



96
24
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

**EVALUACION DEL CONSUMO VOLUNTARIO
APARENTE EN GANADO DE ENGORDA MEDIANTE
UN MODELO DE SIMULACION**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
JOSE PASCUAL RODRIQUEZ PRECIADO

ASESOR: Ph.D. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO
CO-ASESOR: M.V.Z. MA. MAGDALENA GUERRERO CRUZ

CUAUTITLAN IZCALLI EDO DE MEX.

1992



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.

I N D I C E

	PAG.
I. - RESUMEN	1
II.-INTRODUCCION	2
III.-OBJETIVOS	17
IV.- HIPOTESIS	20
V.- MATERIAL Y METODOS	21
VI.-RESULTADOS	25
VII.-DISCUSION	27
VIII.-CONCLUSIONES	30
IX.- BIBLIOGRAFIA	31

Resumen: En el presente trabajo se evaluó el consumo voluntario aparente de los bovinos de engorda con un modelo de simulación desarrollado en el CUIDA de la Universidad de Colima para predecir la ingestión voluntaria aparente de los bovinos alimentados con una dieta integral de sorgo, pollinaza y cana de azúcar. El modelo original se desarrolló en base a las recomendaciones de los investigadores franceses con un bovino de engorda de 200 a 400 kgs de peso con un consumo voluntario de 95 g por Kg de PM para animales en corral, alimentado con un forraje de 15% de proteína cruda 25% de fibra cruda y 77% de digestibilidad de la materia orgánica, utilizando el sistema de unidades empanzonantes (UE). El modelo matemático utiliza el peso vivo como principal variable para calcular el consumo voluntario aparente, (CVA) que para el animal base en estabulación alimentado exclusivamente con el forraje de referencia en corral de engorda consumo 95 g por kg de PM, siendo este el valor de 1 UE. Las necesidades de energía, se calcularon con base en los requerimientos de mantenimiento para el animal de referencia fueron de 117 Kcal por kg de PM. La ganancia o pérdida de peso se calculó para los animales de engorda sobre 12 Mcal por kg de peso de aumento. La proteína digestible fué de 0.6 g por kg de peso vivo, para el animal de referencia en estabulación total, modificado un 25 o 50% de acuerdo a las condiciones de pastoreo, agregandole 260 g de PD por kg de ganancia de peso.

El presente trabajo se realizó en los corrales de engorda del Ejido Fernandez el cual funciona como un grupo de trabajo numero 2 y tiene como finalidad la ceba o finalización de animales. Se engordaron 138 animales con un promedio de peso de 209 kgs al inicio de la engorda, los animales estuvieron en un solo corral y consistieron en 73 animales de dominancia cebá y 65 animales de dominancia europea, la ceba tuvo una duración de 94 días; la edad promedio fué de 1.8 años de edad (DS .37 años) y la ganancia media de peso fué de 1.390 Kgs/día (DS .218 g) con un peso inicial promedio de 209 kgs (DS 30.890 kgs). El aumento total promedio fué 131 kgs durante todo el período de estudio. Para el presente trabajo el consumo voluntario aparente fué de 100 g por kg de peso metabólico. No obstante nuestros resultados parecen indicar que los animales con algún grado de mestizaje europeo, mayores de 2 años y de más de 230 Kgs al inicio de la engorda se comportarían de manera superior con gdp cercanas a los 2 kgs en condiciones de alimentación similares.

Introducción.

Recientemente se discutió con detalle el uso del método de sistemas en la investigación de las unidades ganaderas, en este trabajo se discute la importancia de las caracterizaciones o diagnósticos, tanto estático como dinámico en el diseño de tecnología, además del concepto de ensayo directamente con los productores con el objeto de facilitar la transferencia de tecnología a los ganaderos, (Galina, 1991).

Mejoramiento de Sistemas Ganaderos de Rumiantes

Desde 1982 se comenzó la caracterización de los Sistemas Agrícolas y Ganaderos en el Estado de Colima, bajo un programa inicial con el LECSA (INRA-CIRAD) de Montpellier en Francia y la Universidad de Colima. En lo referente a la descripción de los sistemas ganaderos a partir de 1982 se realizaron 127 encuestas sobre esta actividad en Colima que dieron como resultado el establecimiento de dos tipologías sucesivas, una sobre el conjunto de explotaciones y una segunda sobre los hatos de doble propósito, identificándose los siguientes sistemas, A) engorda (14%), B) explotación de reproductores (4%), c) explotaciones lecheras de raza Holstein, (8%), D) explotación de doble propósito con cruzamiento cebú con raza lechera (Suiza o Holstein), (31%), E) explotación de doble propósito con dominancia cebú y cruza mayoritariamente de suizo pardo con diferentes grado de encaste en general 1/2 sangres o 3/4 (40%), y F) 3% dedicadas a la cría, (Cervantes 1984; 1988).

Los hatos de doble propósito fueron los más representativos, 71% de los sistemas estudiados, estos se diferencian entre sí principalmente por tener o no tierras de riego. El grupo D, que dispone de riego realiza la ordena con venta de leche todo el año mientras que en el grupo E, la ordena tiene un carácter estacional dependiente de las praderas abundantes en la época de lluvias temporada en que se ordenan los animales. Con el fin de seleccionar una muestra representativa de la población estudiada se tomaron en cuenta los tres criterios principales de diferenciación de los productores estudiadas en la caracterización inicial: el tipo de propiedad (privada o ejidal), el tamaño del hato y la zona geográfica. En este trabajo después de la encuesta se seleccionaron 15 productores que representaban los diferentes sistemas del espectro en las cuales se realizó un estudio retrospectivo sobre el manejo de la explotación, que tomó en cuenta la información de ese momento así como el manejo anterior. Posteriormente se instrumentó un diagnóstico dinámico durante tres años con el objeto de medir con precisión los sistemas ganaderos en el trópico seco. Es importante destacar que el desarrollar un diagnóstico dinámico directamente con los productores tuvo el doble objetivo de conocer sus necesidades y de sensibilizarlos a la utilización de nuevas técnicas en la ganadería como discuten los investigadores de este trabajo, (Cervantes, 1988; Choisis 1988).

