiten señales al hipotálamo y se inhibe el consumo. A diferencia del efecto que se presenta con dietas ricas en concentrados donde las señales quimiostáticas tienen un mayor papel (INRA, 1988).

Se ha observado así mismo que existe una relación entre la digestibilidad de la materia seca con el consumo de alimentos, se determinó, que en raciones cuya digestibilidad variaba entre 52 y 66% , el aumento de la digestibilidad de la ración, marcaba asimismo, un aumento en el consumo de alimentos, hasta un cierto límite. Mientras que aquellas raciones cuya digestibilidad oscilaba entre el 67 y 80% el consumo decrecía al mejorarse el índice de digestión. Se mostraban como limitantes, en el primer caso, el peso vivo del animal y la cantidad de materia seca indigestible del alimento y en las raciones de mayor calidad el consumo fue regulado por el peso metabólico, la producción y la propia digestibilidad de la ración (Conrad, 1964). En estas condiciones el consumo depende por lo tanto del volumen estructural y el contenido de pared celular en las

dietas. La relación entre el tenor de agua del forraje y el consumo, puede ser una función del volumen estructural, si el agua de la planta esta contenida en la pared celular. La adición de agua por si misma, al rumen, tiene poco efecto sobre el consumo porque ésta es rápidamente absorbida y removida. Sin embargo la retención del agua por efecto de esponja de los componentes estructurales del forraje ingerido puede tener un efecto inhibitorio sobre el consumo (Van Soest, 1982). Asimismo, se ha demostrado un control fisico en el consumo de forrajes o pajas que tiene contenidos de proteína por abajo del 10% , el consumo voluntario aparente (CVA) es limitado por la capacidad del reticulo-rumen y la tasa de desaparición de la digesta de este órgano, el cual aumenta cuando se mejora el nivel de nitrógeno, ya sea con proteína verdadera o nitrógeno no proteico (Allison, 1985). El cubrir las necesidades energéticas por medio de la alimentación implica una serie de procesos metabólicos y fisiológicos en relación al inicio y terminación del consumo de alimentos (Forbes, 1980). Los ruminantes inician el consumo de alimentos en respuesta a una deficiencia de energía y detienen su consumo cuando rectifican este faltante, excepto cuando en forma fisica se limite su consumo. La regulación del consumo de alimentos es un proceso multifactorial que dependiendo de los receptores estimulados, origina el predominio de un mecanismo regulador en particular. Alimentos concentrados desencadenan una regulación de tipo quimiostático para el consumo de alimentos (Palma, 1991).

En ovinos el modelo francés original utiliza un ovino castrado de 40 a 75 kg. de peso vivo (PV), utilizando el sistema de unidades empanzonantes (UE) (INRA, 1978; INRA, 1988; Galina, 1987), el modelo matemático utiliza el peso vivo como la principal variable para calcular el consumo voluntario aparente para el animal de referencia consumiendo el pasto señalado que es de 75 g por kg. de peso metabólico (PM), siendo este consumo igual a 1 (UE), siempre que la densidad energética de la ración sea de 2.7 Mcal de EM/kg. de MS).

Las necesidades de energía en ovinos en Mcal de EM se calcularon en base a los requerimientos de mantenimiento (117 Kcal por kg. de PM) con un porcentaje de 25% a 50% más, en caso de pastoreo cercano o lejano. La ganancia o pérdida de peso se calculó sobre 12 Mcal por kg. de aumento.

Los requerimientos de proteína digestible (PD) se establecieron en condiciones de pastoreo 260 g por kg. de ganancia. Por otro lado se agregaron 0.88 y 1 g de peso vivo (PV) para el 4o. y 5o. mes de gestación.

Se ha determinado de esta manera la cantidad de materia seca total aparentemente consumida, por el peso en kg. el suplemento y por la diferencia se ha determinado la cantidad probable de forraje consumido. Así mismo se determinó previamente la EM total, la EM del suplemento y por diferencia la EM aportada por los diferentes forrajes (comparados con los valores obtenidos en los exámenes químicos proximales o en las tablas de alimentos) y el porcentaje total que aportó el suplemento, realizándose el mismo ejercicio para la proteína, comparando estos resultados con las recomendaciones para la oveja francesa. Es decir, observar si las sugerencias de volumen y calidad en una explotación tendrán una correlación importante con las señaladas para el manejo alimenticio elaboradas en los institutos de nutrición especializados. Las comparaciones tendrán como objetivo medir la repetibilidad de las recomendaciones de capacidad de ingestión, energía y proteína, dentro de lo establecido por la escuela europea y si corresponden a lo calculado para la oveja mexicana. (INRA, 1988)

Evolución de la Capacidad de Ingestión durante la gestación y el curso de la producción

