

FISIOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE

Anibal Fernández Mayer. 1998. EEA INTA Bordenave, Mat. Didáctico N° 3:6-34.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Manejo del alimento](#)

CAPÍTULO I: EL ALIMENTO Y LOS PROCESOS DIGESTIVOS

INTRODUCCIÓN

La producción animal depende de factores endógenos y exógenos (dieta, clima, etc). Entre los primeros se encuentran aquellos inherentes a aspectos fisiológicos y metabólicos, destacándose todos los procesos que ocurren en el ambiente ruminal, donde se genera más del 60% de la energía (como ácidos grasos volátiles -AGV-) que el animal utilizará en su metabolismo y entre el 60 al 80% de la proteína (como proteína microbiana) que será asimilada al llegar a duodeno (Santini, 1995).

Por lo tanto, de la extensión y digestión de los distintos componentes del alimento a nivel ruminal, dependerá la futura producción animal (leche, carne o lana), dicho en otras palabras, en la medida que mejoremos los procesos de digestión del alimento mejoraremos sustancialmente la producción animal y con ella, la productividad del sistema ganadero.

EL ALIMENTO: COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS

Todo alimento (forraje o concentrado) está constituido por distintas fracciones, los carbohidratos (CHO), las proteínas, los lípidos, las cenizas y el agua. De estos componentes, le prestaremos atención a los 3 primeros, ya que la digestión y metabolización de ellos determinará la futura producción animal.

CARBOHIDRATOS (CHO)

Los CHO se dividen en dos grandes grupos, los CHO estructurales y los no estructurales.

CHO ESTRUCTURALES

La celulosa junto con la Hemicelulosa y la Pectina son los constituyentes potencialmente digeribles de la pared celular (FDN).

LA CELULOSA

La celulosa está constituida principalmente por microfibrillas cristalinas, lineales y de alto peso molecular, formando polímeros de moléculas de D-Glucosa, cuya digestibilidad puede ser muy alta (cerca del 90%) dependiendo de su grado de lignificación (Van Soest, 1965; Beever, 1993).

LA HEMICELULOSA

La hemicelulosa es otro integrante de la pared celular del vegetal, constituido por cadenas de xilano unidos a moléculas de glucosa, fructosa, galactosa y arabinosa. Este complejo químico no soluble en agua, representa entre el 30 al 40% de los CHO totales. La digestibilidad de la hemicelulosa varía entre el 52 al 90% (Van Soest, 1965).

LA PECTINA

La pectina representa menos del 10% de los constituyentes de la pared celular, es totalmente digerible, y está formada por cadenas ramificadas de ácido galacturónico.

LA LIGNINA

La lignina en realidad no es un CHO sino un compuesto fenólico totalmente insoluble. Está altamente asociada a los componentes de la pared celular, como la celulosa, hemicelulosa y con ciertas proteínas. De la proporción de lignina que tenga la pared celular dependerá su digestibilidad.

Las leguminosas se caracterizan por su bajo contenido y baja digestibilidad de la hemicelulosa, mientras que ocurre lo opuesto en las gramíneas. En cambio, en lo que respecta a la lignina, las leguminosas tienen mayor proporción que las gramíneas.

CHO NO ESTRUCTURALES (CHONE)

Estos CHO se encuentran en el contenido celular del vegetal, son altamente digestibles, variando principalmente el sitio de digestión en función de la característica del CHONE, de la presentación y del tipo de alimento (concentrado, forraje fibroso, etc.). Entre los principales componentes están el almidón, los azúcares simples, etc.

EL ALMIDÓN

El almidón es el principal constituyente del endosperma de los granos, variando su proporción de acuerdo al tipo de grano y a otros factores intrínsecos de la planta. Waldo (1973) luego de una amplia revisión informó como valores promedios 71.9, 70.2, 64.6, 63.8 y 44.7% para el maíz, sorgo, trigo, cebada y avena respectivamente.

