

Nº/60  
RES.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

" IMPORTANCIA DE LA ENERGIA Y PROTEINA DE LA DIETA SOBRE LAS CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE BAJO SISTEMA DE CONFINAMIENTO". ESTUDIO RECAPITULATIVO

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
JUAN JOSE MARTINEZ MARTINEZ

ASESOR M. V. Z. ALFREDO KURT SPROSS

MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON  
FALLA DECORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

Resumen	I
Introducción.	II
Procedimiento.	III
Sistema digestivo.	1
La energía en la alimentación de bovinos productores de carne	8
Efecto de la energía en el consumo de alimento.	17
Efecto de la energía en la ganancia de peso.	23
Efecto de la energía en la conversión y eficiencia alimenticia	30
Relación entre la forma física del forraje y su valor energético	35
La proteína en la alimentación de bovinos productores de carne.	38
La relación energía proteína en la alimentación de bovinos productores de carne.	45
Las relaciones entre el tipo de fermentación en el rúmen y la eficiencia de la energía absorbida .	49
Efecto de otros carbohidratos sobre la digestión de la celulosa en el rúmen.	54
Conclusiones.	58
Literatura citada.	59

## RESUMEN.

Importancia de la energía y proteína de la dieta sobre las características productivas de bovinos productores de carne bajo sistema de confinamiento - Estudio recapitulativo.

P.M.V.Z. Martínez Martínez Juan José

Asesorado por el M.V.Z. Alfredo Kurt Spross.

Ante la necesidad de contar con una recopilación actualizada y en español sobre la influencia de la proteína y energía en las características productivas (ganancia de peso, consumo de alimento conversión y eficiencia alimenticia), en ganado productor de carne confinado, así como el valor energético de los alimentos comúnmente usados en las dietas para este tipo de ganado, y el efecto que tienen algunos carbohidratos principalmente almidón sobre la digestión de la celulosa.

Se revisó la información hemerográfica y bibliográfica (de 1972-1988) disponible en la biblioteca de la F.M.V.Z. UNAM, FES- Cuautitlán, Instituto de Investigaciones Biológicas y escuela de agricultura (Chapingo) Así mismo se utilizó el servicio de informática del Centro de Investigación Científica y Humanística (CICHA).

Finalmente se analizó en forma breve la información obtenida y se dan las conclusiones.

## IMPORTANCIA DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE.

### INTRODUCCION.

El incremento acelerado de la población humana aumento la demanda de alimentos de origen animal ejerciendo una presión enorme sobre la producción-agropecuaria la que tendra que aumentar tanto en área como en eficiencia. La mejora en eficiencia tendra que lograrse sobre todo en países en desarrollo, ya que a pesar de que estos cuentan con la mayoría de la superficie cultivable y de la población avipecuaria producen menos de la mitad de los satisfactores agropecuarios del mundo.

En el caso de la producción pecuaria, su explotación mas racional mediante la aplicación de los conocimientos tecnológicos disponibles, y la adaptación de tales conocimientos a las situaciones sociales, políticas y ecológicas de cada país, permitirá aumentar, a corto plazo la oferta de proteínas y de subproductos de origen animal.

Una de las especies pecuarias que insiden en la alimentación humana es el ganado bovino productor de carne; en la explotación de este se lleva a cabo por los sistemas de producción: Intensivo, semiintensivo y extensivo; cada uno de ellos presenta variantes algunas de las cuales pueden considerarse como sistemas intermedios.

El sistema intensivo se lleva a cabo en confinamiento total, iniciandose en los E.U.A., estas industrias se encuentran ubicadas en áreas cercanas a las zonas productoras de grano, ya que la base en la alimentación de este ganado son los cereales (maíz y sorgo principalmente).

La popularidad de este sistema no es tan elevada en los países en vías de desarrollo dada la escases y alto costo de los alimentos (granos, pastas de oleaginosas y forraje de corte), sin embargo la adaptación del sistema puede ser recomendable si se hace por periodos cortos (90-120 días) y con el empleo de esquilmos agricolas (pajas y rastrojos), subproductos agroindustriales (pulpas, bagasos y melasas), deshechos pecuarios (estiercol y gallinasa) y Nitrogeno No Proteico (NNP) (urea sales de amonio), como base en la alimentación con la que tal vez no se logren aumentos diarios elevados pero el costo de los mismos sera menor. Probablemente el periodo adecuado para emplear este método sea la finalización (300kg, hasta el mercado) de animales provenientes ya sea de praderas o de agostadero. (104,105)

**PROCEDIMIENTO.**

El presente estudio recapitulativo se basó en la información obtenida -  
de artículos científicos, memorias de seminarios y libros publicados -  
en los diversos índices especializados desde 1972 hasta 1988 y que fue -  
ron disponibles en la hemeroteca de la Facultad de Medicina Veterinaria -  
y Zootecnia UNAM., FES-Cuautitlán , escuela de agricultura (Chapingo), -  
Instituto de Investigaciones Biomédicas y el Centro de Información Cien -  
tífica y Humanística (CICH). -  
Recopilada la información se organizó por capítulos para facilitar su -  
estudio y comprensión. -

## I.- SISTEMA DIGESTIVO.

Los animales de estómago simple tal como cerdos, equinos tienen relativamente baja capacidad en el tracto alimentario, consistiendo de estómago e intestinos (delgado y grueso), además de glándulas accesorias. En estos animales la digestión es mayormente enzimática, y poco aporte es hecho para la digestión de forrajes, por lo tanto, la dieta consistirá principalmente de concentrados ó alimentos bajos en fibra cruda. Contrastando con los rumiantes con estómago compuesto y sistema digestivo complejo.

El rumiante tiene 4 compartimientos gástricos siendo:

Rúmen ó panza.- primer compartimiento del estómago compuesto - siendo semejante a una gran cámara de fermentación donde la mayoría de las fracciones de carbohidratos de la dieta son convertidos a ácidos grasos volátiles.

La regulación de la fermentación y motilidad son descritos para conocer la estructura dentro del cual las oportunidades y problemas de la nutrición intensiva en rumiantes puede ser considerada.

El animal rumiante mantiene condiciones favorables para un crecimiento microbial en el rúmen transformandose en nutrimento por los productos de fermentación.

El alimento fermentado necesita ser masticado, amortiguado, mezclado conservado a un nivel de temperatura e impulsado hacia el intestino para ser absorbido. Los movimientos del rúmen están apropiadamente controlados por una combinación de mecanismos centrales y locales.

El rúmen constituye cerca del 80% del total de la capacidad del estómago en ganado adulto contiene de 190 - 220 litros. Unido al rúmen esta el 2º y 3º compartimiento, el retículo y el omáso ó líbrillo, los cuales constituyen 5 y 7 ó 8% respectivamente de la capacidad total del estómago en animales maduros. Los 3 compartimientos tienen una abertura o vía de paso común llamada ranura esofágica a través del cual los fluidos pueden pasar libremente. La función del retículo no es muy entendida, pero se conoce que en el omáso es el sitio donde mucha agua del rúmen es absorbida antes de pasar al 4º compartimiento llamado abomáso ó estómago verdadero.

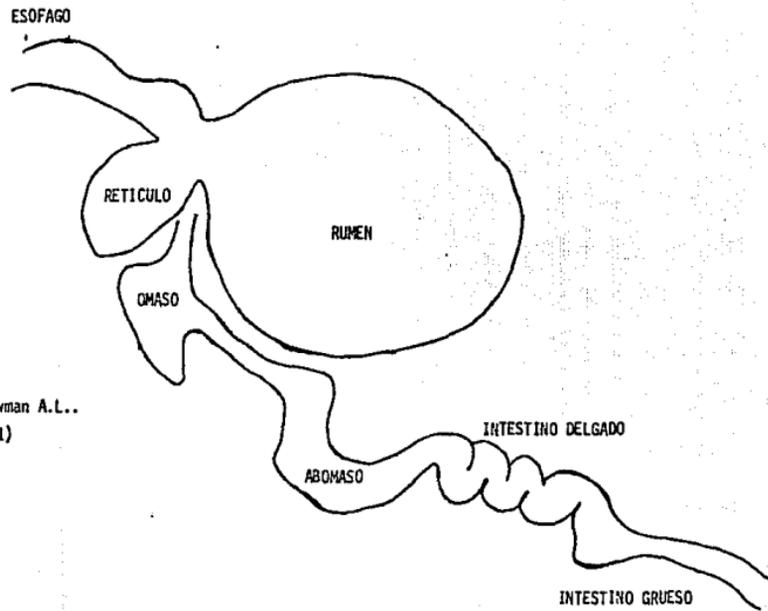
El abomaso el cual contiene cerca de 7 - 8% del contenido total del estómago, su función es similar al de los animales de estómago simple, donde la digesta es acidificada a un pH de 2 a 3 por la secreción de jugo conteniendo ácido clorhídrico. El resto de la digesta ácida pasa a duodeno y yeyuno superior. En el intestino, la digestión y absorción de proteínas, grasas, azúcar y almidón, éstos como residuo de la fermentación ruminal, siendo principalmente enzimática.

La principal función del intestino grueso es la reabsorción de agua, Na y Cl.

El rúmen puede ser considerado como una extraordinaria cámara de fermentación bien regulada. Esto permite una relación simbiótica entre los microbios y su hospedador. Los microbios se benefician del hospedador por el aporte de un sustrato, tal como la ingestión de alimento y un medio ambiente favorable en el cual la fermentación permite su crecimiento continuo. El hospedador se beneficia de la fermentación por los microbios, de otro modo la parte de la fibra de la planta sería indigestible.

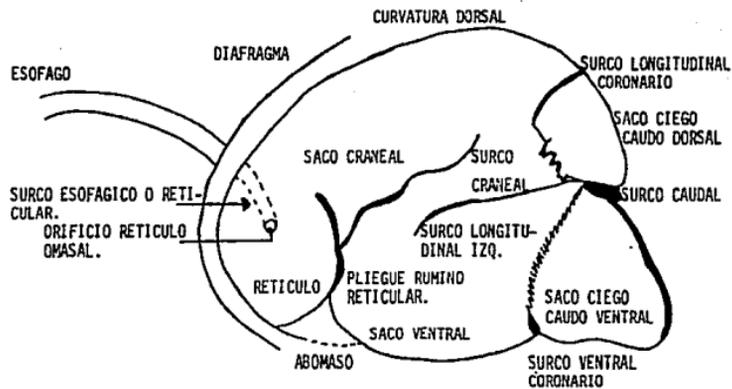
Dentro del tracto digestivo del rumiante el rúmen es el principal órgano donde la demanda de nutrientes y el apetito se traduce en un comportamiento ingestivo. El alimento es seleccionado, tomado, masticado y deglutido, siendo en gran parte reducido en el tamaño de sus partículas causando la liberación de material soluble. Esta colonización microbiana ayuda y fomenta los residuos indigestibles para que fluyan libremente hacia el intestino. Al mismo tiempo grandes cantidades de saliva son adicionadas, llevando el alimento en una suspensión fluida. La saliva también contiene surfactantes químicos para reducir la tensión superficial y moco para lubricar el bolo. Los forrajes grandes y raíces son reducidos de tamaño y ensalivados conteniendo 78 a 93% de agua antes de ser deglutidos. Por otro lado las dietas peleteadas y harinas son fácilmente deglutidas, con sumidas más rápidamente y mucho menos saliva es adicionada, esto puede influenciar adversamente la digestión ruminal.(54).

ESQUEMA DE LAS PARTES PRIMARIAS DEL SISTEMA DIGESTIVO EN RUMIANTES.



Fuente: Newman A.L..  
(81)

ESQUEMA DE LAS PARTES PRIMARIAS DEL SISTEMA DIGESTIVO EN RUMIANTES.



Fuente: Church, D.C.

(16)

El rúmen tiene un saco dorsal y otro ventral que comunica libremente uno con otro a través de una gran abertura rodeada por pilares musculares. Los pilares anterior y posterior están especialmente bien desarrollados y son poderosos. Existe también un par de pilares longitudinales, coronarios dorsales y coronarios ventrales.

Rúmen y retículo.- cualquier cosa deglutida de una forma normal en el rumiante adulto, va al saco dorsal anterior del rúmen. Algunos de los alimentos más pesados pasan rápidamente a retículo. Las ingestas más ligeras junto con la mayor parte de las más pesadas se almacenan en el rúmen, elevándolo gradualmente aunque no totalmente, existiendo gas sobre la masa de alimento.

#### FERMENTACION EN EL RUMEN Y SU REGULACION.

En un sistema no controlado tal como el ensilado amontonado, la fermentación es detenida por el agotamiento del sustrato o por acumulación de productos finales los cuales elevan la acidez, presión osmótica y temperatura.

La fermentación continúa en el rúmen es llevada a cabo por el mantenimiento más o menos estable de aporte de sustratos y salida de residuos, por la mezcla de ingesta fermentada y por la eliminación de productos finales. Los nutrientes microbiales no solo son ingeridos como alimento son también aportados como sales salivales, especialmente fosfato, y urea sanguínea entrando al rúmen vía saliva o a través del epitelio ruminal. Los ácidos grasos volátiles de la fermentación de carbohidratos junto con el exceso de amoníaco es usado en la síntesis de proteína microbial.

Algunos ácidos son neutralizados por álcalis salivales y de la dieta, el gas es eliminado por eructo o absorción. La osmolaridad se mantiene alrededor de 250 mOsm/litro por la permeabilidad de la pared del rúmen para que el agua y el calor producido por la fermentación sea eliminado por absorción.

#### CONTRACCION DEL RETICULO RUMEN.

El retículo rúmen muestra dos secuencias principales de contracción, un movimiento hacia atrás mezclado con una contracción que es de naturaleza peristáltica y ocurren a intervalo de un

minuto aproximadamente, y un movimiento hacia adelante antiperistálticas contracción de eructo.

La frecuencia, vigor y lo completo de cada secuencia depende del estímulo generado por la masa fermentada del alimento en el rúmen de modo que las contracciones lentas y débiles son durante intervalos de comidas. La mezcla de contracciones pasan la digesta fluída, presente en el retículo y saco craneal del rúmen de una parte a otra entre los dos compartimientos. El orificio retículo omasal se relaja durante la segunda fase de la contracción doble del retículo, permitiendo el paso de la digesta hacia el omáso. Cuando la dieta contiene forrajes largos, el material fibroso tiende a ser retenido en el compartimiento principal del rúmen.

La rejurgitación durante la rumia ocurre por una contracción extra del rúmen que precisamente presede a una secuencia normal asociada. El orificio del cardias se relaja y la aspiración de la digesta al esófago mas bajo es lograda por contracción simultanea de los músculos abdominales y reducción de la presión torácica por un movimiento inspiratorio con la glótis cerrada, la antiperistalsis lleva el bolo a la boca.

El proceso de rumia es estimulada por la presencia de fibra en el rúmen y su duración se reduce cuando se da dieta finamente molida, al igual que cuando el rúmen solo contiene líquido.

#### CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS DEL RETICULO RUMEN.

Son de importancia tres factores: Mecanismos centrales y reflejos que operan a través de centros gástricos en la medula oblongada.

Mecanismos intrínsecos dependientes del plexus mesenterico de la pared del rúmen; y mecanismos hormonales influenciados por controles centrales e intrínsecos. Los centros gástricos asociados con el núcleo vagal parece incluir ambas proporciones y la amplitud de los circuitos.

Los centros estan sujetos a influencias exitatorias e inhibitorias originadas central y periféricamente. La estimulación del estómago mismo es especialmente efectiva en controlar su motilidad, moderar su distensión y el estímulo táctil del retículo rúmen, la acidez del abomáso es exitatoria, el severo alargamien.

to incluyendo distensión del abomaso ó condiciones de acidez ruminal que promueven absorción de ácidos grasos volátiles, son inhibitorios. El medio ambiente frío también estimula la motilidad del rúmen y la propulsión del alimento.

Las especies hervíboras presentan modificaciones en sus estómagos y/o intestino: que les permite usar la celulosa y otros polisacáridos vegetales tales como la hemicelulosa. La celulosa es un carbohidrato estructural básico en casi todos los vegetales y es uno de los compuestos orgánicos más abundantes de que disponen los animales terrestres hervíboros. La utilización de esta gran fuente potencial de energía es deseable y necesaria, si es posible que las enzimas digestivas actúen sobre el contenido de las células vegetales.

Muchas bacterias producen enzimas celolíticas capaces de hidrolizar la celulosa en celobiosa ó glucosa. Como los hervíboros no son capaces de producir por sí mismos enzimas celolíticas, han desarrollado sistemas para utilizar indirectamente la celulosa y polisacáridos vegetales semejantes convirtiéndose en huéspedes de microorganismos simbióticos.

El estómago de los rumiantes se divide en cuatro compartimentos (rúmen, retículo, omaso y abomaso). El retículo y rúmen se unen por un repliegue de tejido (repliegue retículo-rúmen) determinando que la ingesta pueda pasar libremente de uno a otro. La mayor parte de la actividad microbiana tiene lugar en el retículo rúmen. (16).