La capacidad de ingestión y las necesidades de una borrega durante la lactación varían en forma significativa. Según trabajos previos en los primeros meses de gestación, el peso vivo de las borregas aumenta lentamente de 2 a 4 kg., aumentando significativamente en los dos últimos meses de la preñez en que de acuerdo a estos trabajos, pueden ser en las borregas mexicanas de 50 a 55 kg. de 6 a 10 kg. de peso vivo. Las reservas corporales se acumulan en base a una concentración energética positiva de la ración, como respuesta a un aumento y desarrollo significativo del útero y su contenido. En las tres últimas semanas de gestación el peso vivo de la borrega aumenta rápidamente y en algunos casos se detiene este crecimiento antes del parto. La capacidad de ingestión de las borregas por lo tanto expresada en kg. de materia seca o en unidades empanzonantes disminuye continuamente en promedio de 5 a un 15% expresado en porcentaje sobre el peso vivo. Por otro lado los requerimientos nutricionales de gestación no tiene un aumento significativo sino hasta los dos últimos meses. En este momento se conjugan dos factores, por un lado aumentan los requerimientos nutritivos de la madre sumado a las necesidades de crecimiento de los productos y por el otro lado se disminuye la capacidad de ingestión al aumentar el volumen del útero, por ello el organismo sostiene el balance energético progresivamente negativo asociado a la movilización creciente de grasas de reserva. Al iniciarse la lactación en la primera y la segunda semana los requerimientos aumentan rápidamente, en este momento las necesidades de producción, (la relación entre las necesidades de mantenimiento y producción láctea) es de 2 a 4. Por otro lado la capacidad de ingestión aumenta lentamente llegando a su máximo entre la 5a y 8a semana de lactación. Este proceso fisiológico al inicio de la lactación explica el balance negativo y la movilización de las reservas corporales que se manifiestan por una pérdida de peso vivo en este período. En las primeras 3 ó 4 semanas la borrega pierde de 2 a 6 kg. de peso, el enflaquecimiento es aún mayor pero se confunde con el aumento de peso de las vísceras y contenido digestivo. Para el tercer mes de lactación el peso vivo suele estabilizarse y para el quinto o sexto mes la borrega comienza a reconstituir sus reservas corporales aumentando de .5 a 2 kg. por mes. Esta reconstitución será mayor cuando en el régimen alimenticio se considere una dieta con una densidad superior a 2.5 Mcal de EM por kg. de materia seca. Esto debe ser tomado en consideración cuando se planea la alimentación del hato durante todo el año, (Galina, 1990).

Determinación de la Capacidad de Ingestión.

La expresión de capacidad de ingestión en kg. de materia seca permite obtener estimaciones medias lo suficientemente precisas en raciones conocidas de forrajes como el ensilaje de maíz, o la alfalfa, acompañadas de niveles preestablecidos de concentrado. No así cuando se alimentan las borregas a base de forrajes menos conocidos aunque progresivamente se desarrollan ensayos de validación en diferentes manejos alimenticios. Con las borregas en pastoreo sobre los esquilmos y arbustivas donde se cambia constantemente el forraje se ha obtenido una correlación de .75 utilizando las sugerencias francesas en un modelo de simulación (Galina et al, 1990).

El modelo francés original utiliza un borrego castrado al final del crecimiento alimentado con un forraje de 15% de proteína cruda (PC), 25% de fibra cruda (FC) y 77% de digestibilidad de materia orgánica (DMO), con una densidad energética de 2.7 Mcal de energía metabolizable (EM)/kg. de MS, (energía contenida en 1 kg. de cebada forraje utilizado por los franceses como referencia) utilizando el sistema de unidades empanzonantes "UE"; (INRA, 1978;1988). El

modelo matemático utiliza el PV como la principal variable para calcular el consumo voluntario aparente (CVA) que para el animal de referencia consumiendo el pasto señalado es de 75 g por kg. de peso metabólico (PM), siendo este consumo igual a 1 UE (siempre que la densidad energética de la ración sea de 2.7 Mcal de EM/kg. de MS), disminuyendo el CVA por la gestación en el último mes (los franceses determinan el CVA restándole un 25% en esta etapa), (INRA,1981).

La capacidad de ingestión sugerida por los franceses supone por un lado que los animales tienen la posibilidad de seleccionar el forraje con una tasa de rechazo del 10 al 15%, por otro lado, que la ración ingerida tiene una densidad energética igual o superior a 2 Mcal de EM por kg. de MS. Existirá por lo tanto un mayor error cuando se restrinja el forraje o exista una tasa de rechazo superior al 20%. Entre las borregas del mismo estadio de lactación, las cantidades ingeridas varían de .013 kg. de MS por cada kilogramo de peso vivo de diferencia y .305 kg. por cada litro de leche comparadas con el animal de referencia.(INRA, 1981)

El consumo de alimentos es el factor más importante en la determinación del nivel y la eficiencia en la producción de los rumiantes, los factores fundamentales en nutrición a considerar son cuatro: a) las necesidades del animal, b) contenido de nutrientes del alimento, c) digestibilidad del alimento y d) la cantidad de alimento consumida por el animal (INRA, 1988).

Los modelos utilizados para predecir el consumo en ganado lechero utilizan características del animal, del alimento o de ambos, (INRA, 1978; 1988; Ruiz y Menchaca, 1990).

Las ecuaciones basadas en el peso del animal y nivel de producción han precedido adecuadamente el consumo cuando la dieta ha tenido un alto contenido en energía, el consumo estará regulado por la demanda fisiológica de energía del animal, pero existe una pobre relación cuando su contenido energético es bajo y con altos niveles de fibra. Asimismo, las predicciones realizadas cuando las dietas tienen altos niveles de fibra han sido apropiadas, siendo poco eficientes cuando sus niveles de fibra son bajos, (Ruiz y Menchaca, 1990).

Estos mismos autores (Ruiz y Menchaca, 1990) encontraron que los rumiantes tratan de realizar un consumo estable de fibra, para lo cual proponen la utilización de un modelo matemático para predecir el consumo de pastos y forrajes a partir de la fibra cruda del forraje, peso y estado fisiológico del animal.

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. Asimismo, es la variable que más afecta el comportamiento productivo de los rumiantes. Se ha observado que cuando se reduce el consumo de nutrientes paralelamente se disminuye también la eficiencia global de la conversión alimenticia, es decir que 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 acerquen más apropiadamente a lo realizado por el animal (INRA, 1978,1988).

Previsión del consumo de alimentos

Para alimentar correctamente a los rumiantes, se deben de tomar una serie de medidas, la primera de las cuales sería una predicción correcta del volumen de alimento que el animal puede consumir

por día. A partir de este dato, es posible establecer un programa de alimentación correspondiente a las diferentes etapas del ciclo productivo. Los principales factores que determinan las cantidades de alimento que pueden consumir son: el tipo de alimento (forraje, concentrado o la asociación entre ellos), su digestibilidad por su contenido de fibra, su clase botánica (gramínea o leguminosa), la especie animal (bovino, ovino, caprino), la edad, el estado fisiológico del animal, por ejemplo si esta en gestación o lactación y el peso vivo (Galina, 1987;1990).