El estudio sistemático inicial de la Ganadería Colimense observó que la bovinocultura había tenido en el Estado un desarrollo considerable en el transcurso de las últimas décadas. Numerosos factores intervinieron en esta evolución: los créditos ganaderos, el desarrollo de la irrigación a partir de la década de los 50's, la siembra de los cultivos forrajeros, la introducción de razas mejoradas y el cercado entre otros (Cervantes, 1988).

La ganadería de doble propósito (carne y leche) señala este trabajo, ha sido la que está más desarrollada. Heredera de la ganadería bovina extensiva que existía a principios del siglo, la cual ha tenido pocos gastos comparativamente a la del agro por lo que se ha integrado en una asociación agricultura-ganadería. En efecto, los bovinos han utilizado los recursos secundarios de las zonas destinadas a los cultivos básicos y de los frutales en las zonas de riego (ratrojos de maíz, pastoreo bajo los frutales y otros subproductos de la agricultura particularmente la utilización de residuos de la industrialización de la caña). Los hatos estudiados tuvieron en promedio, una baja productividad con una tasa de fertilidad aproximada al 60%, las leche ordenada promedio fué inferior a 3 kg por día y los becerros pesaban alrededor de 200 kg a los 18 meses, con una gran variabilidad entre los sistemas estudiados, (Cervantes, 1988).

Se observaron en este trabajo 2 extremos:

- Por una lado grandes explotaciones privadas disponiendo de tierras de riego con una mayor productividad. Gracias a su capacidad de inversión estos productores fueron técnicamente más avanzados en relación a las medias discutidas anteriormente pero con una gran variabilidad entre ellos.

- Por el otro las pequeñas explotaciones ejidales que disponen de una superficie pequeña o nada de tierras de riego. En este grupo la ganadería se conduce con un mínimo de gastos, aunque en general se observan las tasas de productividad discutidas anteriormente, (Cervantes, 1988).

Los parámetros observados en estudios anteriores demostraron en promedio, una baja eficiencia reproductiva en las explotaciones de doble propósito: el intervalo entre partos (IEP) fué de 477 días para todos los animales estudiados con una extrema variabilidad por rancho que, según discuten estos trabajos, fué desde 407 que significó comparativamente un excelente manejo reproductivo para el trópico seco, hasta 609 que se considera como una pobre tasa reproductiva en la ganadería tropical. Por otro lado al discutirse en estos trabajos la tasa de partos fué en promedio del 62%. En dichos estudios las tasas de aborto y mortinatos fueron bajas (respectivamente de 1.4 y 2.6%). La tasa de mortalidad antes de un año fué de 3.7%. El cálculo de la productividad numérica dió un becerro de un año producido por 1.7 vacas presentes en la unidad ganadera. El efecto de la alimentación sobre la reproducción fué sin duda según estos trabajos el factor determinante de las diferencias observadas entre explota-

ciones. En los ranchos de doble propósito el estado de los animales se mejoró en la estación de lluvias de lo que derivó una mejor fertilidad en esta época. Se observaron en estos estudios un pico de nacimientos de marzo a mayo, un acortamiento de los IEP en estación de lluvias y un alargamiento en la estación seca, es por ello que la alimentación en estos estudios colimenses fué el eje fundamental sobre el cual se diferencian los sistemas ganaderos (Cervantes, 1988)

En estos estudios los resultados de productividad de los diferentes ranchos, acentuó las diferencias de productividad entre ellos, sobre todos los parámetros medidos. En los ranchos en que las condiciones alimenticias fueron favorables se observó un pico de nacimientos "primaveral" menos acentuado, una reducción de la edad al primer parto y una mejor fertilidad. Las tasas de partos y el IEP pasaron respectivamente del 50% al 70% y de 17-18 meses a 14. Esta diferencia, según estos trabajos, se acentúa entre las unidades que solo poseen tierras de temporal y las que poseen riego que se manifestó en una alimentación menos fluctuante durante todo el año, (Choisis, 1988).

La cantidad de leche ordenada en estos ranchos estudiados, según estos investigadores de Colima, fué baja con un gran diferencia entre sistemas estudiados, de 854 (+ 445) kg en promedio, o sea 2.9 (+ 1.1) por día sobre una duración de 297 (+ 110 días). El coeficiente de persistencia de la lactación fué de 96.5%. La cantidad de leche que toma el becerro, estimada a través del crecimiento del mismo en el transcurso de los primeros 4 meses, es de 4.8 kg. La mitad de la leche producida sobre toda la lactación se deja al becerro, (Cervantes, 1988)

Los efectos de la abundancia o escases de forrajes se reflejaron por las cantidades de leche ordenadas o consumida por el becerro que variaron en el mismo sentido. Las cantidades de leche ordenadas, sobre el conjunto de la muestra, tuvieron un máximo de 3.7 kg en estación de lluvias y 2.2 kg en secas. La curva de ordena permitió observar que sea cual quiera que fuera la época de parto, el pico de lactación se daba en la estación de lluvias, e inclusive que se observa un repunte de la lactación si las lluvias se presentaban en el transcurso de la fase decreciente. El peso promedio de los becerros a un año entre las explotaciones del extremo del espectro estudiadas varió de 126 a 198 kg. Esta gran diferencia está relacionada con la disponibilidad forrajera y el estado nutricional de la madre. Las ganancias de peso después de los 4 meses alcanzó cerca de 600 g en estación de lluvias, cuando los forrajes son verdes y abundantes contra 100 g en estación seca. (Cervantes, 1988).