## II.- LA ENERGIA EN LA ALIMENTACION DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE.

La energía, es generalmente definida como la capacidad potencial para producir un trabajo, es una abstracción que puede ser medida solo en su transformación de una forma a otra. Los nutriólogos en animales están interesados principalmente en dos formas de energía: La química y la calorífica. La energía aportada a los animales en forma química puede ser transformada a calor cuando se utiliza para sostener los procesos vitales de vida, al macenada en forma química en el caso de crecimiento o engorda. Cuantificando este cambio de energía en los animales, es la base en el campo de la nutrición energética.

La primera y segunda ley de la termodinámica sostiene que todas las formas de energía son cuantitativamente convertidas a calor.

Clásicamente, todas las mediciones de cambio de energía realizadas por nutriólogos fueron hechas y expresadas en términos de energía calorífica o calorías. La caloría es retenida como la unidad básica de energía calorífica, el joule (J) adaptado en el sistema internacional de unidades, siendo la unidad para expresar la energía eléctrica, química y mecánica, posteriormente la mayoría de las revisatas sobre nutrición lo adoptaron como la unidad básica para expresar la energía. El joule es definido por el sistema métrico internacional como  $1\text{Kg}\cdot\text{m}^2/\text{seg}^2$ . La caloría nutricional equivale a 4.184 J. Todas las mediciones de energía son definidas de unidades métricas fundamentales masa (Kg), distancia (m) y tiempo (seg.).

El mayor objetivo de la nutrición energética es trazar un sistema conveniente y exacto para predecir el balance de energía basada sobre el peso corporal, sexo, actividad, estado fisiológico, medio ambiente y cantidad y valor nutritivo de los alimentos ingeridos.

Los comités comisionados por el National Research Council (NRC) y el British Agricultural Research Council (ARC), han revisado grandes cantidades de datos experimentales sobre metabolismo energético formulando sistemas para predecir los requerimientos de energía y de alimento. (35,90)

De acuerdo a la primera ley de la termodinámica, ley de la conservación de la energía, debe cumplirse la siguiente relación:

$$E.C = EF + EG + EU + EP + CP + ER$$

E.C = Energía contenida del alimento.

E.F = Energía fecal.

E.G = Energía en los gases.

E.U = Energía urinaria.

E.P = Energía en secreciones de la piel.

C.P = Producción de calor.

E.R = Energía retenida en productos y tejido.

E.D = Energía digestible.

E.M = Energía metabolizable.

Observandose un incremento en la magnitud en cualquiera de estos factores, - debe haber una disminución similar en otro u otros, ó un aumento en el con - sumo. Todas las técnicas de balance de energía y los sistemas que se emplean - para describir la relación entre necesidades energéticas de los animales y - la capacidad para suplirlas se basan en esta ecuación general.

Substituyendo la ecuación general de manera que E.R sea la variable depen - diente, se tiene:

$$E.R = E.C - (E.F + E.G + E.U + E.P + C.P)$$

$$Si: E.D = E.C - E.F$$

$$E.M = E.D - (E.G + E.U + E.P)$$

$$Por lo tanto: E.R = E.M - C.P$$

Es decir el balance energético de un animal es la diferencia entre la ener - gía metabolizable consumida y el calor total producido, que es aquella fra - cción de la energía consumida que se transfiere desde el cuerpo del animal - hacia el medio que lo rodea en forma de energía radiante. (97,98)

#### DIGESTION DE LOS ALIMENTOS EN EL RUMEN.

Ordinariamente el rúmen aporta un ambiente ideal como temperatura, humedad - y aporte de nutrientes para la vida microbial lo cual constituye arriba de - 100 billones de bacterias/g. de contenido seco del rúmen y un poco menos - de protozoarios. Estos microorganismos inician la digestión de forrajes, - granos y melazas los cuales constituyen la fuente principal de carbohidra - tos en el bovino productor de carne. La digestión es básicamente un proce - so de fermentación de los substratos alimenticios obteniendo como producto - final ácidos grasos volátiles (Acido acético, propiónico y butírico). (22,36,67,80,109).

Según estimaciones hechas indican que 75-85% de los carbohidratos diges - tibles pueden ser convertidos a ácidos grasos volátiles y el resto perder - ce como calor y metano. (80,109)

por otra parte la proporción de ácidos grasos volátiles en el rúmen varía ampliamente y es afectada por varios factores tales como: Proporción de forraje, nivel de consumo, frecuencia alimenticia y tipo de cereal.

(33,81,104)

La absorción de ácidos grasos volátiles a la corriente sanguínea es a través de la pared ruminal, su función en el rumiante es como fuente principal de energía, la cual permite que se lleven a cabo los eventos fisiológicos en los diferentes tejidos y sistemas, además de las funciones productivas, en este caso producción de carne. (21,33,69,78,81,91,110,120)

Se han realizado varias clasificaciones para dividir a los carbohidratos pero la más relevante en el caso de rumiantes es la propuesta por (91) él divide a esta gran familia en:

a) Extracto libre de nitrógeno. (E.L.N)

b) Fibra cruda. (F.C)

El E.L.N. incluye la mayoría de los carbohidratos solubles monosacáridos, disacáridos y almidón.

La fibra cruda incluye la porción más insoluble como la celulosa y lignina esta última no es un carbohidrato verdadero pero se incluye por estar siempre asociada con la celulosa.

Existen varios términos usados para expresar el valor energético de un alimento o los requerimientos del animal definidos a continuación.

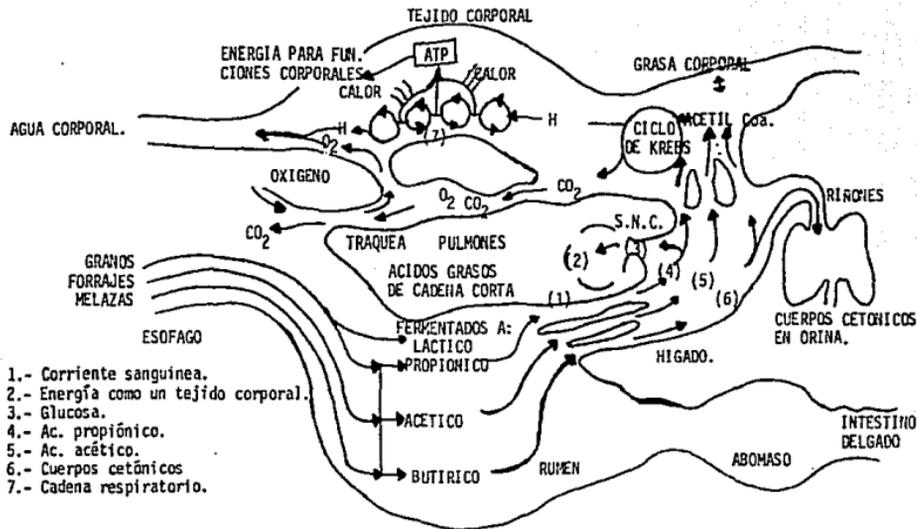
Caloría (Cal).- Se define como la cantidad de calor requerida para incrementar la temperatura de un gramo de agua de 16.5 a 17.5 grados centígrados.

Una kilocaloría, abreviada como kcal (y en algunos lugares como Cal), equivale a 1000 calorías. La megacaloría, que se abrevia Mcal (y que algunas publicaciones describen como therm), es equivalente a 1000 kilocalorías, o a un millón de calorías.

En la literatura europea es común el empleo del joule, kilojoule y el megajoule (abreviados como J, KJ y MJ respectivamente) como unidades energéticas. Un joule equivale a 0.239 calorías (o si se prefiere, una caloría es igual a 4.184 joules). (33,91)

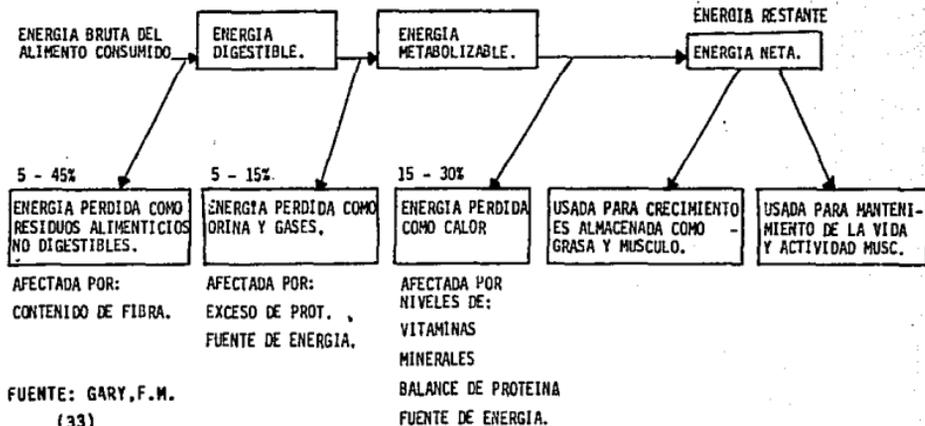
La combustión de un alimento en presencia de oxígeno, resulta en producción de calor. El calor producido por esta combustión es medido como calorías y es llamado contenido total de energía o energía bruta de un alimento.

DIGESTION Y METABOLISMO ENERGETICO EN RUMIANTES.



Fuente: Gary, F.H.  
 (33)

## DIVISION Y PERDIDA DE ENERGIA EN EL BOVINO



El cuerpo obtiene energía para sus procesos fisiológicos como latido cardíaco, función de otros órganos, actividad muscular o para síntesis de nuevos tejidos por el metabolismo de glucosa y ácidos grasos volátiles. Dentro de la nutrición animal se usan los siguientes términos que serán definidos:

Energía Bruta.- (E.B) representa el total de energía combustible en el alimento, siendo expresada en kcal o Mcal/kg, es también llamada calor de combustión.

Energía Digestible.- (E.D) parte de la energía bruta no excretada en heces expresada en kcal. Mcal/kg. Calculada por la resta de la energía perdida en heces, de la energía bruta del alimento y dividiendo este resultado por los kg. de alimento consumido.

Total de Nutrientes Digestibles (T.N.D) porción de las fuentes de energía (carbohidratos, proteínas y grasas) en un alimento, que no son excretadas en heces, es decir es equivalente a la E.D, el T.N.D. es expresado en %.

Energía Metabolizable (E.M) representa aquella fracción de la E.B que no se pierde en heces, orina y gases, expresada en kcal o Mcal/kg. El valor de E.M es determinada en forma similar a la E.D con la pérdida de energía en orina y gases, siendo medida restando estas pérdidas junto con la pérdida en heces del total de E.B y dividiendo dicho valor entre los kg de alimento consumido.

Energía Neta (E.N).- representa la fracción restante de energía del alimento después de la pérdida en heces, orina, gas y calor, se resta de la energía bruta, expresada en kcal o Mcal/kg.

Un alimento tiene dos valores de E.N para ganado productor de carne:

E.N  $\begin{cases} \rightarrow$  Energía neta para mantenimiento (E.Nm) \\ \rightarrow Energía neta para ganancia (E.Ng)

E.Nm.- Representa la energía por kg. de alimento que es disponible para soportar las funciones de mantenimiento tales como: Latido cardíaco, función de otros órganos y trabajo muscular.

E.Ng.- Representa la energía por kg. de alimento que es disponible para soportar el crecimiento de tejido corporal depositado como ganancia de proteína y grasa en ganado productor de carne. (33,91)

La cantidad almacenada de energía por el animal se puede determinar midiendo la cantidad de proteína y grasa almacenada, esto calcula las calorías (potencial de calor) que el músculo y grasa tisular contienen. Conociendo el contenido de energía de grasa y músculo depositada por el ganado durante el crecimiento, la energía neta requerida para una ganancia dada de peso puede ser calculada. De esta manera los requerimientos de energía por el ganado son expresados en cal.

Por otro lado no toda la energía de la dieta es usada productivamente en el cuerpo, porque a través de varios procesos digestivos y metabólicos un gran porcentaje de esta se pierde en heces, orina, gases y producción de calor. (33,91,120)

El objetivo principal en la formulación de raciones es hacer una combinación de alimentos que den un mínimo costo a la producción de carne bovina. La utilidad de la energía en los alimentos debe ser conocida ante una ración de costo mínimo. Por consiguiente conviene considerar el significado económico para seleccionar el sistema que mejor describa la energía útil en los alimentos y una de las principales consiste en relacionar esos valores del alimento a los requerimientos del ganado productor de carne. (33,41)

Los requerimientos del animal se han subdividido en dos valores de energía neta: La energía neta disponible o requerida para mantenimiento ENm y la energía neta requerida para crecimiento ENg.

Las dos mayores ventajas de energía neta son:

Los requerimientos del animal quedarán como energía neta, son independientes de la dieta, no están ajustados para diferentes proporciones concentrado:forraje.

Los requerimientos para mantenimiento son estimados separadamente del alimento necesario para las funciones productivas.

Se puede considerar una relación entre los valores de E, D, E, M y E, N del alimento, siendo estimada en Mcal/kg M.S.

$$E.M = 0.82 E.D \text{ (NRC, 1976; ARC 1965)}$$

$$E.Nm = 1.7 E.M - 0.138 E.M^2 + 0.0105 E.M^3 - 1.12 \text{ (Garret 1982 a)}$$

$$E.Ng = 1.42 E.M - 0.174 E.M^2 + 0.0122 E.M^3 - 1.64 \text{ (Garret 1982 a)}$$

Los requerimientos de energía para mantenimiento son definidos como la cantidad de energía del alimento que no se perdiera o es acumulada como energía corporal.

La energía neta requerida para mantenimiento es la cantidad de energía -  
equivalente a la producción de calor en ayuno. Los requerimientos de E.M.  
de ganado productor de carne han sido estimados como  $77 \text{ kcal/W}^{0.75}$ . W es -  
el peso corporal en kg. (Jofgreen y Garret 1968; Garret 1980a).

Los requerimientos estimados por esta expresión son mas aplicables para -  
animales confinados en un medio ambiente sin estres con mínima actividad.  
Existe variación en los requerimientos de mantenimiento basados en sexo -  
y raza (Garret, 1971; Frish y Vercos 1977; Webster, 1978). La edad -  
fisiológica tambien tiene una influencia (Geay, 1982). La magnitud de -  
estos factores parece ser de 3 a 14%. (84,98)

El medio ambiente climático puede ejercer varios y marcados efectos so -  
bre el balance energético de los animales ya sea reduciendo la E.M, au -  
mentando el calor de producción o ambos.

La relación entre el animal y el medio ambiente climático empieza por -  
definir la Zona Termo Neutral (ZTN), tambien denominada zona de confort -  
o de indiferencia térmica, que es la Temperatura Ambiente Efectiva (TAE)  
en la que la producción de calor de un animal esta equilibrada con su -  
disipación hacia el ambiente, sin que el animal tenga que recurrir a -  
mecanismos físicos o fisiológicos para conservar o disipar calor.

Bajo la ZTN se encuentra la zona fría, en la que el animal utiliza par -  
te del calor de producción para mantener su temperatura corporal. Si la -  
temperatura ambiente continúa disminuyendo dentro de la zona fría, los -  
animales muestran cambios físicos (postural) y fisiológicos (aislación -  
térmica y vaso constricción periférica) que disminuyen las pérdidas de -  
calor y solo cuando éstos mecanismos dejan de ser efectivos (tempera -  
tura crítica interior), se observa un aumento en la tasa de producción -  
de calor (termogénesis), relacionada con un incremento en el metabolismo  
basal. A medida que la (TAE) se incrementa hacia el límite superior de -  
la ZTN, el animal se encuentra en la zona cálida y recurre a mecanismos -  
pasivos para disipar el exceso de calor (vasodilatación periférica y -  
cambios de postura). Posteriormente, el animal debe recurrir a mecanis -  
mos activos de disipación de calor (sudoración e hiperventilación),  
cuando esto ocurre se esta sobrepasando la Temperatura Crítica Superior  
(TCS). (98)

Como el manejo de los alimentos es de gran beneficio para la industria de carne, como ha sido para la industria lechera en periodos de altos costos alimenticios (Bath y Bennet 1980). La alternativa aceptable para E.Nm y E.Ng podra ser desarrollada para este propósito en la forma de un solo valor de energía determinandolo solo por la composición física y química del alimento y no por el nivel de producción. Por consiguiente la formulación de dietas usando una sola forma de energía o los valores para satisfacer las necesidades de E.Nm y E.Ng dará resultados idénticos. Por lo anterior se formuló la hipótesis siguiente: El calor producido por un organismo puede atribuirse a tres metabolismos que son: El metabolismo de ayuno, el metabolismo por depósito de proteína y grasa tisular y metabolismo por asimilación de alimentos. La introducción de este último metabolismo dentro del balance de energía depende de la relación entre el metabolismo del sistema gastrointestinal y la calidad y cantidad de los alimentos. (41)

Dentro de los requerimientos de energía para mantenimiento (Taylor et al) computo un coeficiente de variación fenotípica de 6.4, también una heredabilidad estimada de los requerimientos de energía de .31.