Las comparaciones de los alimentos consumidos en relación a la materia seca son mejores a aquellas que se hacen con el producto bruto. Para ello se utilizó la expresión de las cantidades consumidas en kg. de MS/24 horas. Por ejemplo, para una borrega adulta de 60 kg. de peso vivo consume 2 kg. de materia seca de un forraje de buena calidad que corresponde al 3% de su peso vivo (INRA, 1988).

También es posible expresar las cantidades consumidas en kg. de MS por 100 kg. de peso vivo cada 24 horas. Para el mismo animal y el mismo forraje, la cantidad consumida sería de 4.311 kg. de MS por 100 kg. de PV por día. Otra forma de expresarlo es como la cantidad de MS por kg. de peso elevado al 0.75, llamado peso metabólico (PM). Se determinó un consumo para el ovinos de referencia de 75 g por kg. de PM. Para el mismo animal sería por lo tanto: $60 \times 0.75 = 21.55 \times 75 \text{ g} = 1.616 \text{ kg. de MS por día}$ (INRA, 1981; 1988).

Factores que afectan el consumo voluntario aparente

a) **Peso vivo:** Para un rumiante del mismo tipo, la cantidad de materia seca voluntariamente ingerida/día (MSVI/día), aumenta con el peso vivo del animal, este aumento es resultado del incremento de las necesidades energéticas de mantenimiento.

b) **Producción de leche:** Para las borregas del mismo peso, el consumo de materia seca aumenta linealmente con la producción lechera entre 1 y 3 kg. de leche, con un promedio de 270 g de MS/kg. de leche producida,(INRA, 1981).

c) **Estado fisiológico del animal:** En el principio de la lactación, la capacidad de ingestión de una borrega aumenta regularmente para llegar a su máximo a los dos meses después del inicio de la lactación. Se mantiene en estas cantidades para disminuir hacia el final.(INRA, 1981).

Durante el período seco del animal su capacidad de ingestión disminuye en razón del aumento del espacio que ocupa el feto al final de la gestación. Otro factor que ha demostrado tener influencia sobre la capacidad de ingestión ha sido el tipo genético o por ejemplo, el (CVA) de una borrega de raza Rambouillet es ligeramente mayor que la de una Suffolk. Por último el estado corporal: la capacidad de ingestión disminuye cuando el estado de engrasamiento corporal aumenta, aunque es difícil de separar la influencia de estos factores en el animal vivo (Galina, 1987).

Definición de una Unidad Empanzonante

A fines de la década de los 70's el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INRA) de Francia propone la utilización de un método para estimar la capacidad de ingestión y consumo de materia seca de los animales, con una estimación paralela de la calidad de los forrajes, al cual denominaron "L'Unité d'Encombremment (UE). INRA, 1978; 1988.

Esta metodología ha sido adaptada para ambientes tropicales, en Cuba ha sido denominada como "Unidad de Consumo" (García-Trujillo y Cáceres, 1984, 1985; García-Trujillo y Pedroso, 1989; Xande y García-Trujillo, 1985).

En dicho modelo se integran:

- 1) la capacidad de ingestión de los animales
- 2) el valor de consumo de los alimentos voluminosos (forrajes)
- 3) el efecto asociativo que producen los concentrados con el consumo de forraje.

Este sistema ha permitido realizar dos tipos de balances:

- a) Determinar la cantidad de forraje y concentrado a suministrar para obtener una producción determinada y 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, (García-Trujillo y Cáceres, 1984, 1985; García-Trujillo y Pedroso, 1989; INRA, 1978, 1988; Jarrige *et al*, 1986; Xande y García-Trujillo, 1985).

Los investigadores del INRA en Francia han efectuado un gran número de mediciones de la materia seca voluntariamente ingerida (MSVI) en los corderos en crecimiento y en los bovinos inicialmente para llevarlo a cabo posteriormente en las borregas. De esta manera, este grupo de trabajo ha podido hacer comparaciones entre ellas, con el objeto de determinar las cantidades de materia seca ingeridas por día. Por lo tanto se puede clasificar a los forrajes ya sea de acuerdo a su gustabilidad, o según sea su capacidad empanzonante. Este es el enfoque que se utilizará, y se conoce como unidades empanzonantes. La capacidad de ingestión voluntaria de un alimento de referencia se le da el valor empanzonante o de llenado de 1. Como alimento de comparación se utilizó un pasto joven de 70% de digestibilidad; por lo tanto 1 kg. de MS de este pasto tiene un valor empanzonante de 1.0 (UE). Para efectuar la medición, se han seleccionado animales de referencia: un borrego castrado de 1 a 3 años que pesa 40 a 70 kg.; un bovino hembra de 600 kg., que produce 17 kg. de leche/día en mitad de la lactación o una cabra de 60 kg. de peso, buena productora con 4 kg. de leche de 3.5% de grasa, (INRA, 1981; 1988).