Después de estas primeras observaciones la preocupación inicial del grupo de estudio en Colima fué la de caracterizar con detalle los aspectos de alimentación del ganado en el trópico, con los recursos de las unidades de producción del trópico mexicano. El problema para ellos fué el de utilizar una variable de fácil captura para la ganadería que les permitiera conocer su consumo aparente. El peso vivo del animal resultó para estos

estudios un dato imprescindible, ya que permite calcular adecuadamente en forma matemática el probable consumo voluntario de los animales, se sabe además que otras dos variables como son estado fisiológico y productividad (ganancia de peso o producción de leche) tienen un efecto significativo sobre el consumo voluntario (INRA, 1985). Con el objeto de delimitar este fenómeno el INRA, francés desarrolló un método de evaluación del consumo voluntario en base a las variables mencionadas anteriormente para el animal y las variables propias del forraje (INRA, 1985). Posteriormente y en base a experimentación en el trópico húmedo, investigadores cubanos y franceses hicieron los ajustes necesarios para el consumo voluntario de pastos y forrajes en este agrosistema (Xande et al. 1985). En estos estudios de consumo se suma la reciente edición de la nueva revisión sobre este tema del grupo Francés que incluye el cálculo en base a forrajes solos o asociados con diferentes niveles de suplementación (INRA, 1988).

Para desafiar las hipótesis de consumo iniciales y por un período de 2 años 1987-1988, el grupo de investigadores colimenses ensayaron diferentes niveles para el ganado lechero Holstein especializado, alimentado con estrategias varias, ya sea en estabulación total con una alimentación a base de silo de maíz o en algunas ocasiones silo de esquilmo de sorgo, con una suplementación de concentrado además del enriquecimiento de la dieta por convinaciones de melaza y urca, o alimentación a base de pasto estrella en pastoreo, que les permitió con base del peso vivo, estado fisiológico y productividad, con o sin pesaje del alimento, determinar mediante expresiones matemáticas la capacidad de ingestión de los animales en el trópico seco mexicano, (Galina, 1988; Galina et al, 1991); posteriormente y a partir de estos resultados este mismo grupo de trabajo desarrolló un modelo de simulación para el manejo alimenticio de los bovinos en el trópico mexicano, tanto para ganado de leche como para el de carne o doble propósito. (Galina et al 1990).

Por otro lado la utilización de los subproductos agrícolas del trópico seco es sin lugar a dudas una de las alternativas para la alimentación de los bovinos en los sistemas ganaderos. La hoja de maíz constituye el principal y más importante forraje durante la época de secas, acompañada en la zona norte con los subproductos de cana de azúcar (Cervantes, 1988). Sin embargo por 2 años este grupo de trabajo ha suplementado a los bovinos con una fuente de nitrógeno no protéico (uréa) diluida en una dieta rica en carbohidratos solubles (melaza) y algunos estructurados (concentrados) que nos han permitido agregar hasta un 4 % de uréa a la dieta o sea 600 g/día con excelentes resultados en incorporación y producción lechera (Galina et al, 1988).

Recientemente fueron publicados los últimos resultados de una serie de trabajos de los investigadores de Colima sobre la capacidad de ingestión (CI) y el consumo voluntario aparente (CVA). La capacidad en estas investigaciones se calculó con base a la unidad empanzonante sugerida para el ganado de leche con 120 g M.S./kg de peso metabólico y el valor empanzonante para el forraje fué de 1.1, en promedio por ható se tuvo en esos trabajos

una capacidad de ingestión de 12.96 kg. El consumo voluntario aparente para la materia seca total por día, en estos estudios fué de 11.9 kg, para el consumo por cada 100 kg de peso vivo que se calculó en 2.85 kg y 129 g de materia seca por kg de peso metabólico. Asimismo se discutió que la capacidad de ingestión tuvo rangos de 12.6 como mínima que correspondió al grupo alimentado con ensilado de maíz y de 13.4 que se obtuvo con el grupo de 10 vacas/350 g de suplemento. El mismo comportamiento se observó en el consumo voluntario aparente 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. (Palma et al 1990c).

En los estudios de regresión lineal para animales en producción de ese mismo grupo de trabajo se observó un alto índice de correlación entre el peso vivo del animal y el consumo de materia seca, siendo este de 0.82. Con el modelo de análisis de varianza construyeron un modelo de predicción de materia seca. (Palma et al 1990b; 1990c)

$$Y = 2.564 + (P.V.) \times 0.021$$

Y = representa el consumo de materia seca
P.V. = representa el peso vivo

Previamente se ha discutido la importancia de la utilización de los modelos de simulación en la investigación pecuaria (Galina et al, 1990 y Galina, 1990). Sin embargo es necesario desarrollar mecanismos de ajuste que permitan modificaciones al modelo de acuerdo a las características particulares de cada manejo zootécnico.

Regulación del consumo voluntario en ruminantes.

Las dietas de los ruminantes en pastoreo han sido en su mayoría de tipo voluminoso, con alto índice de fibra y relativamente bajo de energía digestible, lo que ha señalado la importancia del efecto físico de distensión del tracto digestivo en delimitar el consumo voluntario (INRA, 1981)

Las variaciones en el consumo de alimentos ha sido demostrado ser el factor más importante en la determinación del nivel y la eficiencia en la producción de los ruminantes. Cuatro han sido los factores fundamentales en nutrición estudiados: las necesidades del animal, los contenidos de nutrientes del alimento, 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 (bus-

queda, 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 balance de energía está determinado por la diferencia entre la entrada de energía con el alimento y la salida de energía en forma de heces, orina, metano, 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 períodos 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 está íntimamente relacionado con la función del sistema nervioso central, siendo el hipotálamo, localizado en el diencefalo 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 él 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 intestinal, en particular los receptores ruminales son también quimiosensitivos. 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).