Estos hallazgos genéticos indican que puede ser posible cambiar los requerimientos de energía a través de selección genética. La presión de selección para ganancia de peso diaria o producción de leche está probablemente relacionada a la producción de calor en ayuno, y el potencial genético para estas dos variables asociado a una mayor actividad metabólica. (Jenkins et al) 1986. Así, el esfuerzo para mejorar la eficiencia energética en ganado productor de carne puede resultar en proporciones más bajas de crecimiento o reducir la producción de leche. (26)

### III.- EFECTO DE LA ENERGIA EN EL CONSUMO DE ALIMENTO.

Los mecanismos que determinan el apetito y la saciedad esto es el consumo voluntario en rumiantes no son muy conocidos. (11,50,90,105)

El control del consumo de alimento requiere la integración de varios indicadores incluyendo necesidades de energía inmediata y a largo plazo. (3,73,105)

En los rumiantes los factores que se han relacionado con los requerimientos energéticos y por consiguiente al consumo voluntario son los siguientes: Temperatura corporal, trabajo, metabolismo basal, crecimiento y densidad calórica del alimento. (105) , los rumiantes ajustan el consumo voluntario de alimento en relación a la demanda fisiológica de energía esto si la carga del rúmen no limita dicho consumo como sucede con dietas de forraje de baja calidad. (11,13,50)

Los productos finales de la digestión en el rúmen como son los ácidos grasos volátiles y otros metabolitos como el acetato en rúmen y propio nato en hígado influyen en el consumo de alimento. (8,50,90) encontrándose que una mezcla de ácidos grasos volátiles reducen dicho consumo. (22) Por otro lado la evaluación alimenticia se ha usado para predecir el consumo y digestibilidad de un alimento solo por su composición química. (11,73) como parte de la energía de la dieta es usada para mantener la actividad fisiológica del organismo, se enunciarán otros mecanismos que controlan el consumo de alimento de una revisión hecha por (3) tales como:

Control por el sistema nervioso central.

Neuroanatomía.- El hipotálamo es una área del cerebro clásicamente asociada con el consumo de alimento.

Neurotransmisores.- La actividad a lo largo de la vía neural puede ser mediada por neurotransmisores presentes en el cerebro.

Neuropeptidos.- Evidencias recientes sugieren que los neuropeptidos es tan activamente involucrados en varios comportamientos, siendo una área de interés creciente.

Colesistoquinina.- Uno de varios peptidos establecidos originalmente en el tracto gastrointestinal y subsecuentemente en el cerebro, es el peptido que mas esta involucrado en la explicación de la saciedad.

El consumo de alimento es un gran factor que influencia la tasa de ganancia en el lote de engorda, esto se debe a las altas necesidades de energía para la formación de tejidos. (3,49,50)

En rumiantes en crecimiento o engorda algunos autores han mostrado una relación curvilínea entre energía retenida y consumo de energía bruta. Un incremento constante en el consumo diario de energía resulta en un incremento progresivamente más pequeño en la retención de energía de la dieta. (74)

El consumo y digestibilidad de alimentos son influenciados por las características del animal y su situación alimenticia. La integración de esas características en modelos matemáticos es crítica para progresos futuros en la evaluación del forraje y formulación óptima de dietas para rumiantes.

Las teorías fisiológicas y físicas de regulación de consumo pueden ser descritas por ecuaciones matemáticas. Esas ecuaciones indican que el consumo es una función lineal de las características del animal tales como el efecto de llenado y contenido de energía. Las ecuaciones teóricas fueron desarrolladas para predecir el consumo cuando la fibra neutra detergente, contenido de energía de la dieta y los requerimientos de energía del animal son conocidos. El modelo teórico también puede ser usado para predecir el consumo máximo que podría mantener un nivel dado de producción animal, resolviendo las ecuaciones por la intersección de consumo fisiológico y físico. La regulación del consumo psicogenico el cual es seleccionado por la respuesta del comportamiento de los animales a los factores no relacionados a características físicas o fisiológicas pueden ser descritas matemáticamente como múltiplo

La digestibilidad puede ser predecida resumiendo el contenido de nutrientes ideales en el alimento, el cual tiene digestibilidades verdaderas cerca del 100%, restando su pérdida endógena asociada y adicionando la digestibilidad variable del contenido de fibra. (73)

Por otro lado la condición corporal influye sobre cambios metabólicos asociado con el consumo de alimento en vacas. Los cambios en las concentraciones de metabolitos en sangre y fluido ruminal fueron medidos en vacas gordas y flacas, dando heno y concentrado a un nivel restringido o ad libitum

Quando se alimentaron ad libitum las vacas consumieron 24% mas alimento estando flacas que al estar gordas. Las concentraciones en el fluido ruminal de acetato y propionato despues de alimentarse a ambos niveles no dió diferencia significativa entre las vacas gordas y flacas. Las concentraciones en sangre de substrato lipogénico, acetato y  $\beta$ -hidroxibutirato no difirieron entre ambos tipos de vacas despues de alimentarse pero la concentración de glucosa bajó más rapidamente en vacas flacas especialmente cuando se alimentaron ad libitum, el propionato se elevó mas en las vacas flacas que en gordas cuando se alimentaron ad libitum. Los ácidos grasos no esterificados fueron más altos en vacas gordas antes de alimentarse pero bajó a nivel similar al de vacas flacas despues de alimentarse. (8)

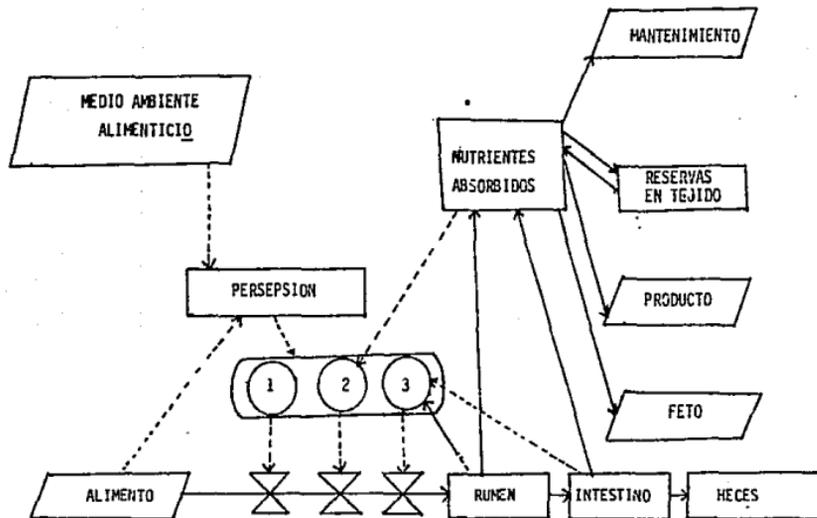
Se evaluó el consumo voluntario de dietas difiriendo en concentración de energía digestible y forma del heno en 160 novillos que fueron separados en 10 grupos y recibiendo dietas a base de heno y concentrado 77:23, 68:32, 59:41, 49:51 y 40:60. Para cada ración un grupo recibió heno entero, y un grupo recibió heno en cubos. Los novillos fueron marcados a su llegada a 475 kg. de peso vivo. Estas fueron interacciones de la forma del heno y su inclusión en raciones concentradas, el consumo de energía digestible por día y consumo de energía digestible por unidad de peso metabolico (E.D/W<sup>0.75</sup>). El consumo de energía digestible por unidad de peso metabolico de dietas conteniendo heno entero se incremento como la proporción de concentrado fué incrementada de 23 a 41%. Cuando el concentrado fué incrementado por encima de este nivel, con las dietas de heno en cubos la E.D/W<sup>0.75</sup> declinó como la proporción de concentrado en la dieta se incremento de 23 a 41% esto incrementó rapidamente como la proporción fué incrementada a 60%. (50)

Se ha estimado la defecación y consumo de materia seca en vacas para carne en pastoreo, llevandose a cabo dos experimentos con 12 vacas no gestantes ni lactantes (cruza Simmental x Hereford), 6 en cada experimento en el experimento uno las vacas estuvieron pastando en rastrojos y cada vaca fué alimentada a mano con 750gr/día de harina de soya. En el experimento dos las vacas estuvieron pastando en pastura verde en la etapa de prefloración. La parafina cubierta con ferrito de magnesio (FM) fue usada como marcador externo. Una capsula conteniendo 5 gr. de marcador fué administrada a cada vaca dos veces al día cerca de las 8 y 14:00 horas. Al mismo tiempo fueron pesadas y las muestras fecales tomadas. (11)

Dentro del consumo de alimento se dice que la tasa de paso del alimento a través del tracto gastro intestinal es mas rápida cuando el consumo se incrementa permaneciendo menos tiempo para ser digerido en el rúmen. La proporción de energía perdida como metano y orina cuando se aumenta el consumo declina, y el metabolismo es menos afectado por el nivel de consumo que por la digestibilidad aparente. El metabolismo de la mayoría de los alimentos es menos de 3 unidades porcentuales mas abajo a dos veces el consumo de mantenimiento comparada con el metabolismo del mismo alimento a un consumo de mantenimiento.(51,112).

En ganado confinado se ha visto que el consumo de alimento se incrementa al disminuir la temperatura del aire, pero en regiones donde el invierno es extremadamente frío el consumo disminuye. (17)

DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA REGULACION DEL CONSUMO DE ALIMENTO.



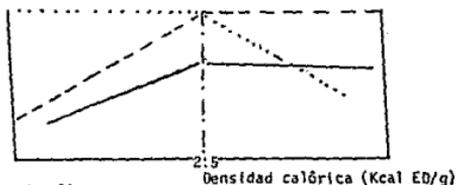
Basado en las teorías: 1) Psicogenica, 2) Fisiológica y 3) Física. Las líneas continuas son flujo de nutrientes, mientras que las líneas punteadas es información o estimulación. El simbolo X, indica punto de regulación del flujo de nutrientes.

FUENTE: WERTENS, D.R.

Cuadro. 1

		Consumo de energía neta por encima de mant. (Mcal).				Ayuno
		0	0.58	1.84	3.87	
Consumo de M.S. (g/día)	Grano.	1706	2311	3305	4936	0
	Heno	2311	3305	4936	-	0
Concentración de glucosa (g)	Grano.	20.0±1	19.3±1	21.3±2	30.7±3	19.0±1
	Heno.	19.5±1	20.2±1	25.1±.8	-	20.4±.3
Utilización de glucosa (mg/min.)	Grano	243 ±8	274±8	342±19	508±8	163±3
	Heno	245±22	260±7	309±59	-	152±8

La utilización de glucosa fue similar cuando ambas dietas fueron isocalóricas, fue mas alta para aquellas dietas con grano cuando se compararon a igual consumo de materia seca, se incrementó cuando el consumo de una u otra dieta fue incrementado. (55)



— Consumo de alimento.  
 - - - - - Consumo de energía.  
 ..... Llenado del tubo digestivo.

El esquema muestra el efecto de la densidad calórica del alimento, sobre el consumo de alimento y de energía de rumiantes, así como del llenado del tubo digestivo. El  $1^{\circ}$  se incrementa linealmente hasta el punto óptimo de densidad calórica para después decrecer también en forma lineal; la energía ingerida se incrementa hasta el punto ideal, para después mantenerse a este último nivel y el llenado del tubo digestivo, disminuye una vez rebasado el óptimo ya mencionado. (105)

#### IV.- EFECTO DE LA ENERGIA EN LA GANANCIA DE PESO.

La energía dietaria consumida por ruminantes es usada productivamente en el cuerpo para la síntesis de productos de secreción o tejido corporal adicional o bien es perdida del cuerpo como excreta, calor y gases. La eficiencia con la cual el alimento es convertido en el cuerpo a tejido en un animal en crecimiento es gobernada por interacciones complejas entre las que se encuentran las propiedades físicas y químicas del alimento, el proceso de digestión y las diferentes funciones metabólicas asociadas con mantenimiento y crecimiento. (21,35,114,119)

La energía es retenida en el tejido principalmente como proteína o lípidos y en menor grado como carbohidratos y otras macromoléculas, considerándose como la ganancia de peso diaria, confirmando que el depósito de proteína en animales en crecimiento es energéticamente menos eficiente que el depósito de tejido adiposo, debido a que la mayor pérdida de calor esta asociada a la síntesis de proteína.

Las estimaciones sobre la eficiencia de energía metabolizable usada para depósito de proteína y grasa en ruminantes cae dentro de los rangos de 10-14 y 60-80% respectivamente. (35,114)

La ganancia diaria de peso esta relacionada directamente con el consumo de energía en exceso a los requerimientos de mantenimiento, debiéndose a las altas necesidades para la formación de tejidos, variando de acuerdo a la fuente de energía ya sean forrajes, granos o melazas. (3,28,34,49,50,98)

El contenido de energía bruta contenida en un amplio número de dietas comunes para ruminantes será variable pero un promedio es cerca de 4.45 kcal/g, de materia seca.

Dentro de los objetivos en la investigación sobre metabolismo energético ha sido siempre el desarrollo de medios exactos para evaluar forrajes y estimar los requerimientos del animal.

Las necesidades de energía de los bovinos al igual que los de otros animales domésticos varía según el sexo, edad y estado fisiológico además estan sujetos a modificaciones por factores ambientales. (37,59,67,98, 112)

La demanda de mantenimiento en animales estabulados puede decrecer como un resultado de la letargia incrementada, muchos trabajos mencionan que los requerimientos de energía disminuyen para mantener el peso vivo en novillos alojados en corrales por un periodo de 12 a 15 semanas, posteriormente las necesidades se estabilizaron. (60)

Por otro lado diferentes tipos biológicos de ganado pueden mostrar patrones diferentes de crecimiento bajo el mismo régimen nutricional, pero a medida que avanza la edad de los animales la tasa de síntesis de proteína disminuye y la tasa de degradación se mantiene relativamente inalterable de manera que disminuye la deposición neta de proteína, por lo tanto si el consumo de energía se mantiene constante se incrementa el depósito de tejido graso.

Los requerimientos de mantenimiento de animales incluso en toros de crecimiento rápido constituye un gran porcentaje de consumo de energía metabolizable, estos requerimientos varían en terneros nacidos de cruces entre razas, así también los requerimientos de mantenimiento expresados en consumo de energía metabolizable son más altos para ganado muy joven menor de 100 kg, que para animales más viejos.

En muchos datos obtenidos tomando en cuenta la edad fisiológica, se observo un decremento aparente en los requerimientos de mantenimiento al incrementarse el peso vivo, así como la tendencia de algunas razas para colocar grasa a un determinado peso vivo, las necesidades de energía en diferentes razas pueden diferir a un determinado peso debido a la diferencia en la composición de la ganancia de peso. (37)

La mayoría de los sistemas desarrollados sobre metabolismo energético están basados sobre principios de energía neta, cada sistema incorpora estimaciones separadas para funciones de mantenimiento y producción, además dichos sistemas usan una medición de producción de calor estimada en ayuno como la base para calcular los requerimientos de energía metabolizable para mantenimiento y energía retenida o recuperada para una función productiva.

Es importante hacer notar que los valores de energía neta de mantenimiento y E.Np. varía dependiendo de las fuentes de E.M., en general la E.Np. se aumenta a medida que aumenta la concentración de E.M en el alimento (Mcal/kg. (35,56,98,119)

El sistema de energía neta se ha sugerido usarse en el balanceo de raciones para ganado productor de carne (N.R.C) 1984, esto permite predecir el funcionamiento animal o consumo sobre dietas específicas, por el conteo de diferentes eficiencias metabólicas de energía usadas para mantenimiento y ganancia, formulando además dietas para lograr la ganancia deseada por un consumo diario en particular, sin embargo este sistema es difícil, sugiriéndose para complementarlo asignar el peso de ENG y un promedio de ENm. (10)

Existe una relación entre el crecimiento de los órganos metabólicamente activos principalmente hígado y tracto gastrointestinal, ya que en respuesta a los niveles nutricionales incrementados pueden ser responsables de los requerimientos más altos de mantenimiento. (5,30)

Se han usado ecuaciones primarias para predecir los requerimientos de energía y así estimar la ganancia diaria cuando el peso del animal y el consumo de alimento son conocidos. (19)

El peso (W) elevado a la potencia 0.75 fué adoptado del tercer simposio sobre metabolismo energético (Blaxter, 1965), como la referencia base para comparar el metabolismo de diferentes especies animales. Los análisis de Blaxter (1972) y Tonney *et al* (1976) han confirmado que  $W^{.75}$  es apropiado para usarse como exponente en estudios sobre metabolismo energético en rumiantes, cuando las comparaciones son necesarias entre especies o entre una sola. Uno de los objetivos en la investigación sobre metabolismo energético ha sido siempre el desarrollo de medios exactos para evaluar los forrajes y determinar los requerimientos del animal.

De un punto de vista práctico un sistema de alimentación debe:

- 1.- Ser capaces de valorar los alimentos para ser usados como sustitutos unos de otros.
- 2.- Permitir la determinación en la cantidad de un alimento, dar calidad para un manejo en particular a un objetivo.
- 3.- Hacer posible una estimación hecha de la función del animal, si el consumo de alimento y la calidad del mismo son conocidos. (35)

Los efectos de los niveles de energía en la dieta son más prevalentes en toros que en novillos, y así, la función de los toros ha mostrado

ser mas eficientes que los novillos con respecto al promedio de ganancia diaria de peso Cobie (1968) Field (1971), en el tipo de alimentación requerida por unidad de ganancia y un decremento en el depósito de grasa. El crecimiento máximo de músculo ocurre durante los primeros 125 kgs. de incremento de peso vivo post-destete. Los novillos alimentados con un nivel alto produjeron más ( $P > .03$ ) carne magra que los alimentados a un nivel moderado. (19,118)

La velocidad de crecimiento en las diferentes razas bovinas influye en la retención de nutrientes dietarios en tejidos corporales, de esta manera los animales con crecimiento rápido efectuarán mejor esta función que animales menos productivos. (114)

En el ganado productor de carne se usa un concepto llamado crecimiento compensatorio, éste define las ganancias de peso por encima de lo normal que tienen los animales despues de un periodo más o menos prolongado de subalimentación. Así se observa que animales flacos introducidos a un régimen intensivo de alimentación, altos niveles de energía dietaria, son capaces de lograr aumentos de peso de dos o mas kgs. diarios, cuando en condiciones normales tal vez lograrían la mitad, esto es porque su consumo de E.M es mayor. De esta manera el crecimiento compensatorio se debe a un mayor depósito de proteína y menor grasa durante la recuperación (30,32,70,88,105,128)

El efecto de diferentes niveles de energía dietaria sobre la división y distribución de grasa, la distribución de músculo y hueso relativo a grasa en los diferentes cortes de animales de distintas razas no ha sido bien establecido.