El consumo del pasto de referencia en base seca, para los tipos de animales standard fue el siguiente: EL ovino 75 g de MS por kg. de PM por día; el bovino 122 g de MS por kg. de PM por día y en la cabra de 120 g por kg. de PM también diariamente. Con el objeto de caracterizar la gustabilidad de un forraje cualquiera y expresarlo en unidades empanzonantes, es suficiente comparar las cantidades consumidas del forraje y relacionarlos con el pasto de referencia, ya sea en base a su digestibilidad o usando tablas (INRA, 1988; 1988a)

Para el caso de los ovinos:

Uno puede hablar de las unidades empanzonantes del ovino: UEO

$$\text{Valor de Empanzonamiento de un forraje (en UEB)} = \frac{75 \text{ (g de MS/kg. de PM/día)}}{\text{Cantidad de forraje ingerido por el borrego standard en g de MS por kg. de PM}}$$

En el caso de los bovinos:

Se determinaría la Unidad Empanzonante Bovina: UEB

$$\text{Valor empanzonante de un forraje (en UEC)} = \frac{120 \text{ (g de MS/kg. de PM/día)}}{\text{Cantidad de forraje ingerido por el bovino standar en g de MS por kg. de PM.}}$$

En caso de las Cabras

$$\text{Valor empanzonante de un forraje (en UEC)} = \frac{120 \text{ (g de MS/kg. de PM/día)}}{\text{Cantidad de forraje ingerido por la cabra standar en g de MS por kg. de PM}}$$

Para calcular el volumen final se debe considerar que el pasto de referencia tiene un tenor de MS de 17% promedio por lo tanto 75 g de MS corresponden a 441 g de producto fresco/día, 122g de MS corresponden a 721g de producto fresco/día (Galina, 1987).

Capacidad de ingestión

Los forrajes por lo tanto se pueden clasificar según su capacidad empanzonante en UEB o UEO y las cantidades que puede consumir un animal expresadas en UE, por ejemplo un alimento que tenga un alto valor empanzonante puede tener 2 UEB/ kg. de MS por lo tanto consumiría 3 kg. de MS/día, y otro animal alimentado con forraje de menor cantidad de fibra (menos empanzonante) podría tener 1 UEB/ kg. de MS, lo que le permitiría consumir 6 kg. de MS/día. La capacidad de ingestión, expresada en Unidades Empanzonantes es una constante del animal considerando cualquier fuente de alimentación o cualquier tipo de alimento (INRA, 1988).

Cuando se pone o adiciona en la ración forrajera consumida voluntariamente una cantidad variable de concentrado (expresado por la variable Q), la cantidad de forraje consumida varía. Ella disminuye de acuerdo a una cantidad $Q \times S$; S representa la tasa de substitución que se establece entre el forraje y el concentrado. Por ejemplo, si adicionamos 1 kg. de MS/día de un alimento concentrado a una ración forrajera consumida a voluntad se establece una disminución del consumo de forraje de 0.8 kg. de MS/día, se puede decir que la tasa de substitución S tiene un valor de 0.8, que en la mayoría de los casos S se sitúa entre 0 y 1, (INRA, 1984).

Sistemas de estimación y de expresión del valor energético de los alimentos.

De acuerdo a un trabajo reciente realizado por el INRA en Francia, (INRA, 1988), han sido revisados algunos de los conceptos básicos sobre la nutrición de los rumiantes.

Previamente han sido desarrolladas dos familias de sistemas de estimación del valor energético de los alimentos. Una de ellas se basa en el contenido de nutrientes digestibles (Total Digestible Nutrients, TND en los Estados Unidos) o en energía metabolizable de los alimentos, mientras que el otro grupo de sistemas se basa en el contenido de energía neta de los alimentos. En todos estos sistemas se asigna a cada alimento un valor energético único y se admite que los alimentos tienen entre ellos mismos un mismo valor relativo para el mantenimiento, la lactación y la engorda, lo que evidentemente no es el caso, especialmente para la engorda (INRA, 1980).

En el sistema TND se estima que el valor energético de los alimentos depende únicamente de su contenido en elementos digestibles. Se admite que la EM se utiliza con una eficacia constante para el mantenimiento (0.76), para la lactación (0.69) y para el crecimiento y la engorda (0.58), cualquiera que sean las características de los alimentos. Este sistema conduce a sobrestimar el valor de los alimentos con porcentajes altos en fibra en relación a los alimentos concentrados, sobre todo para el crecimiento y la engorda. A nivel de rancho, sin embargo, los errores no son muy importantes si las raciones son similares y contienen mucho alimento concentrado, lo que a menudo es el caso en los Estados Unidos (INRA, 1981).

Lo anterior justifica plenamente un cambio en la estrategia actual de distribución del alimento concentrado, aplicando los sistemas vigentes de alimentación de los rumiantes de países que hacen óptimo el uso de sus recursos forrajeros proporcionando cantidades reducidas de concentrado (Echavez, 1987).

Objetivo:

Predecir el consumo voluntario aparente de materia seca en ovinos en pastoreo en relación a un forraje de referencia de 15 % de proteína cruda, 25% de fibra cruda y 77% de digestibilidad de la materia orgánica tomando como variables el peso vivo, nivel de producción, estado fisiológico del rumiante y el contenido de fibra bruta del forraje.

Material y Métodos.

El presente trabajo se realizó en un rancho de borregos localizado en el lote Hb-96 sección de riego número 46 de la 3a. Unidad del Distrito de Riego No. 75 Río Fuerte; enclavada en el predio Santa Rosa de los Mochis, Sinaloa Municipio de Ahome entre el paralelo 25 50' latitud noroeste y el meridiano 108 55' longitud norte, su altitud es de 8 m sobre el nivel del mar con un clima semihúmedo extremo, con lluvias escasas en verano. Cuenta con 7 hectáreas de riego cultivadas con zacate navajita y Bermuda cruz 1.

Se pesaron mensualmente un hato de ovinos formado por 100 borregas de diferentes edades, de raza Suffolk y Pelibuey, de las cuales se seleccionaron al azar 85 animales de diferentes edades, peso, sexo y tiempo de gestación.

Para el pesaje se utilizó una plataforma de tipo romana con capacidad de 250 kg. Los animales fueron enumerados con números progresivos.