Consumo de alimentos. Regulación del balance de energía.

Los ruminantes procuran ajustar el consumo de energía a sus necesidades, pero este ajuste está 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 el consumo de energía por los rumiantes. Montgomery y Baumgardt, (INRA, 1981) 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 o volumen excesivo) el consumo de energía fué 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 (INRA, 1981, 1988).

Regulación del consumo de alimentos.

Aunque el control del consumo de alimentos puede ser un proceso multifactorial que dependiendo del nivel de estimulación actúe sobre los receptores que definen el mecanismo de regulación. 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 (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, de la cantidad de alimento consumido o de ambas. El láctato 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 ya que es el ácido graso que se produce en menor cantidad, (INRA, 1981, 1988).

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 ruminantes 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 ruminantes 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 orgánica se acerca a los 40°C. De acuerdo a esta teoría el incremento calórico se produce por tres vías: a) acción dinámica específica, 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 son dependientes a el balance de energía, (INRA, 1981).

Las grasas y las proteínas tienen una acción dinámica específica 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 cantidad 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 fué regulado por el peso metabólico, la producción y la propia digestibilidad de la ración. 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. Asimismo, se ha demostrado un control físico en el consumo de forrajes o pajas que tiene contenidos de proteína por abajo del 10%, el 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. 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. Los rumiantes inician el consumo de alimentos en respuesta a una deficiencia de energía y detienen su consumo cuando rectifican este faltante, excepto cuando en forma física 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 quimioestático para el consumo de alimentos. La movilización de las reservas corporales de energía, en forma de lípidos aunque evidente, es todavía controvertida, en su efecto sobre los mecanismos de regulación del consumo, (Palma, 1991).

El modelo francés original utiliza un bovino en crecimiento macho de 250 kg de peso vivo (PV) con una ganancia de 1.300 kgs/día, alimentados 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 (o de llenado como lo describen los cubanos) "UE"; (INRA, 1978;1988; Galina, 1987; Galina et al 1991; García-Trujillo y Cáceres, 1985). 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 95 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, (Galina et al, 1990).

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% (Galina, 1990).

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 predecido 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 cubanos Ruiz y Menchaca, (1990) concluyeron que los rumiantes metabólicamente intentan realizar un consumo estable de fibra, por lo cual proponen para calcular el consumo voluntario, la utilización de un modelo matemático para predecir la ingestión aparente 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 (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).

Otros estudios han establecido con anterioridad las variaciones de las cantidades ingeridas voluntariamente. Por ejemplo un bovino de 500 kg puede consumir 70 kg de pasto joven, alimento de alta digestibilidad, pero solamente 7 kg de heno de mala calidad. Sin embargo al establecerse la comparación se sabe que 70 kg del pasto contienen 85% de agua y representan por lo tanto $70 \times 15 / 100 = 10.5$ kg de MS. Por otro lado el mismo animal puede consumir 7 kg de heno de baja calidad que contienen un 15% de agua: $(7 \times 85 / 100 = 6$ kg de MS) pero solamente 6 kg de MS cuando se comparan entre alimentos (Galina, 1987).

Las comparaciones de los alimentos consumidos en relación a 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.

Factores que afectan el consumo voluntario aparente

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

b) Estado fisiológico del animal: En el principio de la lactación, la capacidad de ingestión de los ruminantes aumentan 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 y al final de la gestación del rumiante, la capacidad de ingestión se disminuye en razón del aumento del espacio que ocupa el feto en esta etapa de la preñez, (Galina, 1987).

Otro factor que ha demostrado tener influencia sobre la capacidad de ingestión ha sido el tipo genético.

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 (de llenado)

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; Xandé 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 ovinos y en los bovinos inicialmente para posteriormente hacerlo en las cabras. 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 ingestibilidad, 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 este pasto tiene un valor empanzonante de 1 (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, o un bovino de 250 kgs en crecimiento moderado (INRA, 1981; 1988).

El consumo observado en el laboratorio en una dieta única del pasto de referencia en base seca, para los diferentes tipos de animales descritos en el párrafo anterior fué: de 75g kg de PM para el ovino; de 122 g de MS por kg de PM por día para el bovino lechero y de 120 g por kg de PM también diariamente para la cabra. Para el bovino de engorda la sugerencia establecida por los franceses fué de 95 g kg de PM (INRA, 1988; Galina et al, 1991).

Con el objeto de caracterizar la ingestibilidad de un forraje cualquiera y expresarlo en unidades empanzonantes, sería 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)

En el caso de los bovinos de engorda se determinaría una Unidad Empanzonante Bovina; (UEB) de la siguiente forma:

Valor empanzonante de un forraje (en UEB)	95 g MS

	Cantidad de forraje ingerido por el bovino standard en g de MS por kg de PM

Capacidad de ingestión

Los forrajes por lo tanto se pueden clasificar según su capacidad empanzonante, (de llenado) 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 Q de concentrado, la cantidad de forraje consumida varía. Ella disminuye de acuerdo a una cantidad $Q \times S$; S representa la tasa de sustitución 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 sustitución S tiene un valor de 0.8, que en la mayoría de los casos S se situa entre 0 y 1, (INRA, 1985).

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 sobreestimar 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 optimizan sus recursos forrajeros proporcionando cantidades reducidas de concentrado (Echavez, 1987).