Los novillos con alimentación ad libitum ganan peso más rápido que los de alimentación restringida, sin embargo la cantidad de energía digestible (6260 Mcal.) requerida para ganar cerca de 270 kgs. fue similar entre grupos diferentes para ganar peso en forma ligera a moderada. Se ha establecido que el consumo total de energía de una dieta concentrada fue similar para novillos Hereford que ganaron 275 kgs en un régimen con alimentación libre durante todo el periodo, sobre un regimen alimenticio restringido, al ganado con proporciones media o baja de ganancia por 12 o 24 semanas, seguido de un método alimenticio no restringido,

sin embargo la grasa de las canales fue mas baja con alimentación restringida que en alimentación libre, por lo tanto los novillos y el grado de las canales difiere marcadamente. Como se ha mencionado el nivel de energía dietaria es un factor decisivo en la tasa de ganancia diaria de peso. (37,49,88)

Las raciones conteniendo carbohidratos altamente digestibles aumentan la ganancia a traves del incremento de energía por un tipo de fermentación predominantemente de propionato en el rúmen. (62,82)

La relación entre alimentos concentrados y forraje en la ración afecta directamente a los diferentes coeficientes de digestibilidad y tambien a las características de las fermentaciones ruminales y, por lo tanto a la proporción de los distintos ácidos grasos volátiles formados que a su vez condicionan la eficiencia de utilización de la energía metabolizable ingerida o se puede decir que las dietas que producen niveles elevados de ácido propiónico y bûtírico se usan mas eficazmente en el crecimiento y engorda que aquellos que originan mayor proporción de ácido acético. (127)

Por otro lado se ha observado que incrementando el nivel de energía de 10.4 a 12.6 Mj E.M/kg durante el periodo de finalización, aumenta la ganancia diaria proporcionalmente 0.52 (1089 Vs 684 g/día), reduce la edad al sacrificio por 51 días (711 Vs 762 días) y significativamente incrementa la proporción de peso al sacrificio. (4,77)

CUADRO 2 NECESIDADES DE ENERGIA PARA GANADO PRODUCTOR DE CARNE  
EN CRECIMIENTO Y FINALIZACION (Mcal/día).

Peso vivo, kg:	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Necesidades de E.Nm	3.30	4.10	4.84	5.55	6.24	6.89	7.52	8.14	8.75	9.33
Sanancia diaria de peso vivo, kg. Necesidades de E.Np										
Becerras y novillos de talla media.										
0.2	0.41	0.50	0.60	0.69	0.77	0.85	0.93	1.01	1.08	
0.4	0.87	1.08	1.28	1.47	1.65	1.82	1.99	2.16	2.32	
0.6	1.36	1.69	2.00	2.29	2.57	2.84	3.11	3.36	3.61	
0.8	1.87	2.32	2.74	3.14	3.53	3.90	4.26	4.61	4.95	
1.0	2.39	2.96	3.50	4.02	4.51	4.98	5.44	5.89	6.23	
1.2	2.91	3.62	4.28	4.90	5.50	6.09	6.65	7.19	7.73	
Novillos de talla grande, novillos de talla media en crecimiento compensatorio y toretes de talla media.										
0.2	0.36	0.45	0.53	0.61	0.68	0.75	0.82	0.89	0.96	1.02
0.4	0.77	0.96	1.13	1.30	1.46	1.61	1.76	1.91	2.05	2.19
0.6	1.21	1.50	1.77	2.03	2.28	2.52	2.75	2.98	3.20	3.41
0.8	1.65	2.06	2.43	2.78	3.12	3.45	3.77	4.08	4.38	4.68
1.0	2.11	2.62	3.10	3.55	3.99	4.41	4.81	5.21	5.60	5.98
1.2	2.58	3.20	3.78	4.34	4.87	5.38	5.88	6.37	6.84	7.30
1.4	3.06	3.79	4.48	5.14	5.77	6.38	6.97	7.54	8.10	8.64
1.6	3.53	4.39	5.19	5.95	6.68	7.38	8.07	8.73	9.38	10.01
Toretos de talla grande y novillos de talla grande en crecimiento compensatorio.										
0.2	0.32	0.40	0.47	0.54	0.60	0.67	0.73	0.79	0.85	0.91
0.4	0.69	0.85	1.01	1.15	1.29	1.43	1.56	1.69	1.82	1.94
0.6	1.07	1.33	1.57	1.80	2.02	2.23	2.44	2.64	2.83	3.02
0.8	1.47	1.82	2.15	2.47	2.77	3.06	3.34	3.62	3.88	4.15
1.0	1.87	2.32	2.75	3.15	3.54	3.91	4.27	4.62	4.96	5.30
1.2	2.29	2.84	3.36	3.85	4.32	4.77	5.21	5.64	6.06	6.47
1.4	2.71	3.36	3.97	4.56	5.11	5.65	6.18	6.68	7.18	7.66
1.6	3.14	3.89	4.60	5.28	5.92	6.55	7.15	7.74	8.31	8.87
1.8	3.56	4.43	5.23	6.00	6.74	7.45	8.13	8.80	9.46	10.10

CONTINUACION CUADRO 2 NECESIDADES DE ENERGIA PARA GANADO PRODUCTOR DE CARNE  
EN CRECIMIENTO Y FINALIZACION (Mcal/día).

Peso vivo, kg:	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Necesidades de E.Nm	3.30	4.10	4.84	5.55	6.24	6.89	7.52	8.14	8.75	9.33
Ganancia diaria de peso vivo, kg.	Necesidades de E.Np									
Becerras y vaquillas de talla media.										
0.2	0.49	0.60	0.71	0.82	0.92	1.01	1.11	1.20	1.29	
0.4	1.05	1.31	1.55	1.77	1.99	2.20	2.40	2.60	2.79	
0.6	1.66	2.06	2.44	2.79	3.13	3.46	3.78	4.10	4.40	
0.8	2.29	2.84	3.36	3.85	4.32	4.78	5.22	5.65	6.07	
1.0	2.94	3.65	4.31	4.94	5.55	6.14	6.70	7.25	7.79	
Becerras y vaquillas de talla grande y vaquillas de talla media en crecimiento compensatorio.										
0.2	0.43	0.53	0.63	0.72	0.81	0.90	0.98	1.06	1.14	1.21
0.4	0.93	1.16	1.37	1.57	1.76	1.95	2.13	2.31	2.47	2.64
0.6	1.47	1.83	2.16	2.47	2.78	3.07	3.35	3.63	3.90	4.16
0.8	2.03	2.62	2.98	3.41	3.83	4.24	4.63	5.01	5.38	5.74
1.0	2.61	3.23	3.82	4.38	4.92	5.44	5.94	6.43	6.91	7.37
1.2	3.19	3.97	4.69	5.37	5.03	6.67	7.28	7.88	8.47	9.03

Fuente: H.R.C. (1984)

## V.- EFECTO DE LA ENERGIA EN LA CONVERSION Y EFICIENCIA ALIMENTICIA.

La eficiencia en la utilización del alimento es una característica económicamente importante, que debe ser usada en la selección del ganado productor de carne, el consumo de alimento dividido entre una ganancia de terminada es usado como indicador de la eficiencia alimenticia.

(6,36,94)

La eficiencia en conversión alimenticia varía con el consumo de E.M esto se ha demostrado ya que para un peso vivo dado existe un consumo de energía y una correspondiente tasa de crecimiento, estos factores pueden alterar los valores en conversión alimenticia. (36,74,97,119)

Ademas la composición física y química del alimento, el proceso de digestión y las diferentes funciones metabólicas asociadas con la función de mantenimiento y crecimiento influyen en la conversión alimenticia.

(49,119,128)

Los resultados de investigaciones indican un elevado requerimiento para mantenimiento y una eficiencia de utilización de la E.M relativamente baja para crecimiento y engorda. (71)

Para medir la eficiencia de síntesis de proteína y grasa en ganado de carne en crecimiento y finalización, (Geay, 1984) usó datos de 9 investigaciones observando que la eficiencia de la E.M. para crecimiento (kg) fue medida computando la eficiencia de la E.M usada para engorda (Kf) y para depositar proteína (Kp), siendo 0.75 y 0.20. La eficiencia teórica de síntesis ha sido estimada, siendo 0.86 para proteína y 0.70 para grasa. (83)

La utilización de E.M para crecimiento (kg, tal como reportó Thorbek 1980), en monogástricos se conoce que depende de la composición de la ganancia corporal (Kielanowski 1976;)(Thorbek 1977.) Existen razones para creer que esto es válido para rumiantes, sin embargo, algunos autores mantienen la idea que el crecimiento solo depende de la naturaleza del alimento. La alta eficiencia de E.M para depósito de grasa es de acuerdo con cálculos bioquímicos (Armstrong 1969) y con la suposición de que la grasa constituye una reserva con una lenta tasa de cambio.

La baja eficiencia de E.M usada para depósito de proteína corresponde a lo costoso en la tasa de retorno. Esto es de acuerdo a la más baja eficiencia en toros que en vaquillas, de 52 datos publicados un depósito curvilíneo en kg. puede ser observado con incremento en la proporción de la energía retenida como proteína en la ganancia (ERp/ER) usando la ecuación.

$$ER/Kg = ERf/Kgf + ERp/Kgp.$$

Donde Kgf y Kgp son la eficiencia de la energía metabolizable para depósito de grasa y proteína respectivamente. (37)

La eficiencia de la E.M usada para mantenimiento es por definición relacionada a la producción de calor en ayuno, y la eficiencia de la E.M usada para una función productiva tal como depósito de proteína y grasa (crecimiento) es definida como la E.M usada para ganancia, donde ésta es igual a la energía retenida entre la E.M menos la E.Mm.

Se han desarrollado ecuaciones para conocer la eficiencia de la E.M usada para mantenimiento y ganancia tomando en cuenta las siguientes variables:

E.M del alimento.

La E.R como proteína y grasa.

Talla del animal.

Producción de calor en ayuno.

Estimación del metabolismo en ayuno por la talla corporal metabólica (W-75)

Dentro de la eficiencia de la energía metabolizable usada para mantenimiento y energía metabolizable usada para crecimiento se encuentran implicados varios factores:

#### MANTENIMIENTO.

- Metabolismos diversos al usar alimentos y dietas mixtas.
- Producción de calor en ayuno.
- Edad, sexo, raza o cruza, composición corporal y plan de nutrición previa.
- Animales jóvenes de crecimiento rápido.

## CRECIMIENTO.

- Procesos de crecimiento (Aumento de grasa, músculo y hueso)
- Formas de nutrición ( niveles altos o bajos de proteína en la dieta o la toma diaria de energía)
- Composición de la dieta.
- Composición del tejido obtenido.

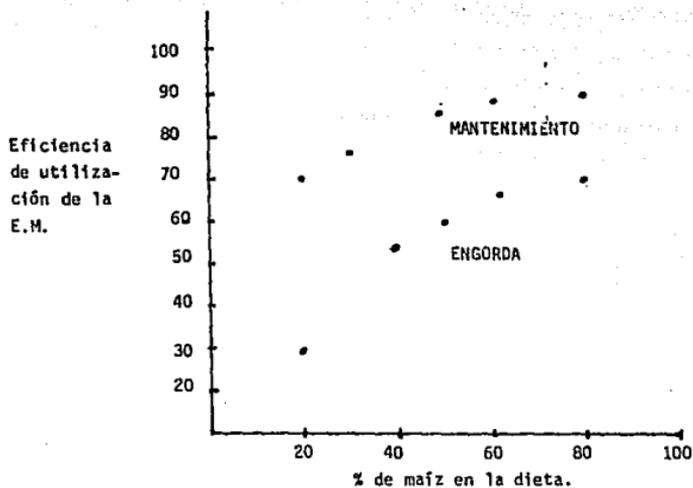
La concentración de E.M de las dietas es un factor que influye en la eficiencia energética, ya que por encima del rango de concentración de E.M de las dietas comunmente usadas como alimento en ganado en crecimiento (2.0 - 3.0 kcal/g), disminuye la eficiencia siendo lo mismo a concentraciones mas bajas.

Las eficiencias de E.M para ganancia de proteína y grasa en rumiantes ha sido muy variable (Qroskov y Mc. Donald 1970), (Ratray *et al* 1974) (Ratray y Joyce 1976), (Kielanowski 1976] (Ratray y Jagusch 1977].

La variación estimada puede ser debida en parte a amplias diferencias en las dietas y por lo tanto en el producto final de la digestión. La información indica que la eficiencia de la E.M usada para síntesis de proteína en rumiantes es baja (10-40%], y para síntesis de grasa puede ser alta con un rango aproximado de 60-80%. (34)

Para determinar la eficiencia parcial del uso de E.M o valores de energía neta se requiere mas que un nivel de alimentación, ya que la relación entre consumo de energía y balance de energía es curvilínea sobre el rango total de consumo de alimento, los valores de energía neta y eficiencia parcial no son constantes pero son influenciados por los consumos sobre el cual las mediciones estan hechas.

Los valores medidos de E.N. para una función productiva con ambos niveles de alimentación por encima de los requerimientos de mantenimiento del animal es la forma que ha sido aceptada generalmente al menos por ahora, siendo la E.Nm o la eficiencia parcial de E.Mm, estando determinada con el cambio en la alimentación entre ayuno y mantenimiento.



Efecto de la dieta sobre la eficiencia con la cual la Energía Meta -  
bolizable (E.M.), es usada para mantenimiento y engorda. (108)

FUENTE: GARRETT, W.N.  
( 35 )

La eficiencia con la cual un animal puede utilizar la energía metaboli -  
zable contenida en el alimento ingerido es determinada por la cantidad -  
de calor producido por el metabolismo.

Existen tres vías por la cual se puede aproximar al análisis del calor -  
metabólico producido.

- 1.- Análisis externo de la fuente de energía análisis de la cantidad de -  
calor de acuerdo a variables medidas en el mismo animal y su medio -  
ambiente, tamaño del animal, cantidad y calidad del alimento consu -  
mido, comportamiento, actividad y el medio ambiente térmico.
- 2.- Análisis interno de la fuente de energía: Análisis de la producción -  
de calor de acuerdo a la cinética del sustrato y cambios de la ental -  
pía producidos por ellos.
- 3.- Análisis interno de la fuente de energía: Análisis de acuerdo a la -  
cantidad de trabajo hecho por diferentes órganos y tejidos en dife -  
rentes circunstancias.

El metabolismo basal (F) es simplemente calor cuando la E.M. es cero y -  
por consiguiente una vía matemáticamente precisa de relacionar calor y -  
peso.

Los incrementos de E.M no pueden ser almacenados en el cuerpo ni susti -  
tuídos por tejido corporal en el metabolismo energético a una eficien -  
cia del 100%, por lo tanto, la mayoría de E.M. que el animal consume -  
produce más calor. El crecimiento es sin duda alguna menos eficiente -  
que la engorda en el sentido estrictamente energético.

El costo directo de energía por síntesis de proteína es estimado cercano -  
a 4.5 - 5 Kj/g, lo cual sugiere que esto puede ser responsable del 20- -  
25% del calor en el animal en reposo. (121,122)

## VI.- RELACION ENTRE LA FORMA FISICA DEL FORRAJE Y SU VALOR ENERGETICO.

En los países desarrollados cantidades elevadas de ganado para abasto se finaliza en cebaderos comerciales conocidos como "feedlots" o corrales de engorda. La principal característica de este sistema es el empleo de dietas altas en energía preparadas primordialmente con granos de cereales.

Este tipo de alimentación es posible debido al alto grado de tecnificación y mecanización logradas en el campo, así como el uso de variedades de plantas con altos rendimientos por unidad de superficie, repercutiendo en una mayor disponibilidad de granos y forrajes destinados a la alimentación animal. En los países en vías de desarrollo, la alimentación del ganado es frecuentemente diferente al mencionado, a consecuencia del atraso tecnológico e industrial, ya que en estas naciones no se ha logrado la autosuficiencia en la producción de granos para consumo humano. (104)

El aumento de precios y la escasez de granos de cereales para consumo humano crearon la necesidad de buscar alternativas alimenticias como fuente de energía en raciones concentradas para ganado de engorda, en los países tropicales las melazas son producidas en grandes cantidades como un producto final de las fábricas de azúcar, usándose ampliamente en la alimentación del ganado. (28,72,76,104)

La introducción de ensilado de maíz se ha incrementado ofreciendo un potencial para su utilización en sistemas de crecimiento y finalización de ganado productor de carne, por lo tanto, el ensilado de maíz es rico como fuente de energía.