El manejo consistió en un pastoreo de todo el día de las 8.00 a las 17.00 horas sobre praderas mixtas de zacates Bermuda y Navajita, en los meses de marzo y abril se suplementaron con cascarilla de soya y Quiche de Flor de Cempoal, mientras que en mayo solamente fueron suplementadas esporádicamente con cascarilla de soya.

Para estimar la unidad de consumo de los forrajes se tomaron muestras de cascarilla de soya, quiché de flor de cempoal, pasto bermuda cruz 1 y grama (pasto navajita), aproximadamente 1 kg. de cada forraje, posteriormente fueron enviadas a la FES-Cuautitlán UNAM, donde se efectuaron los análisis químico proximales.

A los animales se les aplicó al inicio de la observación con vitamina ADE y bacterina doble (septicemia hemorrágica y carbón sintomático), así mismo se desparasitaron contra vermes gastrointestinales, fasciola hepática y oestrus ovis, utilizando Ciosantel en solución oral de acuerdo a lo sugerido por el fabricante.

Los animales fueron pesados mensualmente. Los ovinos se mantuvieron en un sistema de libre pastoreo, los animales fueron alimentados con niveles desconocidos de forraje los cuales fueron en el estudio fueron pasto navajita y zacate Bermuda cruz uno, quiché de flor de cempoal y cascarilla de soya. El objetivo fundamental del programa fue determinar el consumo voluntario aparente y las necesidades de nutrientes para los diferentes niveles de producción durante todo el año. Se utilizó el peso vivo y su variación mensual, el estado fisiológico, tipo de manejo para el animal y la unidad empanzonante del forraje. Los kilogramos y calidad del concentrado por el alimento de acuerdo al método descrito por Galina *et al*, (1991).

El trabajo se realizó en los meses de febrero a mayo de 1992 con 85 borregas de diferentes edades, pesos (como media 48.3 kg. para las adultas y 32.4 kg. para las primíparas), estados fisiológicos (vacías, gestantes y lactantes), siendo la población de la granja de las razas Suffolk y Pelibuey.

El nivel de suplementación (en materia seca), fue administrado en comederos globalmente en el corral, fueron de 300 a 400 g/día de un concentrado de 2.7 Mcal de energía metabolizable (EM) y

120 g de proteína digestible (PD), obtenidos a partir de los análisis químicos proximales con las técnicas convencionales, (Morfin, 1989).

La unidad empanzonante de acuerdo al forraje de pastoreo se definió de esta manera para Bermuda 1.2, para el Navajita 1.1 para la flor de Quiché 1.1 y para la cascarilla de soya .8 de acuerdo al nivel de fibra de los forrajes.

Para los cálculos se utilizaron los requerimientos de las borregas sugeridos por el INRA, (1981; 1989) y el ITOVIC, (1986) en Francia.

Se utilizó un programa diseñado para computadora personal en lenguaje basic que tomaba en consideración las siguientes variables:

a) Determinación de la capacidad de ingestión:

Se tomaba en cuenta el peso vivo actual, elevándose a la potencia 0.75 para obtener el peso metabólico y multiplicándose por 75 g que es la sugerencia del INRA para el forraje de referencia.

$\text{Peso vivo}^{.75} \times 75 \text{ g} = \text{Consumo voluntario pasto de referencia.}$

En caso de estar en el último mes de gestación se efectuó el siguiente ajuste

$(\text{Peso vivo}^{.75} \times 75) \times .75 = \text{Consumo voluntario gestación}$

Se sustrajo la cantidad de suplemento (concentrado pesado)

$\text{Consumo de Forraje} = \text{Consumo voluntario} - \text{concentrado}$

La materia seca del forraje aparentemente consumida fue:

$\text{MSF} = \text{Forraje} / \text{Unidad empanzonante}$

La Unidad empanzonante se determinó en base a las tablas del INRA, comparadas con algunas digestibilidades para los mismos forrajes en México, en general se usó el siguiente criterio que fue la tasa de sustitución y que para el concentrado es menor que 1, utilizando los criterios establecidos con anterioridad por investigadores en Colima (Galina et al, 1991).

1. Cascarilla de soya = .8
2. Forrajes de excelente digestibilidad como zacate navajita en crecimiento = 1.1
3. Forrajes de buena digestibilidad como zacate Bermuda cruzado = 1.1

El total de materia seca aparentemente consumido fue por lo tanto la suma del forraje y el concentrado

$\text{Total de Materia seca} = \text{Materia seca del forraje} + \text{Materia seca del concentrado}$

b) Determinación de la energía necesaria.

Para comprobar si el volumen calculado individualmente correspondía al probable consumido calculamos la energía y proteína necesaria sugerida para esos niveles de producción y estado fisiológico de las borregas con las siguientes ecuaciones:

Para Energía:

Se dividió el programa en energía de mantenimiento, de crecimiento, y de gestación.

Para la energía de mantenimiento se calculó el peso metabólico y multiplicándose por 117 Kcal de energía metabolizable que es la sugerida para la borrega de referencia en México. El INRA estableció las sugerencias en unidades forrajeras leche (UFL), unidades de energía neta que para su interpretación en el programa las pasamos a energía metabolizable utilizando de referencia la cebada y su valor en EM (INRA, 1988).

1 Unidad Forrajera Leche = 2.71 Mcal de Energía Metabolizable

EM= Peso vivo ^{0.75} x .107 Kcal

Según el sistema de manejo se utilizan los siguientes porcentajes de acuerdo al autor (Galina, *et al* 1991).

1. Estabulación EM= EM
2. Pastoreo EM= EM x 1.25 (pastoreo en plano cerca del establo)
3. Agostadero EM=EM x 1.5 (pastoreo en agostadero de arbustivas)

Para la energía de crecimiento (EGAN) se calculó restando el peso actual (PACT) del peso anterior (PANT) y dividiéndolo por 30 días, la ganancia diaria se multiplicó por 12 Mcal de EM

EGAN= (PACT-PANT/30) x 12 (INRA, 1988).