Objetivos

En el presente trabajo se evaluó el consumo voluntario aparente de los bovinos de engorda con un modelo de simulación desarrollado en el Centro de Investigaciones y Desarrollo Agropuario de la Universidad de Colima para predecir la ingestión voluntaria aparente de los bovinos alimentados con una dieta integral de sorgo, pollinaza y caña de azúcar en el trópico seco mexicano para bovinos de engorda. La estructura computacional fué de tipo análogo, con variables determinísticas y aleatorias lo que le da características estocásticas al modelo, siendo además dinámico ya que considera la variable tiempo en su estructura.

El modelo original se desarrolló en base a las recomendaciones de los investigadores franceses con un bovino de engorda de 200 a 400 kgs de peso con un consumo voluntario de 95 g por Kg de PM para animales en corral, alimentado con un forraje de 15% de proteína cruda 25% de fibra cruda y 77% de digestibilidad de la materia orgánica, utilizando el sistema de unidades empanzonantes (UE) desarrollado por el Instituto Nacional para la Investigación Agrícola (INRA) francés. El modelo matemático utilizó el peso vivo como principal variable para calcular el consumo voluntario aparente, (CVA) que para el animal base en estabulación alimentado exclusivamente con el forraje de referencia en corral de engorda consumo 95 g por kg de PM, siendo este el valor de 1 UE.

Las necesidades de energía, se calculó con base en los requerimientos de mantenimiento para el animal de referencia en estabulación señalados anteriormente en 117 Kcal por kg de PM. La ganancia o pérdida de peso se calculó para los animales de engorda sobre 12 Mcal por kg de peso de aumento.

La proteína digestible se estableció en un requerimiento de 0.6 g por kg de peso vivo, para el animal de referencia en estabulación total, modificado un 25 o 50% de acuerdo a las condiciones de pastoreo, agregándole 260 g de PD por kg de ganancia de peso.

Las necesidades de sales minerales fueron de 0.018 g por kg de peso vivo, 15 g por kg de ganancia de peso. Para el fósforo se calculó en base a .025 g por kg de peso vivo, 8 g por kg de ganancia. Para el sodio fueron de 0.01 g por kg de peso vivo, 1.4 g por kg de ganancia. Para el magnesio de 0.005 g y 0.4 g, respectivamente; para el cloro 0.025 g y 1g mantenimiento y ganancia y para el potasio 0.05 y 1.65 g para cada actividad. (INRA, 1988).

El consumo voluntario está correlacionado tanto con la densidad energética de la ración como por la energía por kg de materia seca del forraje predeterminada por exámenes químico proximales.

Por otro lado aunque existe mucha información sobre la engorda en bovinos, el comportamiento de estos animales en corral alimentados con subproductos de la caña de azúcar, pollinaza, melaza y sorgo es poco conocido cuando lo relacionamos con edad, peso al inicio de la engorda y grado de mestizaje, por lo que un segundo objetivo del trabajo fué la de estimar en base a estas tres variables el comportamiento productivo de los bovinos en crecimiento.

Objetivos operacionales:

- a) Estimar el consumo voluntario aparente de bovinos en finalización con la utilización de un modelo de simulación.
- b) Mediante la utilización de la cantidad de fibra cruda en la dieta estimar el consumo que tienen los bovinos en finalización
- c) En base a peso a inicio de la engorda, grado de mestizaje (raza) o edad, estimar el comportamiento productivo en base a la ganancia de peso.

Hipótesis

Es posible determinar la capacidad de ingestión de los bovinos en crecimiento con base a su peso vivo, ganancia de peso por parte del animal y cantidad de fibra por parte del forraje.

Material y Métodos:

El presente trabajo se realizó en los corrales de engorda del Ejido Fernandez el cual funciona como un grupo de trabajo numero 2 y tiene como finalidad la ceba o finalización de animales.

Dicho programa se ubica en el municipio de Cuauhtemoc Colima que se encuentra en el extremo noreste del Estado de Colima se localiza entre los 19 o 34' de latitud norte y los 103o31' y los 103o41' de longitud oeste, se le atribuye una superficie de 370 kms 2 excluyendo la parte montanosa el 92 % del municipio forma parte del valle de Colima, limita por el este con el estado de Jalisco siendo un limite el Volcan del Fuego de Colima.

La cabecera municipal se encuentra a una altura de 930 m sobre el nivel de mar, su clima es templado con lluvias periódicas de junio a octubre siendo la temperatura mínima de 17 oC y la máxima de 23 oC con un promedio de precipitación pluvial de 1338 mm anuales evaporación mínima 5.22 mm.

La presión atmosférica mínima es de 962 milivares, la máxima 964 milivares, la humedad relativa es mínima de 56 % y máxima de 80 % vientos velocidad media anuales de 9 m por segundo. Las principales corrientes pluviales son el rio salado el naranjo y pequeñas lagunas como el carrizalillo y el calabozo.

Se utilizaron 138 animales en engorda con un peso promedio de 200 kgs al inicio del trabajo durante 94 días con predominancia de ganado cebuino los cuales se alimentaron con base de cana, sorgo, pollinaza, sal y minerales.

Se mantuvieron en un corral de aproximadamente 18 m de ancho por 40 m de largo con un comedero colectivo hecho de cemento un bebedero para tomar agua y un saladero de cemento con una carga aproximada de un animal por 10 m2.

Previa a la engorda los animales fueron vacunados con bacteria doble y derriengue se implantan con compudose (estradiol), se identificaron por arete de número progresivo, además de marca de hierro se desparasitaron contra nematodos y coccidias. Se baman contra garrapata se descorna y se aplica vitamina ADE.

Las variables fueron el peso vivo de los animales una vez cada treinta días se realizaron análisis químico proximales una vez por mes de los forrajes con la estimación sugerida por Morfin, (1989) y se evaluó la cantidad de alimento ofrecido y rechazado por el grupo.