Las dietas de maíz y mezclado con ensilado de maíz son los alimentos más comunes que son usados en dietas para ganado en crecimiento y finalización. Entre las variedades maduras para ensilado existe una amplia variación en el contenido de grano (Rossman) 1975. Como el porcentaje de grano del ensilado se incrementa, la función del ganado en lote de engorda se espera que mejore, sin embargo los valores de energía neta del grano o forraje pueden no ser aditivos debido a efectos asosiativos o interacciones de los alimentos. Los efectos asociados de los alimentos ocurren debido a cambios en la digestión y metabolismo de nutrientes, como un resultado de la

incorporación de un ingrediente alimenticio a una dieta conteniendo uno o mas ingredientes (Kroman) 1967; (Kroman y Ray) 1967).

Este fenómeno ocurre particularmente cuando granos y forrajes estan juntos como alimento en las dietas para ganado. Así los valores de E.N de un alimento individual puede variar dependiendo de la proporción de ingredientes en la dieta. Byer et al (1975) estableció que cuando el grano de maíz fué agregado a niveles entre 34-67% a dietas de ensilado de maíz conteniendo 7% de grano, los valores de energía neta de mantenimiento en la dieta decrecieron 4.7-y 14.8% y los valores de energía neta de ganancia decrecieron 10.4 y 12.3% por abajo de los valores predichos respectivamente. Por el contrario (Preston et al 1975) resumió tres experimentos involucrando 280 novillos e informó que los valores de E.N para grano y ensilado fueron constantes conforme la proporción de grano adicionado al ensilado varió. (89,126).

Los granos mas usados en la alimentación de ganado son: maíz, cebada, sorgo, avena y trigo. En todos ellos el principal componente es el almidón que va de 41% en la avena hasta 72% en el maíz, lo que aunado a su alta digestibilidad (90%) dicho nutriente proporciona un alto valor energético (104) Por lo tanto el contenido de grano es un factor decisivo en la determinación del valor nutricional del ensilado de maíz. De acuerdo a Woody et al (1983) el contenido de grano en el ensilado fué responsable del 87-99% en la variación de los parametros productivos en un lote de engorda. (62,125)

El calculo exacto de los nutrientes disponibles así como los valores sucesivos de E.N. de los alimentos es necesario para formulaciones exactas particularmente balanceando raciones a un costo mínimo y calculando la función y el provecho. Gran variedad de estudios indican que la fibra en la dieta esta inversamente relacionada a la función del lote de engorda (John et al) 1970; (Chandler y Walker) 1972. Los valores de E.N de los componentes individuales de una dieta no son aditivos (Kromann] 1967 Fox y Black] 1977. (25,83)

Se ha sugerido el uso de melazas de citricos como una fuente útil de nutrientes para rumiantes, así como pulpa de henequen aunque esta tiene

una limitante por su bajo contenido de azúcares solubles, demostrándose que después del proceso de ensilado la pulpa fresca contiene aproximadamente 10% de azúcares solubles, pero éste decrece a menos de 1% después de 7 días, se usan también forraje verde picado y esquilmos agrícolas con la misma limitante de bajo contenido de energía aunque la molienda del forraje mejora el consumo y probablemente el tipo de fermentación ruminal. (15,46,104)

El contenido energético de los forrajes, expresado en términos de energía bruta (EB Mcal/kg), es de poca utilidad para estimar su contribución a las necesidades de los animales, ya que solo es una medida de su potencial como ingrediente energético. De hecho, la mayor parte de los ingredientes alimenticios con alto contenido de carbohidratos, contienen aproximadamente 4.20 Mcal EB/kg. Un valor superior a esta cifra es indicativo de un mayor contenido de grasa y/o proteína, mientras que un valor inferior revela la presencia de una elevada cantidad de materia orgánica. Entonces el contenido de energía bruta no provee ninguna indicación acerca de su disponibilidad para el animal. El contenido de energía digestible es un mejor indicador del valor energético del forraje, ya que es una medida de la energía que ha sido absorbida desde el tracto digestivo.

Las pérdidas durante la etapa de digestión están relacionadas con:

- Las características físico-químicas del propio forraje que determinan la magnitud de su degradación por las enzimas microbianas.
- La cantidad y tipo de microorganismos presentes en el rúmen, que determinan el tipo de productos finales de la fermentación: ácidos grasos volátiles y las pérdidas de calor y gases.

En general se acepta que los forrajes tienen un bajo contenido energético esto se debe a que poseen cantidades variables de carbohidratos estructurales que dificultan el proceso digestivo, dado que la fermentación ruminal es un proceso relativamente ineficiente desde el punto de vista de las pérdidas directas (calor y gases), y que los productos de la fermentación son empleados a nivel celular, con una eficiencia inferior a la del monosacárido original. Aún así la limitante principal de los forrajes no es su contenido energético relativamente bajo, sino el bajo consumo voluntario de los animales. (1,66,98)

## VII.- LA PROTEINA EN LA ALIMENTACION DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE.

La proteína de la dieta es digerida en el rúmen a un grado variable dependiendo de las condiciones del alimento, bacterianas, animales y el tiempo. El balance de la proteína de la dieta que escapa de la destrucción en el rúmen y pasa al omaso y abomaso es comunmente llamada (bypass) o de sobrepaso, en adición, a una pequeña porción de la proteína dietaria que pasa directamente al omaso sin mezclarse con el contenido ruminal, esta proteína que escapa de la degradación ruminal es digerida post-ruminalmente o bien es excretada en heces. De este modo el grado de degradación ruminal depende de las condiciones bacterianas del animal, en relación a las características físicas y químicas de la proteína, la degradabilidad es variable y no una constante. (58,68,79)

Algunos autores sugieren que la proteína de varios alimentos pueden ser clasificadas en tres categorías relativas al bypass o escape ruminal:

- 1.- Bajo bypass (menos de 40-60%), harina de soya y de cacahuete.
- 2.- Medio bypass (40-60%) harina de semilla de algodón, harina de alfalfa deshidratada, grano de maíz y granos secos de cerveceria.
- 3.- Alto bypass (sobre 60%), harina de carne, harina de gluten de maíz, harina de sangre, harina de pescado y harina de pluma.

Las variables del animal, dieta y microbiales pueden alterar marcadamente el bypass, especialmente, para fuentes proteicas mas rapidamente degradadas; estos factores actúan modificando:

- 1.- El tiempo de retención ruminal para la digestión y
- 2.- La actividad microbial dentro del rúmen.

Cuando se alimenta con proteína de alto bypass, la cantidad de Nitrogeno No Proteico (NNP) necesario se incrementa, dado que menos proteína de la dieta es degradada a amoniaco en el rúmen. (79)

El aporte de proteína al intestino delgado es la proveniente de la alimentación proteica que escapa de la degradación ruminal y de la proteína microbial sintetizada dentro del rúmen. La síntesis de proteína microbial es usualmente correlacionada con la cantidad de materia orgánica digerida en el retículo rúmen. (52,79)

Los requerimientos netos de proteína parecen ser menos importantes que los energéticos para ganado productor de carne, ya que un porcentaje de estos son aportados por los microorganismos del rúmen. (37,91,117)

En relación a la proteína de la dieta que es necesitada por los microorganismos del rúmen así como por el tejido del animal se han creado sistemas de evaluación proteica para rumiantes los cuales distinguen entre los requerimientos del tejido del animal huésped y aquellos para la población microbiana del rúmen. (43,80,81)

Estos métodos de evaluación sobre los requerimientos proteicos contrastan con los propuestos por el NRC (1970), el cual se basa en la respuesta a diferentes niveles de proteína en términos de eficiencia máxima de peso vivo, ganancia de peso de las canales y la eficiencia en la utilización de energía. (117)

Las fuentes de proteína verdadera son importantes en la dieta de ganado porque, la proteína de origen microbiana no cubre las necesidades, principalmente cuando se alimentan terneros en crecimiento, o bien cuando en la dieta se incluye forrajes deficientes en proteína y energía como una regla general las dietas de forraje para ganado debe contener 8% de proteína cruda para efectuarse una adecuada fermentación ruminal. (31,37,81,111,115)

La eficiencia en la síntesis de proteína cruda microbiana puede incrementarse reemplazando la urea con aminoácidos o caseína, o bien aumentando la tasa de la fase de dilución de las partículas o el flujo de la digesta por lo tanto, el tamaño de las partículas y el nivel de consumo del alimento pueden también afectar la eficiencia en la producción de proteína cruda microbiana. (31,63)

Se sugiere que el mejoramiento en la producción de carne ocurre cuando las dietas formuladas para rumiantes son bajas en solubilidad de Nitrogeno (N) o incluye fuentes de proteína lentamente degradables en el rúmen. (63)

La harina de pescado es una fuente excelente de proteína de alta calidad siendo lentamente degradada en el rúmen, observándose que en dietas a base de forraje suplementadas con harina de pescado dan como resultado ganancias mayores que en aquellas sin proteína adicional. (111)

En la engorda de bovinos muchas veces se usa en su alimentación residuos de cosechas, estos tienen problemas en su utilización ya que son muy bajas en carbohidratos fácilmente fermentables y proteína degradable limitando la fermentación ruminal (Males et al) 1982, se recomienda incrementar la proteína cruda de la dieta 30% por encima de los requerimientos de mantenimiento cuando se alimenta con paja de trigo. (96)

La cascara de cacahuete contiene altos niveles de proteína cruda y grasa pero tiene la desventaja de contener taninos y otras sustancias que restringen su uso, sin embargo incluida a menos de 10% en la dieta no afecta la función de novillos en lotes de engorda (Mc, Brayer et al) 1983.(48)

Se ha descrito que alimentando toros con niveles continuos de proteína con variación en peso de 210-220 kg. fue necesario utilizar una dieta con teniendo 11.1% de proteína cruda o bien que aportara 0,8 kg por día para producir ganancias máximas. (61)

Sin embargo, existe una amplia evidencia que los suplementos con alta proteína pueden ser usados cada dos ó tres días sin tener efecto sobre la eficiencia de la suplementación. (81)

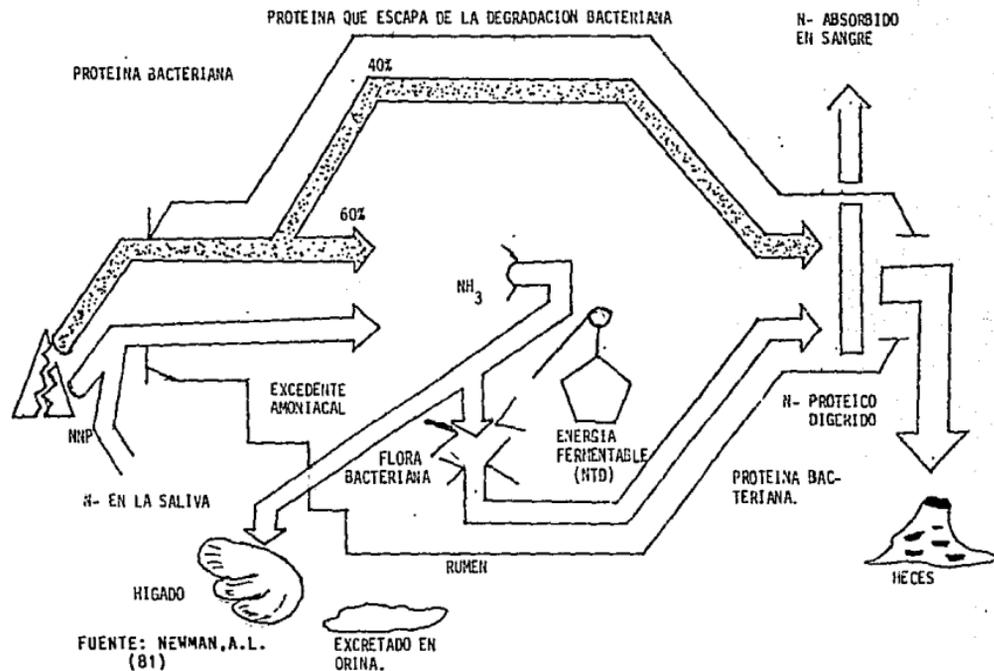
#### USO DE NITROGENO NO PROTEICO EN LOS SUPLEMENTOS.

Dos factores causan interés en el uso de fuentes de NNP, para reemplazar parte del total de la proteína natural en la alimentación de ganado,

- 1.- La proteína es comunmente uno de los nutrientes de la dieta mas costosos y las procedentes de NNP tal como la urea son usualmente mas baratas que la proteína cruda de semillas.
- 2.- Bajo circunstancias adecuadas el NNP puede con buen éxito reemplazar parte o toda la proteína suplementaria en las dietas de ganado.

Para estimar la cantidad de NNP que puede ser utilizado en las raciones de ganado o en suplementos, debe entenderse el metabolismo del nitrógeno. La proteína de todo tipo de dietas entra al rúmen, los microorganismos empiezan a degradar dicha proteína y, dependiendo del tipo de proteína varía la cantidad que es degradada por los microbios a aminoácidos, amoníaco y compuestos carbonados de varias clases tal como ácidos grasos volátiles. (81)

APROVECHAMIENTO DEL NITROGENO PROTEICO Y NO PROTEICO.



CUADRO 3 NECESIDADES DE PROTEINA PARA GANADO PRODUCTOR DE CARNE  
EN CRECIMIENTO Y FINALIZACION (g/día).

Peso vivo, kg:	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Ganancia diaria de peso, kg.										
Becerras y novillos de talla media										
0.2	343	399	450	499	545	590	633	675	715	
0.4	428	482	532	580	625	668	710	751	790	
0.6	503	554	601	646	688	728	767	805	842	
0.8	575	621	664	704	743	780	815	849	883	
1.0	642	682	720	755	789	821	852	882	911	
1.2	702	735	766	794	822	848	873	897	921	
Novillos de talla grande, novillos de talla media en crecimiento compensatorio y toretes de talla media.										
0.2	361	421	476	529	579	627	673	719	762	805
0.4	441	499	552	603	651	697	742	785	827	867
0.6	522	576	628	676	722	766	809	850	890	930
0.8	596	650	698	743	786	828	867	906	944	980
1.0	671	718	762	804	843	881	918	953	988	1021
1.2	740	782	822	859	895	929	961	993	1023	1053
1.4	806	842	877	908	938	967	995	1022	1048	1073
1.6	863	892	919	943	967	989	1011	1031	1052	1071
Toros de talla media.										
0.2	345	401	454	503	550	595	638	680	721	761
0.4	430	485	536	584	629	673	716	757	797	835
0.6	509	561	609	655	698	740	780	819	856	893
0.8	583	632	677	719	759	798	835	871	906	940
1.0	655	698	739	777	813	849	881	914	945	976
1.2	722	760	795	828	860	890	919	947	974	1001
1.4	782	813	841	868	893	917	941	963	985	1006

CONTINUACION CUADRO 3 NECESIDADES DE PROTEINA PARA GANADO PRODUCTOR DE CARNE  
EN CRECIMIENTO Y FINALIZACION (g/día).

Peso vivo, kg:	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Ganancia diaria de peso, kg.										
Toretos de talla grande, y novillos de talla grande en crecimiento compensatorio.										
0.2	355	414	468	519	568	615	661	705	747	789
0.4	438	494	547	597	644	689	733	776	817	857
0.6	519	574	624	672	718	761	803	844	884	923
0.8	597	649	697	741	795	826	866	905	942	979
1.0	673	721	765	807	847	885	922	958	994	1027
1.2	745	789	830	868	904	939	973	1005	1037	1067
1.4	815	854	890	924	956	986	1016	1045	1072	1099
1.6	880	912	943	971	998	1024	1048	1072	1095	1117
1.8	922	942	962	980	997	1013	1028	1043	1057	1071
Novillas de talla media.										
0.2	323	374	421	465	508	549	588	626	662	
0.4	409	459	505	549	591	630	669	706	742	
0.6	477	522	563	602	638	674	708	741	773	
0.8	537	574	608	640	670	700	728	755	781	
1.0	562	583	603	621	638	654	670	685	700	
Novillas de talla grande en crecimiento compensatorio, y vaquillas de talla media.										
0.2	342	397	449	497	543	588	631	672	712	751
0.4	426	480	530	577	622	665	707	747	787	825
0.6	500	549	596	639	681	721	759	796	832	867
0.8	568	613	654	693	730	765	799	833	865	896
1.0	630	668	703	735	767	797	826	854	881	907
1.2	680	708	734	758	781	803	824	844	864	883

Fuente: N.R.C. (1984)

### VIII.- LA RELACION ENERGIA PROTEINA EN LA ALIMENTACION DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE.

Los suplementos proteicos son completamente degradables cuando la tasa de flujo en el rúmen es baja, sobrando una proporción constante de proteína : energía para ser absorbida por el animal aún cuando la proteína cruda varíe, siendo la proteína microbial producida relacionada directamente a la energía fermentada. Así cuando se proporciona al ganado dietas de energía de mantenimiento la proteína microbial es insuficiente para cubrir la demanda de proteína y mantener los tejidos en animales jóvenes, como consecuencia perderán proteína y peso vivo, o bien si se les proporciona menos energía que un nivel de mantenimiento perderán mas proteína.