Para la energía de gestación (EGES) se calcularon 3 necesidades a los 3°, 4° y 5° mes de gestación de la siguiente forma:

1. 3er mes de gestación EGES= EM x .1
2. 4to mes de gestación EGES= EM x .1.35
3. 5to mes de gestación EGES= EM x .1.50

(INRA, 1988)

La energía total fue la suma de las tres anteriores.

c) Para calcular la proteína digestible se dividió en proteína de mantenimiento, PMAN; de crecimiento, PGAN; y de gestación, PGES. con las ecuaciones correspondientes. Para el diseño del programa se utilizaron las recomendaciones de materia nitrogenada digestible (MND),

correspondiente a la proteína digestible y no las de proteína digestible intestino ya que las tablas francesas presentan ambas.

$PMAN = \text{Peso Actual} \times .6 \text{ g de Proteína digestible}$

Se utilizaron los mismos porcentajes de corrección que para la energía de mantenimiento de acuerdo a el manejo del hato.

Proteína de Ganancia:

$PGAN = \text{Ganancia de peso diaria} \times 260 \text{ g de PD}$

Proteína de gestación:

1. 3er mes de gestación $PGES = PMAN \times .2$
2. 4to mes de gestación $PGES = PMAN \times .35$
3. 5to mes de gestación $PGES = PMAN \times .50$

(INRA, 1988)

La proteína total fue la suma de todas ellas

El método de cálculo de la capacidad de ingestión fue en base a su peso metabólico y multiplicándolo por 75 por kg. como recomienda el INRA francés para el pasto de referencia, de acuerdo a la cantidad de fibra y su digestibilidad particular de los diferentes forrajes se les asignaba un valor comparativo con la unidad de referencia o se tomaba el recomendado por las tablas del INRA, dividiendo el resultado inicial por el factor de corrección de acuerdo al forraje. Este cálculo inicial sirvió para determinar la capacidad forrajera en su relación a llenado, "unidad empanzonante". A esta cantidad inicial se le restaron los gramos de concentrado en materia seca de la dieta, pesados diariamente. El concentrado (cascarilla de soya) se dividió por un factor inferior a la unidad ya que su digestibilidad es mayor y su porcentaje de fibra menor que el forraje de referencia de aproximadamente .8. Finalmente se calculó su capacidad de ingestión forrajera, restando la cantidad de suplemento ofrecido y por diferencias se determinó el volumen del forraje ingerido (ajustándose mediante el uso del sistema de unidades empanzonantes) la capacidad de ingestión final se determinó sumando cada uno de los elementos de la dieta, (INRA, 1981).

Posteriormente se determinaron las necesidades totales de energía y proteína de acuerdo a las sugerencias establecidas con anterioridad por los franceses o modificaciones de trabajos en México. Se sustrajo la energía y proteína del suplemento calculándose por diferencia la del forraje. Se realizaron paralelamente varios análisis químicos proximales tanto del suplemento como de diferentes forrajes con el fin de establecer el valor nutritivo aproximado de los mismos. Se realizó el estudio estadístico mediante una prueba de hipótesis para la media poblacional utilizando pruebas de muestras grandes (distribución normal) entre los resultados calculados del forraje mediante los análisis químico proximales o los sugeridos por las tablas de alimentos contra los resultados de densidad energética o proteica de acuerdo a el nivel de producción y estado fisiológico para estimar el margen de acuciosidad de nuestra predicción de consumo voluntario aparente.

Se determinó de esta manera la cantidad total y mensual de materia seca aparentemente consumida, se pesó en kg. el suplemento diario, calculando el mensual y total. Por diferencia se determinó la cantidad probable de forraje consumido. Así mismo se determinó la EM, mensual y total, la EM del suplemento y por diferencia la EM de los diferentes esquilmos agrícolas, (comparados con los valores obtenidos en los análisis químicos proximales, y en las tablas de alimentos) y el porcentaje mensual y total que aportó el suplemento, realizándose el mismo ejercicio para la proteína comparando estos resultados con las recomendaciones para la borrega establecidas en los países europeos. Es decir observar si las recomendaciones de volumen y calidad de los alimentos en una granja tenían una correlación importante con las sugerencias para el manejo alimenticio elaboradas en los institutos de nutrición especializados. Las comparaciones tuvieron como objetivo medir la repetibilidad de las recomendaciones de capacidad de ingestión, energía y proteína dentro de los establecidos por la escuela europea y si ellos correspondían a lo calculado para la borrega en nuestra granja.

La observación calculada del consumo de energía y proteína solamente sirve para estimar el grado de error de las ecuaciones de predicción de consumo voluntario y niveles de suplementación.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Resultados:

Los resultados observados corresponden a los pesos de las borregas adultas y primaras y sus cambios de peso mensual (cuadro 1).

En el cuadro 2 se resumen los promedios obtenidos por meses para la energía total, proteína total, total de materia seca, energía-proteína del forraje, y porcentaje de materia seca.

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis para la media poblacional, donde se utilizó la prueba para muestras grandes. En los tres primeros meses se obtuvieron resultados de significancia, en los siguientes meses no.

Por otro lado se presentan las variaciones mensuales del peso de las borregas a través de los 4 meses, con un promedio de peso de 50.590 Kg. para las borregas adultas y 32.4 kg. para las primaras. Los datos de capacidad de ingestión global fue calculada en base a las sugerencias de los investigadores franceses y que en promedio fue de 1.395 Kg. para el hato combinado, o sea el 2.7% de su peso vivo.

Para el hato combinado se calculó un consumo promedio aproximado de 509 Kg./año de materia seca, se les dio en promedio un total de 203 Kg. de suplemento lo que constituyó el 40% de la materia seca consumida en las adultas.