Químicamente, el almidón está formado por dos tipos de polímeros, la amilosa y la amilopectina. La primera constituye un 20-30% del almidón de los cereales, caracterizándose por tener una estructura amorfa, sin restricciones al paso del agua y a la amilasa (enzima). Es un polímero lineal de D-Glucosa con enlaces glucosídicos alfa 1-4 (Rooney y Pflugfelder, 1986; Kloster y Santini, 1995).

Mientras que la amilopectina, constituye el 70-80% del almidón de los granos, es un polímero ramificado, con cadenas lineales de unos 20-25 residuos de D-Glucosa en uniones alfa 1-4 y puntos de ramificación con enlaces alfa 1-6. Representa la porción cristalina resistente al paso del agua y al ataque enzimático (Rooney y Pflugfelder, 1986; Kloster y Santini, 1995).

Las proteínas y los CHO estructurales asociados a los gránulos del almidón podrían alterar la degradación ruminal del mismo. Un ejemplo es el sorgo, que es uno de los granos que presenta mayor variación en la degradación ruminal, debido a estas asociaciones (Mc Allister et al, 1993).

CHO SOLUBLES

Los CHO solubles están integrados por azúcares simples, cuya degradabilidad a nivel ruminal es del 100%, generando ácidos grasos volátiles (AGV), con mayor proporción molar de propionato.

DEGRADABILIDAD DEL ALMIDÓN Y SITIOS DE DIGESTIÓN

La digestión ruminal del almidón genera una alta producción de AGV, destacándose el propionato (C3) cuya proporción molar aumentaría relativamente con respecto a la fermentación ruminal de forraje fibroso, donde se genera una mayor proporción molar de acetato (C2).

El propionato se absorbe por las paredes del rumen (+ del 80%) llegando al hígado, donde a través de un proceso metabólico (gluconeogénesis) se transforma en glucosa. Mientras, el acetato y butirato generan ATP en rumen (ciclo cítrico) (Van Huotert, 1993).

La digestibilidad del almidón en el tracto total es superior al 80%, variando de acuerdo al tipo de grano, al consumo (MS/día), la proporción que se degrada en rumen y la que llega a duodeno intacto. La digestión del almidón en rumen, varía en orden creciente a partir del maíz, sorgo, cebada, trigo y avena. En otras palabras, la proporción del almidón que llega a intestino delgado es mayor para el maíz y sorgo (30-40%) (Herrera Saldaña et al, 1990).

Cuando se agrega un suplemento rico en CHO (por ej. granos) en altas cantidades (mayor al 30%) se puede producir una depresión en la digestibilidad de la fibra (Mc Allan et al, 1987; Rearte y Santini, 1989) generando además una producción anormal de ácidos grasos insaturados (AGI) en la grasa de cobertura del animal, desmejorando el aspecto de la res (Gill, 1995).

La glucosa absorbida en el duodeno, por hidrólisis del almidón o sintetizada en el hígado (gluconeogénesis), es transportada en el plasma sanguíneo a todos los tejidos del cuerpo. Allí es utilizada como fuente de energía (E) y como precursor de compuestos carbonatados (Van Houtert, 1993).

La eficiencia energética sería un 42% mayor, si el almidón es digerido en el intestino delgado que el fermentado en rumen (Owens et al, 1986).

Al aumentar los niveles de glucosa en sangre se estimularía la liberación de la insulina por las células de Langerhans (páncreas). Dicha hormona tiene característica lipogénicas, favoreciendo la terminación del animal (Robelin, 1986).

La falta de insulina provoca, entre otras cosas, el menor ingreso (absorción) de glucosa a las células siendo ésta fundamental en el adiposito para la síntesis del alfa-glicerol fosfato (lipogénesis). Además, la ausencia de aquella induce la movilización de las sustancias grasas produciendo un cuadro de cetosis en el animal (Chilliard et al, 1995).