Como se mencionó que el rendimiento microbial esta relacionado a la energía fermentada en el rúmen, es ahora importante preguntar como la proteína microbial producida se relaciona con los requerimientos de mantenimiento del animal hospedador, esto parece ser una pregunta muy simple que puede ser contestada por experimentación, pero tiene factores que aportan explicaciones difíciles. esto en parte ha sido debido a los viejos conceptos de proteína cruda digestible y al origen del Nitrógeno Metabolico Fecal (NMF). Se demostró que las heces contenian una gran proporción de N de origen no dietario, sin embargo fué difícil averiguar si esto fue debido a causas dietarias relacionadas a un nivel de consumo o a un componente obligatorio del animal.

Habiendose investigado la pérdida neta de nitrógeno endógeno fué entonces posible evaluar la contribución de proteína microbial para mantenimiento, asumiendo que los rumiantes requieren 350 y 450 kJ/kg.W<sup>0.75</sup> por día de energía de mantenimiento, entonces un calculo mostrará si el aporte de esta cantidad de E.M por la fermentación ruminal es asofada con el aporte de aminoácidos microbiales, siendo suficiente para encontrar la pérdida de proteína neta del animal hospedador para mantenimiento. La cantidad de N microbial sintetizado fue calculado por el (ARC), siendo el valor promedio de algunas pruebas 1.33 g de N/MJ de E.M.

El siguiente cuadro muestra el aporte de proteína microbiana con dos estimaciones de los requerimientos de energía para mantenimiento y mantenimiento del tejido, variando de 300 a 400 mg/kg  $W^{0.75}$ . Puede verse que mientras animales maduros o animales que excretan alrededor de 300 mg de N/kg  $W^{0.75}$  se encuentran cerca de su aporte requerido de proteína microbiana, mientras animales más jóvenes no lo están; estos sin embargo, tendrán un balance proteico negativo a un nivel de energía de mantenimiento si la proteína microbiana forma el total del aporte.

Como también lo muestra el cuadro, esto se agrava además si a los animales les es proporcionado menos de sus necesidades de energía para mantenimiento. En este caso perderán proteína, y al más bajo consumo de energía el balance más negativo de proteína.

Cuadro.- 4

EFFECTO DEL CONSUMO DE ENERGIA SOBRE LA ADECUADA PROTEINA MICROBIAL PARA MANTENIMIENTO DE TEJIDO.

Consumo de energía. (kj/kg $W^{0.75}$ )	225	350	450
N microbiana producido (mg N/kg $W^{0.75}$ )	299	465	598
a.a microbiales (mg. N/kg $W^{0.75}$ )	239	372	478
a.a absorbidos. (mg. N/kg $W^{0.75}$ )	203	316	405
Aporte de a.a. (mg. N/kg. $W^{0.75}$ )	162	253	324

Mantenimiento de tejido es entre 300-400 mg de a.a. neto de N/kg  $W^{0.75}$

La habilidad para manipular energía e independientemente del aporte de proteína ha llevado a otros experimentos.

Los trabajos de laboratorio han demostrado que la excreción de N es usualmente 25 a 40% más alto en rumiantes en ayuno, que a los que se les proporciona proteína libre de energía de mantenimiento.

La razón parece ser que alguna generación de glucosa o precursor de esta es necesario cuando casi solo la grasa esta siendo oxidada, requiriendose muy poca energía gluconeogenica para reducir la excreción de N en ayuno a un nivel similar a la excreción de N a un nivel de mantenimiento de energía, mientras el ácido propiónico como podría esperarse es mas efectivo para reducir la excreción de N en ayuno que el ácido acético, observaciones de laboratorio demostraron que no existe diferencia en la perdida de N entre una mezcla conteniendo 75, 15, 10% de ácido acético, propionico y butírico y una mezcla conteniendo 45, 45, y 10% respectivamente, aún cuando esas mezclas fueron dadas para aportar cerca de 1/5 parte de la energía de mantenimiento. Esto indica que solo pequeñas cantidades de material gluconeogénico son requeridas para reducir los niveles de excreción de N comparables con aquellos de animales en equilibrio de energía pero no dando proteína. (87)

Los estudios de (Thomas y Wilkinson) 1975, sobre la utilización de ensilado de maíz para ganado en crecimiento, claramente demostraron la necesidad de aportar a la dieta con N extra si se quiere que las proporciones de ganancia de peso sean satisfactorias. Subsecuentemente (Cottrill y Osnoun) 1977 examinaron los valores de N en el N-proteico y NNP del N suplemental para ensilado de maíz y cebada aplanada dandose solo a ganado joven en crecimiento, los resultados de este estudio mostraron incrementos promedio en la ganancia de peso vivo y de la canal, tanto como la contribución de harina de pescado fue incrementada de 20 a 35 g de proteína cruda (Nx 6.25)/kg. de materia seca consumida. Por lo tanto la ganancia promedio diaria varía de acuerdo a la fuente de energía ya sea forraje, grano o melaza así como a la fuente de N tal como urea o harina de pescado. (20,28)

Agregando urea a dietas bajas en proteína con energía moderada (tal como ensilado de maíz) ha incrementado el consumo de alimento (Huber y Thomas ) 1971, (Thomas et al 1982) además de los coeficientes de digestibilidad de materia seca (Buchnan Smith y Yao) 1978 (Rumsey et al) 1970 La adición de grano o forraje a dietas moderadas en proteína (tal como ensilado de alfalfa) usualmente han disminuido la digestibilidad de la fibra. (38,53)

El ensilado de maíz es una gran fuente de energía requiere proteína suplementaria para obtener rendimientos máximos del ganado, observándose ganancias de peso mayores en novillos suplementados con proteína que los no suplementados además que se aumenta el consumo de ensilado.

(75,89,91)

Sugiriéndose que la proteína extra en dietas a base de grano 16% de proteína cruda no es eficientemente utilizada por el ganado. (22)

La variación en la solubilidad proteica o fuentes de energía en dietas para rumiantes influencia el metabolismo del rúmen y la productividad del animal. Sin embargo la variación simultanea en fuentes de proteína y energía puede causar respuestas diferentes a las esperadas, como resultado de variar individualmente los componentes de la dieta. (106)

Los aspectos sobre metabolismo ruminal ha llevado a una gran cantidad de investigaciones, siendo ahora la característica central de varias tentativas para un modelo de utilización de nutrientes en el rúmen, poca atención se ha dado a la interrelación proteína y energía en el rumiante. El aporte de nutrientes a los tejidos interactúa con el sistema que controla la homeostásis metabólica de mantenimiento y con aquellas que gobiernan el mantenimiento de un estado fisiológico en particular (controles homeotérmicos) ambos son sensibles a la naturaleza de los nutrientes absorbidos del intestino. El efecto de la interacción determina la división de nutrientes disponibles en productos útiles (leche, tejidos) y de deshecho (calor,  $CO_2$  urea etc.) (85)

IX.- LAS RELACIONES ENTRE EL TIPO DE FERMENTACION EN EL RUMEN  
Y LA EFICIENCIA DE LA ENERGIA ABSORBIDA.

La proporción de ácidos grasos volátiles en el rúmen varía ampliamente y es afectada por diferentes factores, tal como proporción de forraje, nivel de consumo, frecuencia de alimentación y tipo de cereal.

(92,110)

Frecuentemente se ha hecho la pregunta, de como las relaciones aproximadas de ácidos grasos volátiles que ocurren en el rúmen se reflejan en la producción neta y disponible para su absorción. Los estudios de estequiometría de la fermentación ruminal y el metabolismo energético del animal hospedador dependen de un conocimiento de estas relaciones.

Hasta ahora se ha establecido que para dietas altas en forraje la relación es estrecha pero experimentos recientes con borregos dando raciones diferentes de heno y concentrado indican que cuando las dietas contienen gran proporción de concentrado la relación entre las proporciones de ácidos grasos volátiles producidos y las proporciones presentes en el rúmen son mucho mas variables.

Los patrones de fermentación resultan de una rutina alimenticia en particular, puede ser modificada por aditivos que actúan directamente sobre el alimento (ejem: grasas), o bien en la población microbial (ejem: antibióticos) o indirectamente influyendo en el medio ambiente del rúmen ejem:pH o tasa de dilución.

Ciertos principios generales de manipulación de la fermentación del rúmen pueden ser considerados sobre el papel que juegan los ácidos grasos volátiles en la proporción del fluido ruminal, influenciado por la actividad del rúmen. Otro punto son las interrelaciones que ocurren en el rúmen, en el cual al cambiar un parametro esta inevitablemente asociado a otros cambios ejem: al incrementarse la proporción de dilución, esta se acompaña por una eficiencia mas grande en la síntesis de proteína microbiana y un flujo mas alto de almidón en el rúmen. Así, aunque es posible con varios grados de éxito manipular muchos aspectos de la fermentación

tación ruminal es esencial considerar sobre todos los efectos de la manipulación sobre el sistema completo del rúmen. La desventaja de los cambios, tal como reducción en el consumo de alimento o digestión ruminal puede no tomar en cuenta las ventajas esperadas del propósito básico de manipulación ruminal. (110)

Durante la fermentación en el rúmen los ácidos grasos de cadena corta y células microbiales son formados de los alimentos y estos productos sirven como fuente de energía y proteína respectivamente al animal, como se ha mencionado estos ácidos grasos volátiles contribuyen en un 60 a 80% de la energía metabolizable del rumiante. (92,100,113)

La eficiencia de utilización de nutrientes por rumiantes es determinada ampliamente por el balance de estos productos de fermentación y este es controlado por el tipo de microorganismos del rúmen, si bien la cantidad producida en este es alta y el pK de estos ácidos es baja, el pH del rúmen normalmente no cae a niveles bajos. La secreción copiosa de saliva que es alcalina neutraliza una gran parte de los ácidos producidos, pero la absorción directa de ácidos no ionizados es al menos importante en el mantenimiento del pH del rúmen a un nivel relativamente alto. (100,113)

La absorción de ácidos grasos volátiles se realiza a través del epitelio del rúmen a causa de su alta permeabilidad para la forma no disociada del ácido, aunque tiene cierta permeabilidad para la forma ionizada, en esto influye en gran parte el pH del rúmen.

El ácido butírico cambia a ácido B-hidroxibutírico al atravesar el rúmen y pasar a sangre portal, mientras que los ácidos acético y propiónico no cambian, siendo transportados juntos en sangre sistémica a varios órganos y tejidos. donde son usados como fuente de energía. El ácido propiónico es transformado en glucosa en el hígado y se une a la posa de glucosa hepática. Este puede ser convertido parcialmente a glucogeno y almacenado como L-glicerol-3-fosfato y usado para síntesis de triglicéridos. (40,54,65,69,99,113)

La función de absorción se reduce cuando el pH baja y las concentraciones de ácido láctico se elevan, además por existir simultáneamente osmolaridad en el rúmen. Se ha sugerido que cuando se presenta un pH alto en el rúmen, el orden de absorción relativa será ácido acético, propiónico y butírico, mientras que en un pH bajo el orden de absorción será a la inversa. (65,92)

Como se ha descrito la influencia de la dieta es determinante para producir cierto tipo de fermentación e influir en el pH del rúmen, por lo tanto la relación entre alimentos concentrados y forrajes afecta directamente estos parámetros ruminales y por consiguiente la proporción de los distintos ácidos grasos volátiles formados, que a su vez condicionan la eficiencia de utilización de la energía metabolizable ingerida.

Se puede decir que las dietas que producen niveles elevados de ácido propiónico y de ácido butírico se utilizan más eficazmente en el crecimiento y engorde que aquellas que originan mayor proporción de ácido acético. (54,64,127)

Cuando en la dieta se proporciona gran cantidad de forraje se presenta un pH 6.5 el cual da un valor típicamente establecido y en donde predomina el ácido acético. El pH cae por abajo de 6.0 cuando se administran dietas ricas en almidón y melazas produciendo propionato, mezclas de ácidos grasos volátiles y pequeñas cantidades de metano, al adicionar propionato en la dieta el acetato cae elevándose la proporción de propionato y el pH del rúmen. (54,82,95)

La presentación física de la dieta tiene relevancia en el tipo de fermentación, por consiguiente se estima que la concentración de acetato del fluido ruminal es mayor para heno molido y más bajo para concentrado, los terneros alimentados con concentrado tienen mayor valerato y concentración total de ácidos grasos volátiles, mientras la concentración de lactato es menor, las dietas con mezcla de concentrado y heno molido tuvieron mayor propionato y concentración de glucosa que al administrarse heno picado.

Por otro lado a la ingestión de ensilado existe un pico corto en la concentración de ácido láctico en el rúmen y un incremento subsecuente en la concentración de propionato o propionato y butirato, mientras que al suplementar con cebada la proporción de propionato fue reducida y la de butirato aumentada. (14,40,82)

En los países en vías de desarrollo dada la escasez de granos se han buscado alternativas en el aporte de carbohidratos una de ellas es la melaza la cual al mezclarse con urea, las características en la fermentación son diferentes a aquellos animales consumiendo granos. Un nivel óptimo de melaza requerida para una eficiente fermentación y posterior utilización en las raciones para ganado ha estado sujeta a discusión.

Además se ha enfatizado la importancia de adicionar urea a melazas para mejorar la digestión del heno y tener un mayor % de ácido propiónico en el rúmen. (28,29,76)

El crecimiento y eficiencia de los organismos del rúmen es promovido por la cantidad y calidad del sustrato, existe una tendencia en el modelo ruminal para estimar la producción microbiana de la materia orgánica fermentada, sin embargo, no es constante por variar con el tipo de sustrato, tipo de microbio, tasa de dilución y la cantidad de energía disponible para el microbio.

La microflora que habita en el rúmen es densa y contiene aproximadamente  $10^{10}$  -  $10^{11}$  bacterias y  $10^6$  células protozoales/ml.

Alrededor de un pH 6.0 los protozoarios se suprimen y la flora bacteriana produce propionato y mezclas de ácidos grasos volátiles. Al disminuir el pH por abajo de 5.5 los lactobacilos predominan en los microorganismos del rúmen produciendo grandes cantidades de ácido láctico, este es neutralizado por el sistema amortiguador creado por la saliva y alcalis de la dieta para posteriormente ser absorbidos del rúmen, ya que se tiene indicado que la desviación de saliva al rúmen deprime la absorción de ácidos grasos volátiles. (54,64,100,113)

Los protozoarios del rúmen son anaerobios fermentativos y sus productos de fermentación incluyen acetato, butirato, lactato,  $CO_2$  e  $H_2$ , además de contribuir a la producción de ácidos grasos volátiles, los protozoarios

ayudan a secuestrar carbohidratos de un ataque bacteriano rápido por engullir moléculas de almidón y otras partículas de carbohidratos, sin esto una porción significativa de los carbohidratos podría ser fermentada rápidamente a lactato y el pH ruminal bajar, siendo detrimental para la función de absorción ruminal. (23)

La vía de fermentación del lactato es regulada por la población microbiana del rúmen y los protozoarios tienen papel importante en la regulación de la fermentación del lactato. (14)

En el metabolismo de la glucosa la cantidad que se absorbe del tracto alimentario es muy reducida a causa de la gran fermentación de carbohidratos por los microorganismos del rúmen. Los rumiantes dependen de la gluconeogénesis para proveer 90-100% de la glucosa necesaria para el metabolismo. (40,114)

Cuando la producción total de ácidos grasos volátiles es extremadamente alta, sucediendo muchas veces al alimentarse con raciones altas en concentrado usadas en programas de finalización de ganado, el ácido láctico - paso intermedio en la formación de ácido propiónico, se eleva con este tipo de ración causando daño en la pared ruminal interfiriendo en la absorción de nutrientes a través de esta. (81)

Los experimentos de nutrición intragástrica permiten un estudio más cercano de los factores que afectan la proporción de absorción relativa, puesto que la proporción molar establecida en el líquido ruminal está considerada que representa las proporciones en la cual son producidas. (65)

Como una alternativa en dietas a base de cereales en periodos de engorda, la pulpa de remolacha es alta en fibra que es altamente degradada en el rúmen, la gran proporción de pulpa de remolacha en la dieta induce más altos niveles de ácido acético y butírico, y menos propiónico que las altas proporciones de cebada. (57,116)

Los suplementos proteicos afectan el tipo de fermentación ruminal encontrándose que la harina de pescado produce una proporción más baja de ácidos grasos volátiles al ser comparada con harina de soya. (103)

## X.- EFECTO DE OTROS CARBOHIDRATOS SOBRE LA DIGESTION DE LA CELULOSA EN EL RUMEN.

La pared celular de la planta es una unidad compleja la cual tiene cierta resistencia al ataque microbial y químico, no obstante puede ser degradada por microorganismos, los cuales se han establecido en un número de hábitats entre ellos el rumen. La pared celular de la planta contiene un número de polisacáridos, pero el único el cual se encuentra en todas las plantas de la tierra y forma una gran proporción de la dieta de los rumiantes es la celulosa, ésta en conjunto con la hemicelulosa forma la fibra potencialmente digestible.

La celulosa es un homopolímero lineal basado en residuos de 1 4B-D Glucopiranosol. La cadena larga de una molécula de celulosa será por encima de 10, 000 unidades, pero se conoce una forma de cadena simple y cada cadena esta en forma de banda. Cuando un número de cadenas similares estan unidas por enlaces hidrógeno en varios puntos de cada residuo de azúcar, que un número de moléculas de celulosa llevaran muy apretada de manera paralela dando una estructura de cadena multifibrilar muy estable. Hay regiones en la microfibrilla de la celulosa la cual no esta ordenada.