La densidad energética combinada promedio fue de 2.09 Mcal / EM / Kg. / MS. Para ello el suplemento fue de 2.4 Mcal / EM/ Kg. / MS y 120 g de PD/ Kg. / MS y el forraje varió de acuerdo al zacate bermuda 2.3, quiché de flor 1.89 y zacate navajita 2.2 con un promedio de 2.1 Mcal de EM / Kg. /MS.

El aporte de energía por parte del forraje fue del 54% del total de energía consumida, mientras que el concentrado aportó el 46%.

Durante los primeros meses de la investigación se observó una ganancia de peso de Enero hasta marzo en las adultas, producto mayoritariamente de las gestaciones, mientras que en los últimos dos meses se registraron pérdidas de peso por particiones.

Cuadro 1. Peso vivo mensual de borregas durante los cuatro meses.

Mes	Peso vivo Kg. Borregas Adultas 40 animales	Desviación Standard
Febrero	48.3	11.709
Marzo	50.0	12.699
Abril	51.3	11.867
Mayo	52.1	11.813
Media	50.4	11.43

Cuadro 2. Promedios obtenidos por meses para la energía, proteína y total de materia seca. Energía, Proteína y porcentaje de materia seca del forraje

Mes	ET Mcal	PT g.	TM. Kg.	FE Mcal	PF g.	PMS %
Febrero	2.29	33	1.373	2.17	49	36.8
Marzo	2.20	34	1.350	2.25	43	37.2
Abril	2.83	47	1.409	2.04	38	35.7
Mayo	2.64	42	1.450	2.09	59	34.8
Media	2.49	39	1.395	2.13	47	36.1

ET Mcal = Energía Total en Mega Calorías

PT g. = Proteína Total en gramos

TMS Kg. = Total de materia seca en Kilogramos

EF Mcal = Energía del forraje en Megacalorías

PF g. = Proteína del forraje en g

PMS % = Porcentaje de materia seca

Cuadro 3. Resultados mensuales de la prueba de hipótesis para la media poblacional.

Mes	Resultados
Febrero	0.731 ns
Marzo	0.114 ns
Abril	0.48 ns
Mayo	0.004 ns

** significativo

ns no significativo

Discusión

Investigadores europeos han discutido con anterioridad la importancia del tenor de fibra de los forrajes como factor determinante desarrollando el sistema de unidades de llenado (Jarrige *et al.*, 1986). Posteriormente para los ovinos los investigadores franceses determinaron, en estableción, un consumo para el forraje de referencia de 75g /kg. de PM para un borrego castrado de 40 a 70 kg. de peso vivo (INRA, 1981; 1988). Así mismo investigadores cubanos, en bovinos utilizando ecuaciones de regresión con base al consumo aparente sugerido para el ovino, demostraron la necesidad de ajustar dichas determinaciones a el tamaño y a los niveles de producción de animales en sus condiciones. (García-Trujillo y Cáceres, 1984). Por otro lado anteriormente en ovinos desafiando la sugerencia francesa con 5 tratamientos de ovinos alimentados con diferentes forrajes que en promedio tenían una densidad energética de 2.5 Mcal de EM /kg. de MS, los resultados fueron mas cercanos a 70 g kg. de MS que a los 75 g sugeridos por los franceses (Galina *et al.*, 1992). Sin embargo en la presente observación en donde se le asigno una unidad empanzonante para cada forraje de acuerdo a el tenor de fibra cruda con la metodología reciente de investigadores cubanos (Ruiz y Menchaca, 19910), el consumo fue igual o ligeramente superiores a los 75 g por kg. de peso metabólico, diferencias de manejo y forrajes en las observaciones, aunado a un nivel de suplemento mayor cercano al 35% nos permiten explicar las diferencias en el consumo aparente.

Por otro lado dentro de los objetivos del estudio no se pretende sugerir patrones de consumo de energía o proteína, sino solamente y en base al consumo observar si con las sugerencias del INRA para esos elementos (1981; 1988), se puede determinar el consumo voluntario aparente correspondiente a la práctica ovina de nuestro país dentro de un modelo cibernético de simulación (Galina, *et al.*: 1991b; 1992) determinándose que se puede utilizar con un alto grado de confiabilidad y sin diferencia estadística significativa para los ovinos en pastoreo con suplementación de la presente observación.

Como fue señalado anteriormente, la cantidad de alimento ingerido de manera voluntaria es un factor muy importante, frecuentemente limitante, en el caso de los forrajes por la energía ingerida en la ración total. Recientemente se discutieron los elementos teóricos para su evaluación, que en la mayoría de los casos coinciden en que la borrega consume en promedio de 2 a 3 kg. de MS / 100 kg. de peso. Los datos necesarios para evaluar este consumo fueron: el estado fisiológico, de acuerdo al mes correspondiente, estado de gestación, el peso vivo mensual y la ganancia o pérdida de peso, ya que existe una elevada correlación matemática, superior al 90% como lo demostraron investigarse franceses anteriormente, (1981; 1988). Los resultados del presente trabajo demostraron un promedio de 2.7 kg./100 kg. de peso vivo con variaciones que fueron desde 2.5 y 3.2 kg. en marzo y meses posteriores donde es el final de la gestación que confirman las observaciones anteriores.

Para determinar el CVA en el presente trabajo se utilizó el sistema de unidades empanzonantes que sugiere 75 g de MS/Kg. PM (peso metabólico) para la unidad de referencia (INRA, 1988). Los resultados fueron similares a los publicados en 1992, los cuales fueron calculados en base a ecuaciones de predicción de consumo voluntario (Galina *et al.* 1992). Así mismo el resultado de 500 kg./año de MS para adultas representó un 2.7% de su peso vivo en promedio, similar a lo presentado con anterioridad (INRA, 1988.). No obstante que los resultados no mostraron una

diferencia significativa, el CVA aparente no permitió explicar la densidad energética de los forrajes en tratamientos individuales de los datos de los animales en los meses del año del tratamiento, por lo que pensamos que un consumo cercano a los 75g por Kg. de PM permitiría un mejor manejo del consumo en nuestras borregas, cifra que utilizaremos en futuras observaciones.