En base a ello se calculó el consumo voluntario aparente, de las necesidades de energía, proteína y minerales para bovinos de engorda de acuerdo a las sugerencias del INRA francés y el programa de simulación de la Universidad de Colima (Galina et al 1990).

Se diseño un programa 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 95 g que es la sugerencia del INRA para el forraje de referencia.

Peso vivo $\cdot 0.75 \times 95 \text{ g} =$ Consumo voluntario pasto de referencia.

Se sustrajo la cantidad de suplemento (concentrado pesado)

Consumo de Forraje = Consumo voluntario - concentrado

La materia seca del forraje aparentemente consumida fue:

MSF = Forraje / 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 uso el siguiente criterio que fué la tasa de sustitución y que para el concentrado es mayor que 1.

1. Concentrados = .8
2. Forrajes de excelente digestibilidad como alfalfa joven o ray grass en crecimiento = 1
3. Forrajes de buena digestibilidad como Brocolí, Chicharo, alfalfa o ray grass maduro = 1.1
4. Forrajes de mediana digestibilidad como avena, sorgo, silo de maíz, pastos maduros o arbustivas = 1.2
5. Forrajes de baja digestibilidad como rastrojo de maíz, pajas de avena o de sorgo = 1.3

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

Total Materia Seca = Materia seca forraje + materia seca 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 los bovinos con las siguientes ecuaciones:

Para la Energía:

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

Para la energía de mantenimiento se calculó el peso metabólico multiplicándose por 117 Kcal de energía metabolizable que es la sugerida para el bovino de referencia en México. Las sugerencias establecidas por el INRA, son en UEC, unidades de energía neta para su interpretación en el programa las pasamos a energía metabolizable utilizando la referencia de la cebada y su valor en EM.

1 Unidad Forrajera Carne= 2.71 Mcal de Energía Metabolizable

EM= Peso vivo \cdot .75 x 117 Kcal

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

EGAN= (PACT-PANT/30) x 12

La energía total fué la suma de las dos anteriores.

c) Para calcular la proteína digestible se dividió en proteína de mantenimiento, PMAN; de crecimiento, PGAN; con las ecuaciones correspondientes. Para el diseño del programa se utilizaron las recomendaciones de MAD (materia nitrogenada digestible), correspondiente a la proteína digestible y no las de proteína digestible intestino ya que las tablas francesas presentan ambas.

PMAN= Peso Actual x .6 g de Proteína digestible

Se le agregaron los mismos porcentajes de corrección que para la energía de mantenimiento de acuerdo al manejo del hato.

Proteína de Ganancia:

PGAN= Ganancia de peso diaria x 260 g de PD

La proteína total fué la suma de todas ellas

El método de cálculo de la capacidad de ingestión fué en base a su peso metabólico y multiplicándolo por 95 g 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 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 substrajo la energía y proteína del suplemento calculándose por diferencia la del forraje. Se realizaron paralelamente varios exámenes 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 exámenes 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 forrajes, (comparados con los valores obtenidos en los exámenes 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 el bovino de engorda establecidas en los países europeos. Es decir observar si las recomendaciones de volumen y calidad de los alimentos del corral de engorda 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 repetitibilidad de las recomendaciones de capacidad de ingestión, energía y proteína dentro de lo establecido por la escuela europea y si ellos correspondían a lo calculado para la engorda del Ejido Fernandez.

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

Resultados

Se engordaron 138 animales con un promedio de peso de 209 kgs al inicio de la engorda, los animales estuvieron en un solo corral y consistían en 73 animales de dominancia cebú y 65 animales de dominancia europea, la ceba tuvo una duración de 94 días; la edad promedio fue de 1.8 años de edad (DS .37 años) y la ganancia media de peso fue de 1.390 Kgs/día (DS .218 g) con un peso inicial promedio de 209 kgs (DS 30.890 kgs). El aumento total promedio fue 131 kgs durante todo el periodo de estudio.

Los resultados observados corresponden a los pesos de los diferentes grupos tratado en forma mensual (cuadro 1).

Por otro lado se observan las variaciones mensuales del peso de los bovinos a través de los 3 meses, con un promedio de peso de 350 Kg para los animales. Los datos de capacidad de ingestión global fue calculada en base a las sugerencias de los investigadores franceses y que en promedio fue de 7.680 Kg para el hato combinado, o sea el 2.2% de su peso vivo.

Para el hato combinado se calculo un consumo aproximado de 921 Kg/120 días de materia seca. La densidad energética del alimento fue de 2.4 Mcal/EM/Kg/MS.

Las variables dependientes del ensayo fueron la raza (cebú o europea); la edad (tres grupos de 1 a 1.5 años de 1.6 a 2 años y de más de 2 años); y el peso inicial (tres grupos; de 150 a 199; de 200-230 y más de 230 kgs) y las independientes la ganancia diaria de peso (gdp) y el total de kilos de aumento en los 94 días de la observación.

El tratamiento para raza mediante una prueba de "t" de Student detectó diferencias significativa ($\alpha = 0.01$) en la ganancia diaria de peso entre las dos razas siendo mayor la ganancia de peso para el ganado europeo mostrando un mejor comportamiento productivo. Se compararon las variables entre sí con correlaciones entre kg/día y raza; kg/día y edad y kg/día y peso inicial dando como resultado que el 3.2 % de las variaciones de gdp se debieron a la raza; el 10.8 % de las mismas fueron producto de la edad y solamente el 6.7% de la variación se debe a el peso inicial.