Químicamente la estructura de la celulosa no se altera significativamente durante el periodo de crecimiento y debería ser digestible tanto en una planta joven como en una madura.

La pared celular de la planta es menos digestible con incremento en la madurez, para explicar esto se han propuesto dos ideas:

La física donde la celulosa es protegida del ataque por los microorganismos del rumen o sus enzimas por el efecto secuestrante del complejo ligno-hemicelulósico, ya que con tejido joven el complejo no esta completamente desarrollado y con la madurez el complejo se desarrolla e impide el acceso de las enzimas; este acceso es restringido hasta que las fibras son rotas.

La otra teoría es la química, en tejido joven la lignificación es muy escasa y la hemicelulosa es reconocida por su respectiva hidrolasa.

Ambas teorías estan involucradas, la forma física principalmente para la

degradación de la celulosa y la química para otros carbohidratos de la pared celular. (7,42,78,123)

La utilización de la celulosa es quizás la función más importante dentro de los diversos procesos microbianos del rúmen, la acción la ejercen las bacterias básicamente aunque se ha visto que algunos protozoarios atacan este sustrato pero en menor grado. (24,108)

Las bacterias que digieren la fibra en el rúmen utilizan polisacáridos de la pared celular como su fuente primaria de energía, el crecimiento de estas especies depende de la concentración de la fibra potencialmente fermentable, además de la concentración de N utilizable ( $\text{NH}_3$ ) y otros nutrientes potencialmente limitantes. (2,44)

La reducción de la digestión de la fibra puede resultar de cambios en la utilización de sustrato por los microorganismos del rúmen. La reducción del número de organismos celulolíticos reduce el pH y cambia la tasa de paso de la digesta. El pH variable altera la digestión de la fibra en un 60% en la dieta concentrada

Una reducción en el número de bacterias digestoras de fibra puede ser debido a un gasto de energía incrementado para mantenimiento a un pH más bajo. (2,107)

El grupo de bacterias que se especializan en la digestión de almidón y carbohidratos más solubles producen ácido láctico a expensas de la eficiencia celular. Proporciones rápidas en la producción de ácido láctico reducen el pH y así dan el medio ambiente adecuado para ellos, ya que un pH es más inhibitorio para microorganismos que digieren la celulosa y hemicelulosa. Estos organismos celulolíticos tienen requerimientos más bajos de mantenimiento, además de tener una tasa lenta de crecimiento y un cambio en la calidad del forraje puede ejercer efectos dramáticos sobre la producción por cambios en la tasa de digestión y crecimiento. (27)

La celulosa es desdoblada por acción de la enzima bacteriana celulasa a cadenas de anhidro glucosa, las que a su vez son hidrolizadas para la obtención de celobiosa; esta es desdoblada ya sea a glucosa por medio

de una celobiasa, o a glucosa y glucosa 1-fosfato por una fosforilasa -  
Las enzimas polisacárido depolimerasa e hidrolasa glicosídica involu -  
cradas en la degradación de polisacáridos estructurales de la planta -  
fueron más activas en la partícula adherente asociada a los microorga -  
nismos, donde los sacaridos solubles fueron metabolizados por la fase -  
líquida y poblaciones no adherentes. (105,124)

Se ha establecido que la digestibilidad de la celulosa decrece cuando -  
altos niveles de almidón o carbohidratos solubles están en la dieta, -  
el decremento en la digestión de la fibra está asociado con una redu -  
cción en el pH del rúmen causado por la producción de ácido láctico -  
por las bacterias digestoras de almidón y/o una reducción en la secre -  
ción de saliva debido a un decremento en la rumia, dentro de este con -  
cepto se ha establecido que tanto la fuente de forraje como carbo -  
hidratos solubles son factores importantes, el heno fue superior al -  
maíz ensilado y la pulpa de remolacha superior al maíz laminado para -  
mantener la digestibilidad de la celulosa. (9,29,45,93,107)

La tasa de digestión de la celulosa en presencia de glucosa o celobiosa -  
fue estudiada para las tres especies predominantes de bacterias celulo -  
líticas ruminales Ruminococcus albus, Ruminococcus flavefacies y Bac -  
teroides succinogenes. Cuando un carbohidrato soluble fue adicionado -  
a un caldo de celulosa el retraso en la fase de digestión de celulosa -  
fue cortado, presumiblemente esto es debido a un mayor número de bac -  
terias, porque al incrementar el tamaño del inóculo tuvo un efecto si -  
milar.

La tasa de digestión de la celulosa marcadamente se retardó para B. su -  
ccinogenes y R. flavefacies y retardó menos para B. albus, después de =  
usar celobiosa o glucosa y se acompañó por un decremento en el pH. Pero  
la tasa y el grado de digestión de la celulosa fue parcialmente inhi -  
bida cuando el pH inicial del medio fue de 6.3 o más bajo. El R. albus -  
parece ser el menos afectado por un pH bajo del medio con relación a -  
B. succinogenes y R. flavefacies. Cuando un carbohidrato soluble fue -  
adicionado a la fermentación durante la tasa máxima de la fase de di -  
gestión esta no fue afectada hasta después de que el carbohidrato solu -

soluble ha sido agotado y el pH hubo decrecido marcadamente. Cuando los granos de cereales son incluidos en la dieta de rumiantes, la digestibilidad de la celulosa o fibra de los componentes del forraje es generalmente reducida, por un fenómeno llamado efecto negativo asociado esto puede ser atribuido a un pH ruminal mas bajo, se ha comprobado que la adición de 20 a 30% de glucosa a una ración 2:2:1 heno, maíz y harina de semilla de algodón reduce la digestión de la fibra por cerca del 25% en terneros. Esta reducción puede ser por una inhibición de la celulasa por azúcares solubles, se demostró que la depresión en la digestión de la celulosa causada por la adición de almidón fue el resultado de la limitación de N para la bacteria celulolítica. Cuando fue adicionada cebada como sustrato para la fermentación, la digestión de la celulosa fue deprimida, sin embargo, cuando el pH del medio fue mantenido a 6.6 no ocurrió la depresión. La actividad celulolítica del contenido ruminal se estableció a un pH máximo de de 7.0 decreciendo casi a cero a un pH 6.0, sugiriendo que la depleción de nutrientes de origen no carbohidratos, producción excesiva de ácido láctico o ambos pueden ser responsables para la depresión en la digestión de la celulosa observada cuando se alimenta con granos a rumiantes. Durante la degradación de la celulosa se obtiene como producto final ácido acético, aunque también se forman propiónico y butírico. (24,39,47,86,109)

Cuando se alimenta al ganado con forrajes altamente fibrosos se puede suplementar con alimentos altamente fibrosos sin incurrir en efectos negativos asociados, el salvado de maíz y el gluten de maíz son fuentes de fibra altamente digestibles, siendo suplementos potencialmente energéticos para rumiantes. (45,86)

CONCLUSIONES.

La actualización de conocimientos dentro de cualquier área profesional es necesaria para así poder obtener optimos beneficios que brindan las investigaciones científicas.

Las investigaciones dentro del área bovina a nivel mundial son frecuentes pero muchas veces éste tipo de información se mantiene esparcida siendo en ocasiones difícil la recopilación de algunos informes lo que limita en gran parte la actualización de los profesionales en el área.

Al realizar este estudio se intento cubrir dicha limitante informativa al llevar a cabo un análisis de la información mas reciente (1972-1988). Se hace necesario notar que aunque la finalidad de este trabajo es el de proporcionar información lo mas actualizada, se encontró una gran limitante respecto al idioma ya que se puede citar una gran cantidad de trabajos publicados en ruso y alemán.

LITERATURA CITADA.

- 1.- Alowa, J.P. Fishwick, G. Parkins, J.J. and Hemingway, R.G.: Influenced of energy source and dietary protein degradability on the voluntary intake and digestibility of barley straw by pregnant beef cows. Anim. Prod., 43:201-209 (1986).
- 2.- Allen, M.S. and Mertens, D.R.: Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. J. Nutr., 118:261-270 (1980).
- 3.- Baile, C.A. and Mc. Laughlin, C.L.: Mechanisms controlling feed intake in ruminants: A review. J. Anim. Sci., 64:915-922 (1987).
- 4.- Bailey, C.B. and Lawson, J.E.: Carcass and empty composition of Hereford and Angus bulls from lines selected for rapid growth on high-energy or low-energy diets. Can. J. Anim. Sci., 69:583-594 (1989).
- 5.- Baldwin, R.L. and Bywater, A.C.: Nutritional Energetic of Animals. Ann. Rev. Nutr., 4:101-114 (1984).
- 6.- Barber, K.A. Wilson, L.L. Ziegler, J.H. Le Van, P.J. and Watkins, J.L.: Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. II.- Empty body composition, energetic efficiency and comparison of compositionally similar body weights. J. Anim. Sci., 53:898-906 (1981).
- 7.- Ben-Ghedalia, Daniel and Rubinstein, A.: The digestion of monosaccharide residues of the cell wall of oat and vetch hays by rumen contents in vitro. J. Sci. Food Agric., 35:1159-1164 (1984).
- 8.- Bines, J.A. and Morat, S.V.: The effect of body condition on metabolic change associated with intake of food by the cow. Br. J. Nutr., 50:81-89 (1983).
- 9.- Bourquin, L.D. Garleb, K.A. Merchen, N.R. and Fahey, G.C.: Effects of intake and forage level on site and extent of digestion of plant cell wall monomeric components by sheep. J. Anim. Sci., 68:2479-2495 (1990).

- 10.- Bruce, L.B.: Using net energy for gain and maintenance in a quadratic equation to calculate beef cattle diets. J. Anim. Sci., 62:1095-1100 (1986).
- 11.- Bruckental, I. and Lehrer, A.R.: Faecal output and estimated voluntary dry-matter intake of grazing beef cows, relative to their live weight and to the digestibility of the pasture. Anim. Prod., 45:23-28 (1987).
- 12.- Cammell, S.B. Thomson, D.J. Beever, D.E. Haines, M.J. Dhanoa, M.S and Spooner, M.C.: The efficiency of energy utilization in growing cattle consuming fresh perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Melle) or with clover (*Trifolium repens* cv. Blanca). Br. J. Nutr., 55:669 - 680 (1986)
- 13.- Castillo, E. y Elias, A.: Comportamiento y rasgos de la canal de toros Holstein, cebados con diferentes proporciones concentrado:forraje. Rev. Cubana Cienc. Agric., 15:15-18 (1981).
- 14.- Chamberlain, D.G. Thomas, P.C. and Anderson, F.J.: Volatile fatty acid proportions and lactic acid metabolism in the rumen in sheep and cattle receiving silage diets. J. Agric. Sci. Camb., 101:47-58 (1983).
- 15.- Chen, M.C. Ammerman, C.B. Henry, P.R. Palmer, A.Z. and Long, S.K.: Citrus condensed molasses solubles as energy source for ruminants. J. Anim. Sci., 53:253-259 (1981).
- 16.- Church, D.C.: Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. I Editorial Acribia, España 1974
- 17.- Christison, G.I. Cymbaluk, N.F. and Nicholson, H.H.: Feed intake of growing bulls during severe winters. Can. J. Anim. Sci., 70:441-450 (1990).
- 18.- Christiansen, M.L. and Webb Jr, K.E.: Intestinal acid flow, dry matter starch and protein digestibility and amino acid absorption in beef cattle fed a high-concentrate diet, with defluorinated rock phosphate, limestone or magnesium oxide. J. Anim. Sci., 60:2105-2118 (1990).

- 19.- Clemens, E. Arthaud, V. Mandigo, R. and Woods, W.: Fatty acid composition as influenced by age and dietary energy level. J. Anim. Sci., 37:1326-1331 (1973).
- 20.- Cottrill, B.R. Beever, D.E. Austin, A.R. and Osbourn, D.F.: The effect of protein and non-protein-nitrogen supplements to maize silage on total amino acid supply in young cattle. Br. J. Nutr., 48:527-540 (1982).
- 21.- Crampton, E.W. y Harris, L.E.: Nutricion animal aplicada editorial Acribia, España 1974 .
- 22.- Crickenberger, R.G. Berger, W.G. Fox, D.G. and Gideon, L.A.: Efecy of protein level in corn-corn silage diets on abomasal nitrogen passage and utilization by steers. J. Anim. Sci., 49:177-183 (1979).
- 23.- Czerkawski, J.W.: Microbial fermentation in the rumen. Proc. Nutr. Soc., 43:101-118 (1984).
- 24.- Delgado, A. Valdez, G. Molina, A. Ruiz, R. Aguicer, I.: Sistema de ceba basados en pastos, forrajes o ensilajes con suplementación protefca-energética durante la seca.  
Efecto de la miel final-urea y/o protefna natural en animales en pastoreo o estabulación. Rev. Cubana Cienc. Agric., 15:149-163 (1981)
- 25.- Dewhurst, R.J. and Webster, A.J.: Prediction of the true metabolizable energy concentration in forages for ruminants. Anim. Prod., 43:183-194 (1986).
- 26.- Di Costanzo, A. Meiske, J.C. Plegge, S.D. Peters, T.M. and Goodrich, R.D.: Within-herd variation in energy utilization for maintenance and gain in beef cows. J. Anim. Sci., 68:2156-2165 (1990).
- 27.- Dobson, A. and Dobson, M.J.:Aspects of digestive physiology in ruminants. Proceeding of a satellite symposium of 30th international congress of international of physiological sciences. Cornell University Press. New York, (1986).
- 28.- El Khidir, O.A. and Thomsen, K.V.: The effect of high levels of molasses in combinations with hay on digestibility of organic matter microbial protein synthesis and volatile fatty acid production in vitro. Anim. Feed Sci. Tech., 7:277-286 (1982).

- 29.- Faria, V.P. and Huber, J.T.: Effect of dietary protein and energy levels on rumen fermentation in Holstein steers. J. Anim. Sci., 58: 452-458 (1984).
- 30.- Ferrel, C.L. and Jenkis, T.G.: A note on energy requirements for maintenance of lean and fat Angus, Hereford and Simmental cows. Anim. Prod., 39:305-309 (1984).
- 31.- Firkins, J.L. Berger, L.L. Merchen, N.R. and Fahey, G.C.: Effects of forage particle size, level of feed intake and supplemental protein degradability on microbial protein synthesis and site of nutrient digestion in steers. J. Anim. Sci., 62:1081-1094 (1986).
- 32.- Fox, D.G. Jhonson, R.R. Preston, R.L. Dockerty, T.R. and Klosterman, E.W.: Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. J. Anim. Sci., 34:310-318 (1972).
- 33.- Gary, F.M. and Fox, G.D.: Beef production and management. 2nd ed. Reston Publishing Company, U.S.A. 1982
- 34.- Garret, W.N.: Factors influencing energetic efficiency of production J. Anim. Sci., 51:1434-1440 (1980).
- 35.- Garret, W.N. and Johnson, D.E.: Nutritional energetics of ruminants - J. Anim. Sci., 57:478-492 (1983).
- 36.- Gaskins, C.T. Preston, R.L. and Males, J.R.: Feed requirements for maintenance and gain in crossbred bulls of two types. J. Anim. Sci., 55:67-72 (1982).
- 37.- Geay, Y.: Energy and protein utilization in growing cattle. J. Anim. Sci., 58:766-778 (1984).
- 38.- Geerken, A. y Gonzales, R.: Efecto de la suplementación nitrogenada sobre el metabolismo de la energía y el nitrógeno en terneros alimentados con forraje de bermuda cruzada 1 (*Cynodon dactylon* Pers). Rev. Cubana Cienc. Agric., 14:147-151 (1980).
- 39.- Giger, S. Reverdin. Sauvant, D. Najjar, T. and Rigault, M.: Diet influence on biological degradation in sacco of cell walls by ruminants. Anim. Feed Sci. Tech., 32:223-227 (1991).
- 40.- Gill, M. and Beaver, D.E.: The effect of protein supplementation on digestion and glucose metabolism in young cattle fed on silage. Br. J. Nutr., 48:37-46 (1982)

- 41.- Girard, V.: Partitioning metabolizable energy utilizations in ruminant to include a factor for assimilation of food intake and its application for evaluating energy requirements of growing fattening cattle. Can. J. Anim. Sci., 66:723-733 (1986)
- 42.- Graham, H. and Aman, P.: Nutritional aspects of dietary fibres. Anim. Feed Sci. Tech., 32:143-158 (1991).
- 43.- Griffiths, T.W.: Studies on the protein requirements of growing cattle. Effects of differing intakes of protein and energy on growth and nitrogen metabolism in young entire males. Br. J. Nutr., 51:135-143 (1984).
- 44.- Ha, J. and Kennell, J.J.: Effect of protein on nutrient digestion and milk production by Holstein cows. J. Dairy Sci., 67:2302-2307 (1984).
- 45.- Hannah, S.M. Paterson, J.A. Williams, J.E. and Kerley, M.S.: Effects of corn Vs. corn gluten feed on site, extent and ruminal rate of forage digestion and on rate and efficiency of gain. J. Anim. Sci., 68:2536-2545 (1990).
- 46.- Herrera, Ferreiro, M. Elliot, R. and Preston, T.R.: The effect of molasses supplements on voluntary feed intake, live weight gain and rumen function in bulls fed basal diets of ensiled sisal pulp. Trop. Anim. Prod., 6:178-185 (1981).
- 47.- Hiltner, P. and Dehority, B.A.: Effect of soluble carbohydrates on digestion of cellulose by pure cultures of rumen bacteris. Appl. Environmental Micro., 46:642-648 (1983).
- 48.- Hill, G.M. Utley, P.R. and Newton, G.L.: Influence of dietary crude protein on peanut skin digestibility and utilization by feedlot steers J. Anim. Sci., 62:887-894 (1986).
- 49.- Hironaka, R. Sonntag, B.H. and Kozub, G.C.: Effects of feeding programs and diet energy on rate of gain, efficiency of digestible energy utilization and carcass grades of steers. Can. J. Anim. Sci., 59: 385-394 (1979).
- 50.- Hironaka, R. Grigat, G.A. and Kozub, G.C.: The voluntary intake of diets differing in digestible energy concentration and form of hay. Can. J. Anim. Sci., 66:735-742 (1986).