La cantidad de energía del forraje correspondió cercanamente, (ligeramente superior) a la obtenida en los análisis químicos proximales, la proteína digestible fue menor al promedio de los mismos estudios (45 g/Kg./MS) la diferencia, fue debido a que la obtenida en el estudio es producto de un cálculo matemático, lo que sugiere que la dieta suministrada aportó mayor proteína y energía que la recomendada, lo que ayuda a explicar probablemente el aumento de peso de parto a parto en las borregas adultas, ya que los requerimientos para ganancia de peso en gestación sólo representan las necesidades de los productos, sin considerar el aumento de peso de las madres.

Conclusiones

Dentro de las condiciones de este trabajo las borregas presentan un consumo voluntario aparente cercano a los 75 g por kg. de PM.

Para estimar con mayor precisión el consumo voluntario aparente hay que establecer con mayor rigurosidad la unidad empanzonante de los forrajes empleados, particularmente de los zacates nativos en el agostadero.

Bibliografía

- Allison, C. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. J. Range Manage. 38 (4):1985.
- Conrad, H. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. J. Dairy Sci. 47:54-62.
- Forbes, J. 1980: Hormones and metabolites in the control of food intake. In digestive Physiology and Metabolism in Ruminants Ruckebush, y and Thivend, P. MTP Press Limited, pp.145-160.
- Galina, M. y R. Morales. 1985. Evaluación del consumo de materia seca en cabras productoras de leche en estabulación total. Niveles de energía y proteína digestible para mantenimiento, ganancia o pérdida de peso y reproducción de leche. Memorias curso nutrición y alimentación de los caprinos. AZTECA-UABJO, Oaxaca, México: 90-110.
- Galina, M. 1987. Previsión del consumo de alimentos. AZTECA, memorias IV Congreso Nacional Universidad de Colima, p 19-29
- Galina, M. 1990. Alimentación de los rumiantes. Curso sobre nutrición de rumiantes, SARH-Universidad de Colima, (Mimeografiado), Colima, México.
- Galina, M. y Palma, J.M.1991. Previsión del consumo de alimentos. Nutrición y Alimentación de Rumiantes SARH-Colima: Universidad de Colima:12-17.
- Galina, M., Palma, J., Morales, R., Silva, E., Hummel J. 1991a Uso y aplicación de las unidades empanzonantes para determinar el consumo en rumiantes. en. Las unidades empanzonantes como alternativa para evaluar el consumo en los rumiantes. Memorias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México:42-69
- Galina, M., M. Guerrero y J.Hummel. 1991b. Determinación del comportamiento alimenticio de los ovinos utilizando un modelo de simulación. IV Reunión de Avances Agropecuarios, Trópico 91, SARH-U de C. Colima, México:202-205
- Galina, M. 1991. Manejo de praderas en ovinos y caprinos en el trópico seco mexicano. Memorias Curso sobre Pastos y Forrajes, Octubre. FES-Cuautitlán, UNAM, México:183-186
- Galina, M., M. Guerrero., M. Ruiz y J.Hummel. 1992. Determinación de la capacidad de ingestión en ovinos en pastoreo con suplementación. Resúmenes IX Seminario Científico Nacional y I Hispanoamericano de Pastos y Forrajes de la Estación Experimental "Indio-Hatuey", Matanzas Cuba:184
- García-Trujillo, R., y O. Cáceres. 1981. Nuevos Métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. Consumo. Pastos y Forrajes: 121-130.
- García-Trujillo, R., y Pedroso, D. 1989. Alimentos para Rumiantes. Tablas de Valor Nutritivo, Ed. EDICA, La Habana, Cuba.
- INRA. 1981. Alimentación de los Rumiantes. Edit. Mundi Prensa, Barcelona España.
- INRA. 1988 Alimentation de Bovins, ovins et caprins. Institute National de Recherche Agronomique, Paris, Francia.
- INRA. 1988. Tables de L'Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, Francia.
- Jarrige, C.R.; et al, 1986. The INRA "fill unit" system for predicción the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: A review. J. Anim. Sci. 63: 1737-1758.
- Morfín, L. 1989. Bromatología. Manual de laboratorio. FES-C. UNAM, Departamento de MVZ.
- Palma, G.J.M. y Galina, M. 1991. Estimación del consumo de alimentación y Nutrición en Rumiantes. SARH-Colima; U. de Colima, 23-26.

- Palma, G.J.M. 1991. Las unidades empanzonantes como alternativas para evaluar el consumo en los rumiantes. Memorias sobre Unidades Empanzonantes en la alimentación de los Rumiantes UNAM y U. de Colima, pp 29-41.
- Palma, G.J.M. y Galina, M. 1991. Estimación del consumo de alimentos a partir del nivel de fibra cruda de la ración. en Alimentación y Nutrición de Rumiantes SARH-Colima: Universidad de Colima 23-26
- Ruiz, R. y Menchaca, M. 1990. Modelo matemático del consumo voluntario en rumiantes. II principios y métodos para estimar el consumo potencial de materia seca de los pastos y forrajes tropicales. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola (Cuba), 24: 51-59.
- Soest, P. Van. 1982: Nutritional ecology of the Ruminant. O and B Books Inc. Cervallis, OR, Oregon, USA.
- Xande, A., García-Trujillo, R. 1985. Tablas de valor alimenticio de los forrajes tropicales en la zona del caribe. INRA-Guadalupe, Indio-Hutey, ICA, Cuba.