Los datos tratados para edad demostraron por análisis de varianza un diferencia altamente significativa ($P < F = 0.01$) para la ganancia diaria de peso; por lo que rechazamos la hipótesis nula $H_0 = u \text{ gdp grupo } 1 = u \text{ gdp grupo } 2 = u \text{ gdp grupo } 3$; por lo que realizamos a posteriori un análisis de comparación múltiple. Para ello se utilizó la prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 5% encontrándose diferencias significativas para la edad la inicio del estudio y la de gdp entre los animales del grupo 1 ($X = 1.207$ kgs) y los animales del grupo 3 ($X = 1.435$) como se observó en el cuadro 1.

Cuadro 1 Medias y Desviaciones Standar de gdp de los animale por edad

Edad	Media	Ds	Número
1	1.297	.192	29
2	1.399	.184	74
3	1.453	.278	35
Toda la muestra	1.391	.218	138

El análisis de varianza de los grupos en su gdp respecto al peso inicial demostró ser altamente significativos en gdp ($P>F=0.01$) por lo cual procedimos a realizar un análisis de comparación múltiple de medias de acuerdo a la prueba de Tukey detectandose una diferencia significativa en la media de gdp entre el grupo uno ($X=1.319$) y el grupo tres ($X=1.454$) presentandose el cuadro 2 con la tabla de medias y desviaciones estandar de la gdp de los animales agrupados por peso inicial.

Cuadro 2. Medias y desviaciones Estandar de gdp de los animales con respecto al peso inicial

Peso Inicial	Media	Ds	Número
1	1.319	.215	49
2	1.416	.187	55
3	1.452	.251	34
Toda la muestra	1.391	.219	138

Discusión

Los valores expresados por lo tanto corresponden a estimaciones, que sin embargo son aceptables dentro de los márgenes de error del enfoque, para la repetibilidad del rancho y el uso de la herramienta. No se pretende sugerir patrones de consumo de energía o proteína, sino solamente y en base al consumo observar si las sugerencias del INRA, (1981; 1988), corresponden a la práctica bovina de nuestras condiciones.

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 de la energía ingerida en la ración total. Recientemente se discutió así mismo, los elementos teóricos para su evaluación, que en la mayoría de los casos coinciden en que los bovinos en rápido crecimiento consumen en promedio de 2 al 2.5 kg de MS / 100 kg de peso. Aunque puede llegar según algunos investigadores a 3 Kg (Galina, et al 1985; INRA, 19887). Los datos necesarios para evaluar este consumo fueron: el estado fisiológico, de acuerdo al mes correspondiente, el peso vivo mensual, ganancia o pérdida de peso ya que existe una elevada correlación matemática, superior al 90% como lo discutió Peraza, (1987). Nuestros resultados demostraron un promedio de 2.2 kg/100 kg de peso vivo con variaciones que fueron desde 2 y 3 kg, que concuerda con hallazgos anteriores, sin embargo las necesidades de proteína para crecimiento sugieren un consumo ligeramente mayor, cercano a los 100 g/Kg de PM para los animales en nuestra observación.

Para determinar el CVA en el presente trabajo se utilizó el sistema de unidades empanzonantes que sugiere 95 g de MS/KgPM (peso metabólico) para la unidad de referencia (INRA, 1988). Los resultados fueron similares a los publicados en 1988, los cuales fueron calculados en base a ecuaciones de predicción de consumo voluntario (INRA, 1988). Así mismo el resultado de 350 kg/engorda de MS represento un 2.2 % 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 todos los meses de la observación, por lo que pensamos que un mayor consumo, cercano a los 100 g por Kg de PM permitiría un mejor manejo del consumo en estos animales, cifra que utilizaremos en futuras observaciones. El mayor consumo permitiría explicar las ganancias obtenidas en estos corrales de engorda con la calidad de forrajes utilizados para ello.

La cantidad de energía del forraje correspondió cercanamente, (ligeramente inferior) a la obtenida en los exámenes químicos proximales, la proteína digerible fué menor al promedio de los mismos estudios (80 g/Kg/MS) la diferencia, fué 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.

Para los productores en el trópico seco, la engorda en la época de secas constituye una excelente alternativa ya que se pueden adquirir animales de peso bajo con desarrollo corporal a precios competitivos, que pueden ser con eficiencia finalizados en corral de ceba. Para el productor es importante en la compra de ganado conocer las características de los animales que se adquieren en relación a un futuro comportamiento productivo.

La edad, la raza (ó grado de mestizaje) y el peso inicial son variables que les permitirían dar instrucciones a sus compradores o favorecer en el precio a animales superiores, que a su vez darían una mejor ganancia de peso.

La velocidad de crecimiento de los animales en el experimento resulto superior a la media de ganancia del trópico discutidas por Ruiz (1983) de .980 kg/gdp y cercana a los rendimientos de los corrales de engorda del Noroeste mexicano con animales europeos (1.6 kg/día), que representan las mejores gdp de nuestro país (Soto, 1984). Sin embargo la variabilidad fue enorme ya que 83 animales estuvieron por debajo de la media y 55 superaron ese promedio. De ellos el animal superior tuvo como promedio de gdp 2.080 kg y el peor del grupo solo .968 kgs gdp.

En nuestro trabajo la suma ponderada de las variaciones en el estudio fué que el 20% en la gdp se debieron a la raza, edad o peso inicial siendo la edad (10.8 %) la característica de mayor significancia para la gdp. Resultados similares a los discutidos en otros trabajos, pero que indican que seleccionar para engorda a base de estas variables tendría un efecto significativo en la gdp.

Cuando se comparó por raza, el ganado europeo demostró tener una gdp superior al cebú, datos similares a los reportados para engordas en otras entidades (Ruiz, 1983). Las cruza de cebú permitirían a los productores mantener la rusticidad de la raza y añadir velocidad de crecimiento (gdp) o también producción de leche aunque fuera sólo en ordena estacional (doble proposito).