- 51.- Horn, G.W. Ford, M.J. and Philips, W.A.: Effects of supplementation with silage on forage intake and kinetics of digesta flow of cattle on pasture. Can. J. Anim. Sci., 64:(suppl.)335-336 (1984).
- 52.- Hussein, H.S. Stern, M.D. and Jordan, R.M.: Influence of dietary protein and carbohydrates sources on nitrogen metabolism and carbohydrate fermentation by ruminal microbes in continuous culture. J. Anim. Sci., 69:2123-2133 (1991)
- 53.- Ikhatua, J. and Olubajo, F.O.: Effect of high protein supplement on energy requirements by growing steers. World Rev. Anim. Prod., XVII: 49-53 (1981).
- 54.- Kay, R.N.: Rumen function and physiology. Vet. Rec., 113:6-9
- 55.- Keith, R.K. and Schmidt, S.P.: Effect of diet and energy consumption on glucose utilization by steers. J. Anim. Sci., 49:(suppl. 1) 381 - 383 (1979).
- 56.- Koch, R.M. and Aigeo, J.W.: The beef cattle industry: Changes and challenges. J. Anim. Sci. (suppl.1):33-42 (1983).
- 57.- Kulasek, G. Barej, W. Leontowicz, H. Krasicka, B. Chamyszyn, M. and Zawitkowski, J.: The effect of feeding sugar-beet silage and non-protein-N on rumen and blood metabolites in bulls. Br. J. Nutr., 43:229-234 (1980).
- 58.- Lawson, A. Spicer, C. Brent Thevrrer, J.S. and Noon, T.H.: Ruminal and post-ruminal utilization of nitrogen and starch from sorghum grain corn and barley based diets by beef steers. J. Anim. Sci., 62: 521-530 (1986).
- 59.- Ledger, H.P. and Sayers, A.R.: The utilization of dietary energy by steers during periods of restricted food intake and subsequent realimentation.
- 1.- The effect of time on the maintenance requirements of steers held at constant live weights. J. Agric. Sci. Camb., 88:11-26 (1977).
- 60.- Ledger, H.P.: The utilization of dietary energy by steers during periods of restricted food intake and subsequent realimentation.
- 2.- The comparative energy requirements of penned and exercised steers for long term maintenance at constant live weight. J. Agric. Sci. Camb., 88:27-33 (1977)

- 61.- Lemenager, R.P. Martin, T.G. Stewart, T.S and Perry, T.W.: Daily gain, feed efficiency and carcass traits of bull as affected by early and late dietary protein levels. J. Anim. Sci., 53:26-32 (1981).
- 62.- Levy, D. Bar-tsur, A. Holzer, Z. Samuel, V. Ashbell, G. Lisker, N. - Ilan, D. Berkovits, S. and Kali, J.: High grain content maize silage in fattening diets of young male cattle. Anim. Feed Sci. Technol. - 16:63-73 (1986).
- 63.- Loerch, S.C. Berger, L.L. Gianola, D. and Fahey, G.C.: Effects of dietary protein source and energy level on in situ nitrogen disappearance of various protein sources. J. Anim. Sci., 56:206-215 (1983).
- 64.- Lyle, R.R. Johnson, R.R. Wilhite, J.V. and Backus, W.R.: Ruminant characteristics in steers as affected by adaptation from forage to all-concentrate diets. J. Anim. Sci., 53:1383-1389 (1981).
- 65.- MacLeod, N.A. and Orskov, E.R.: Absorption and utilization of volatile fatty acid in ruminants., Can. J. Anim. Sci., 64:(suppl) - 354-355 (1984)
- 66.- Macdearmid, A. Williams, P.E. and Brewer, A.C.: Cereal straw in diets for beef cattle: Effects of pattern of growth and diet formulation on growth rate and food conversion efficiency. Anim. Prod., 45: - 29-36 (1987).
- 67.- Marsh, Ch. R. and Wilson, J.G.: Effects of breed of cattle on energy requirements for growth. Anim. Prod., 21:109-119 (1975).
- 68.- Mc. Allan, A.B. Cockburn, J.E. Williams, A.P. and Smith, R.H.: The degradation of different protein supplements in the rumen of steers and the affects of these supplements on carbohydrate digestion. - J. Nutr., 60:669-682 (1988)
- 69.- Mc Donald, P.C. Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.: Animal Nutrition fourth edition, Longman group U.S.A. 1988
- 70.- Mc Carthy, F.D. Hawkins, D.R. and Bergen, W.G.: Dietary energy density and frame size effects on composition of gain in feedlot cattle J. Anim. Sci., 60:781-789 (1985).

- 71.- Martin, P.L. and Geerken, C.M.: Considerations on the bovine energy - requirements under tropical conditions 1.- Requirements for mainte - nance and growth fattening of stabulated Holstein males. Cuban J. - Agric. Sci., 17:139-147 (1983).
- 72.- Mee John, M.L.Broks, C. and Stanley, R.W.: Amino acid and fatty - composition of cane molasses. J. Sci. Food Agric., 30:429-432 (1979).
- 73.- Mertens, D.R.: Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. J. Anim. Sci., 64:1548-1558 (1987).
- 74.- Meulenbroeks, J. Verstege, M.W. Hel, M. V. and Korver.: The effect - of genotype and metabolizable energy intake on protein and fat gain - in veal calves. Anim. Prod., 43:195-200 (1986).
- 75.- Michelena, J.: Efecto de la suplementación con diferentes fuentes - de proteína a toros alimentados con ensilaje. Rev. Cubana Cienc. - Agric., 13:133-134 (1979).
- 76.- Michelena, J. Elias, A. Pereiro, M. and Hernandez, Y.: Effect of - protein solubility on rumen fermentation and N retention in calves - fed high molasses/urea diets. Indian J. Anim. Sci., 54:608-614 (1984)
- 77.- More, G.J. Ferrall, O.A. and Keane, M.G.: A comparasion for live - weight and carcass production of Charolais, Hereford and Friesian - steers progeny from Friesian cows finished on two energy levels and - serially slaughtered. Anim. Prod., 50:19-28 (1990).
- 78.- Morrison, I.M.: Carbohydrate chemistry and rumen digestion. Proc. - Nutr. Soc., 38:269-281 (1979)
- 79.- N.R.C.: Nutrients Requeriments of beef cattle. Sixth edition, National Academy Press Washington, D.C. 1984 .
- 80.- Newbold, J.R. Garnsworthy, P.C. Buttery, P.J. Cole, D.J. and - Marston, W.: Protein nutrition of growing cattle: Food intake and - growth responses to rumen degradable protein and undegradable pro - tein. Anim. Prod., 45:383-394 (1987)
- 81.- Newman, A.L and Lusby, K.S.: Beef cattle. Eight edition Jhon Wiley & - Sons. U.S.A. 1986 .

- 82.- Nocék, J.E. and Polan, C.E.: Influence of ration form and nitrogen - availability on ruminal fermentation patterns and plasma of growing bulls calves. J. Dairy Sci., 67:1038-1042 (1984).
- 83.- Old, C.A. and Garret, W.N.: Efficiency of feed energy utilization - for protein and fat gain in Hereford and Charolais steers. J. Anim. Sci., 60:766-771 (1985)
- 84.- Old, C.A. and Garret, W.N.: Effects of energy intake on energy - efficiency and body composition of beef steers differing in size - at maturity. J. Anim. Sci., 65:1371-1380 (1987).
- 85.- Oldham, I.D.: Protein-Energy interrelationships in dairy cows. J. - Dairy Sci., 67:1090-1114 (1984).
- 86.- Oliveros, B.A. Klopfenstein, T.J. Goadeken, F.K. Nelson, M.L. and - Hawkins, E.E.: Corn fiber as an energy supplement in high-roughage - diets fed to steers and lambs. J. Anim. Sci., 67:1784-1792 (1989),
- 87.- Orsskov, E.R. and Hovell, Dc. B.: Protein metabolism and utilization - during undernutrition in ruminants. International Atomic Energy - Agency Vienna., 428-438 (1985).
- 88.- Patterson, D.L. Price, M.A. and Berg, R.T.: Patterns of muscle, - bone, and fat accretion in three biological types of feedlot bulls - fed three dietary energy levels. Can. J. Anim. Sci., 65:351-361 - (1985)
- 89.- Pendlum, L.C. Boling, J.A. and Bradley, N.W.: Continuous and non - continuous protein levels for growing calves fed corn silage. - J. Anim. Sci., 46:535-541 (1978)
- 90.- Pérez-Gil, F.: Controles físicos y metabólicos sobre la ingestión - voluntaria de alimentos en el animal rumiante. Vet. Mex., VII:20-23 (1976).
- 91.- Perry, T.W.: Beef cattle feeding and nutrition. Academic Press. - U.S.A. 1980

- 92.- Peters, J.P. Leedle, J.A.Z. and Paujissen, J.B.: Factors affecting in vitro production of volatile fatty acids by mixed bacterial populations from the bovine rumen. J. Anim. Sci., 67:1593-1602 (1989).
- 93.- Preston, T.R. Willis, M.B.: Producción intensiva de carne. 1ª edición - Editotial Diana, México 1974 .
- 94.- Price, M.A. Sarah, and Makarechian, M.: The influence of feed energy level on growth and carcass traits in bulls of two breed types. Cah. J. Anim. Sci., 64:323-332 (1984).
- 95.- Priego, A. and Sutherland, T.M.: The effect of propionic acid on pattern of ruminal fermentation. Trop. Anim. Prod., 2:189-194 (1977).
- 96.- Pritchard, R.H. and Males, J.R.: Effect of crude protein and ruminal ammonia-N on digestibility and ruminal out flow in beef cattle fed wheat straw. J. Anim. Sci., 60:822-831 (1985)
- 97.- Refsgaard, Andersen H. and Lonninguartsen, K.: The influence of energy level, weight at slaughter and castration on growth and feed efficiency in cattle. Livestock Prod. Sci., 11:559-569 (1984).
- 98.- Riquelme Villagran, E.: Suplementación para bovinos en pastoreo. Memorias del seminario Internacional. Méx. (1988)
- 99.- Russell, R.W. and Young, J.W.: Interrelationships in the metabolism of plasma glucose, rumen propionate, blood CO<sub>2</sub> and rumen CO<sub>2</sub> in steers J. Dairy Sci., 63: (supp. 1) 87 (1980).
- 100.- Russell, B.J. and Hespell, B.R.: Microbial rumen fermentation. J. Dairy Sci., 64:1153-1169 (1981).
- 101.- Russell, J.R. Young, A.W. and Jorgensen, N.A.: Effect of dietary corn starch intake on ruminal small intestinal and large intestinal starch digestion in cattle. J. Anim. Sci., 52:1170-1176 (1981).
- 102.- Russell, A.J.F. and Wright, I.A.: Factors affecting maintenance requirements of beef cows. Anim. Prod., 37:329-334 (1983)
- 103.- Seoane, J.R. Christen, A.M. and Dion, S.: Intake and digestibility in steers fed grass hay supplemented with corn or barley and fish meal or soy bean meal. Can. J. Anim. Sci., 70:921-926 (1990).

- 104.- Shimada, A.S. Rodriguez, F.G. y Cuaron, J.A.: Engorda de ganado bovino en corrales. Ed. Consultores en producción animal, S.C., México 1986
- 105.- Shimada, S.A.: Fundamentos de nutrición animal comparativa. 1ª Edición., México 1983
- 106.- Shingoethe, D.J.: Interrelationships between protein solubility and energy sources for cattle. Can. J. Anim. Sci., (suppl. )199-200 (1984)
- 107.- Shriver, B.J. Hoover, M.H. Sargent, J.P. Crawford, R.J. and Thayne, W.V.: Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. J. Dairy Sci., 69:413-419 (1986)
- 108.- Smith, L.W. Weinland, B.T. and Waldo, D.R.: Rate of plant cell wall particle size reduction in the rumen. J. Dairy Sci., 66:2124-2136 (1983).
- 109.- Solaiman, S.G. Martz, F.A. Weiss, M.F. and Belyea, R.L.: Effects of protein and energy supplementation of Guernsey cows on the kinetics of digestion and passage of orchardgrass versus alfalfa. J. Anim. Sci., 68:2119-2129 (1990)
- 110.- Sutton, J.D.: Carbohydrate fermentation in the rumen- variations on a theme. Proc. Nutr. Soc., 38:275-281 (1979)
- 111.- Thonney, M.L. and Hogue, D.E.: Fish meal or cotton seed meal as supplemental protein for growing Holstein steers. J. Dairy Sci., 69: 1648-1651 (1986)
- 112.- Thonney, M.L. and Ayala, H.J.: Dietary energy losses of cattle influenced by body type, size, sex and intake. Anim. Prod. 50:467-474 (1990)
- 113.- Thorlacius, S.O. and Lodge, G.A.: Absorption de steam-volatile fatty acids from the rumen of cows as influenced by diet, buffers and pH. Can. J. Anim. Sci., 53:279-288 (1973)
- 114.- Trenkle, A.: Endocrine regulation of energy metabolism in ruminants - Federation proc., 40:2536-2541 (1981).
- 115.- Trotta, A.P. Kesler, E.M. and Hargrove, G.L.: Percent and solubility of protein in complete feeds for Holstein calves to age 12 weeks. J. Dairy Sci., 67:2560-2565 (1984)

- 116.- Van Eenaeme, C. Istasse, L. Clinquart, A. Maghuin-Rogister, G. and Bienfait, J.M.: Effects of dietary carbohydrate composition on rumen fermentation, plasma, hormones and metabolites in growing fattening bulls. Anim. Prod., 50:409-416 (1990).
- 117.- Veitia, J.L. Elias, A. Garcia, J. and Venereo, A.: Effect of dietetic protein level for fattening of bulls with high molasses levels: Efficiency of energy utilization. Indian J. Anim. Sci., 50:810-815 (1980)
- 118.- Waldman, R.C. Tyler, W.J. and Brungardt, V.H.: Changes in the carcass composition of Holstein steers associated with ration energy levels and growth. J. Anim. Sci., 32:611-619 (1971)
- 119.- Webster, A.J.F. Brockway, J.M. and Smith, J.S.: Prediction of the energy requirements for growth in beef cattle.  
1.- The irrelevance of fasting metabolism. Anim. Prod., 19:127-139, (1974)
- 120.- Webster, A.J.F. Gordon, J.G. and Smith, J.S.: Energy exchanges of veal calves in relation to body weight, food intake and air temperature. Anim. Prod., 23:35-42 (1976)
- 121.- Webster, A.J.F. Smith, J.S. and Mollison, G.S.: Prediction of the energy requirements for growth in beef cattle. 3.- Body weight and heat production in HerefordxBritish Friesian bulls and steers. Anim. Prod., 24:237-244 (1977)
- 122.- Webster, A.J.F.: The energetic efficiency of metabolism. Proc. Nutr. Soc., 40:121-127 (1981)
- 123.- Weiss, W.P. Fisher, G.R. and Erickson, G.M.: Effect of source of neutral detergent fiber and starch. J. Dairy Sci., 72:2308-2315 (1989).
- 124.- Williams, A.G. and Strachan, N.H.: Polysaccharide degrading enzymes in microbial populations from the liquid and solid fractions of bovine rumen digesta. Can. J. Anim. Sci., 64 (suppl.):58-59 (1984) -

- 125.- Woody, H.D. Fox, D.G. and Black, J.R.: Predicting net energy value - of corn silage varying in grain content. J. Anim. Sci., 57:710-716 - (1983)
- 126.- Woody, H.D. Fox, D.G. and Black, J.R.: Effect of diet grain content - on performance at growing and finishing cattle. J. Anim. Sci., 57: - 717-727 (1983)
- 127.- Zea, J. y Galvez, J.F.: Concentración energética de raciones para - el crecimiento y cebo del ganado bovino. 1.- Efecto sobre la diges - tibilidad y sobre las características de las fermentaciones rumina - les. An. INIA/Ser.: Prod. Anim./10:129-146 (1979)
- 128.- Zea, J. y Galvez, J.F.: Concentración energética de raciones para - el crecimiento y cebo del ganado bovino. 2.- Efecto sobre la inges - tión voluntaria, velocidad de crecimiento y eficacia energética. - An. INIA/Ser.: Prod. anim./10:147-157. ( 1979 ).