Cuando se estudio la gdp por edad el análisis de varianza demostró que el grupo 3 (animales de más de 2 años de edad) tuvo significativamente mayor gdp que los animales del grupo 1 (de 1 a 1.5 años). Los animales más grandes tienen un mayor desarrollo que les permite una mayor gdp.

Cuando comparamos por peso inicial también hubo una diferencia significativa entre los animales del grupo 1 (de 150 a 199 kgs) comparados con los del grupo 3 (más de 230 kgs al inicio); lo que demostró que los animales de mayor peso fueron también los de una mayor gdp, no obstante que por el crecimiento compensatorio los productores piensan que animales flacos con desarrollo de caja tienen una mayor gdp.

Finalmente la ganancia de peso al primer mes fue la mayor de las tres registradas, la introducción de un grupo de animales a condiciones favorables de ceba, produjo un aumento inicial

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

importante, hasta que alcanzan su peso compensatorio, posteriormente la velocidad de crecimiento depende mayoritariamente de un aumento de masa muscular corporal que se forma en el animal con mayor lentitud.

Conclusiones

Dentro de nuestras condiciones de trabajo los bovinos tuvieron un consumo voluntario aparente de 100 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 las derivadas de subproductos de la caña de azúcar.

No obstante nuestros resultados parecen indicar que los animales con algún grado de mestizaje europeo, mayores de 2 años y de más de 230 Kgs al inicio de la engorda se comportarían de manera superior con gdp cercanas a los 2 kgs en condiciones de alimentación similares.

Con dietas de 33% de caña de azúcar, 33 % de gallinaza y 33% de sorgo en materia seca y melaza se obtienen un crecimiento adecuado a un costo competitivo.

Bibliografía

- Cervantes N., 1984, Typologie des systemes d'élevage bovin dans l'état de Colima (Mexique), Ecole Supérieure Agronomique de Montpellier y Universidad de Colima.
- Cervantes N., Choisis J.P., 1987, Diagnóstico dinámico en explotaciones bovinas de doble propósito en el estado de Colima - Resultados reproductivos y de producción, Departamento sistemas de producción - Universidad de Colima
- Cervantes, N. 1988. Fonctionnement des élevages bovins mixtes, en milieu tropical mexicain. (Etat de Colima). Analyse zootechnique et diversité génétique prospective d'amélioration. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Doctorat. Montpellier, Francia
- Choisis J.P., Cervantes N., Galina M., 1987 Diagnóstico dinámico en unidades de doble propósito en el trópico seco (Colima), Reunión de Investigación Pecuaria México: 294
- Choisis, J.P. 1988 . Fonctionnement des élevages bovins mixtes, en milieu tropical mexicain. (Etat de Colima). Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Doctorat. Montpellier, Francia
- Complete Statistical System, CSS. 1987. StatSoft. Tulsa, Oklahoma, USA
- Galina, H.M.A., J.M.Palma, E.Silva y J.Hummel. 1990a. Evaluación del consumo voluntario aparente en vacas lecheras mediante un modelo de simulación. III Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria del Estado de Colima. Colima, México :169-176
- Galina, H.M.A., E.Silva, J.M.Palma y J.Hummel. 1990b. Análisis de los sistemas ganaderos del Estado de Colima. III. Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Estado de Colima, México :150-157
- Galina, M. 1990. Alimentación de los rumiantes. Curso sobre nutrición de rumiantes. SARH-Universidad de Colima. (Mimeografiado), Colima, México.
- Galina, M. 1991. Sistemas de Producción. Editorial UNAM Universidad de Colima, México.
- Galina, H.M; J.M.Palma; E.Silva y J.Hummel. 1991. Consumo voluntario aparente en bovinos con el método de unidades empanzonantes. Avances en Investigación (Agropecuarias) vol 14:75-91
- García-Trujillo, R., y O.Cáceres. 1984a. Nuevos métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. Energía. Pastos y Forrajes 7: 121-130
- García-Trujillo, R., y O.Cáceres. 1984b. Nuevos métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. Proteína. Pastos y Forrajes 7: 261-272
- García-Trujillo, R., y O.Cáceres. 1984c. Nuevos métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. Validación de los sistemas energéticos. Pastos y Forrajes 7: 421-437
- García-Trujillo, R., y O.Cáceres. 1985. Nuevos métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. Consumo. Pastos y Forrajes 8: 449-470
- INRA. 1981. Alimentación de los Rumiantes. Edit. Mundi Prensa, Barcelona Espana.
- INRA, 1984. Alimentation des Bovins. ITEB. Paris. Francia.

- INRA. 1985. L'Alimentation des Ruminants. INRA Versaille. Francia
- INRA. 1988. Alimentation des Bovins, Ovins, et Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris, Francia.
- INRA. 1988. Tables de L'Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris. Francia.
- Morfin, L. 1989. Bromatología. Manual de laboratorio. FES-C.UNAM. Departamento de MVZ.
- National Research Council, 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. VI Edition. National Academy Press. Washington, D.C.
- Palma, G.J.M. y Galina, M. 1991. Estimación del consumo de alimentos a partir del nivel de fibra cruda de la ración. Alimentación y Nutrición de Rumiantes. SARH-Colima; U. de Colima: 23-26.
- Ruiz, M. 1983. Fattening steers under grazing conditions. Beef Cattle Science Handbook, Vol 19. Int. Stockmen's School: 962-973
- Ruiz, R. y Menchaca, M. 1990. Modelo matemático del consumo voluntario en rumiantes. 2 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
- Soto, F.G. 1984. Ralgro an anabolic agent to increase meat production. Beef Cattle Science Handbook. Vol 20. Int Stockmen's School: 693-700
- Xande, A., R. García-Trujillo y O. Cacaes. 1985. Tablas del valor alimenticio de los forrajes tropicales en la zona caribe. INRA-Francia. ICA-Cuba.