LAS PROTEÍNAS

Las proteínas del alimento se dividen en proteína dietaria verdadera y el nitrógeno no proteico (NNP). La primera, a su vez se subdivide en proteína degradable en rumen (PDR) y no degradable en rumen (PNDR).

La proporción de ambas proteínas verdaderas (PDR y PNDR) dependen de factores propios del alimento, del consumo, de la extensión de la digestión y de factores exógenos, como el calor, la presión, el molido, químicos (formaldehídos), etc.

Las necesidades de aminoácidos (AA) en el rumiante son cubiertas por la proteína dietaria y por la proteína de origen microbiano sintetizada en rumen. Ambas aportan AA que al llegar a nivel intestinal son absorbidos, metabolizándose en la glándula mamaria, hígado, músculo, etc.

Si bien los granos son utilizados como una fuente energética, por su contenido en almidón, el nivel proteico de ellos puede contribuir a cubrir los requerimientos en proteína del animal, encontrándose que la proporción y solubilidad de sus proteínas en el licor ruminal varía entre cereales. El 80% de las proteínas del maíz, la cebada y el trigo son glutelinas y prolaminas, ambas insolubles en el líquido ruminal, mientras que en la avena, el 80% es globulina, que es soluble en dicho licor (Snifen, 1974).

Las vacas lecheras y animales jóvenes en crecimiento tienen altos requerimientos proteicos, y su producción depende en cierta medida de la cantidad de proteína de la dieta que pase el rumen sin degradarse (PDNR) y de la proteína microbiana. Esta última de alto valor biológico (+ 60%) está constituida por un perfil de AA muy completo pero con baja proporción de algunos AA que son limitantes para la producción de carne y leche, como la metionina, treonina y la lisina.

DEGRADABILIDAD DE LA PROTEÍNA DE LA DIETA

La degradabilidad ruminal de la proteína verdadera de los forrajes frescos varía, de acuerdo al estado vegetativo y a la época del año. Los verdes tiernos y pasturas en pleno estado vegetativo, especialmente en el otoño e invierno, se caracterizan por tener un alto contenido de NNP y proteínas muy degradables en rumen (proteínas solubles). El porcentaje de NNP y la degradabilidad ruminal de la proteína dietaria se reduce a medida que el cultivo avanza en su estado de madurez. Durante la primavera, se obtendría un balance óptimo entre la PDR y la PDNR para la producción animal.

En las especies forrajeras de clima templado, el nivel de proteína dietaria puede variar entre 12 al 35% de la MS (cuadro 1). Sin embargo, los resultados productivos a veces son inferiores a los esperados. Muchas veces se debe a una menor llegada de la proteína (dietaria y microbiana) al intestino delgado, al elevarse las pérdidas de nitrógeno en forma de amonio a través de la pared del rumen. Para atender la magnitud de estas pérdidas y las formas prácticas de atenuarlas, es necesario analizar la síntesis de proteína microbiana ruminal, los factores que la afectan y la degradabilidad proteica dietaria (Santini, 1995).

Cuadro 1.- (INTA Balcarce 1990)

| Cultivos | FORRAJES | | | RUMEN | |
|-------------|----------|-------|------|----------------------------|------|
| | % MS | % FDN | % PB | NH ₃ (mg/dl) | pH |
| Avena | 23 | 46 | 22 | 16 | 5.92 |
| Ray gras | 20 | 43 | 19 | 22 | 6.08 |
| Alfalfa | 23 | 45 | 24 | 42 | 6.10 |
| R.G. maduro | 40 | 59 | 11 | 7 | 6.30 |
| Festuca | 22 | 67 | 15 | 8 | 6.30 |
| Agropiro | 48 | 69 | 10 | 8 | 6.40 |

Las dietas hiperproteicas pueden tener un efecto negativo en la ganancia de peso y en la retención de grasa, al aumentar el nivel de amonio en rumen, el cual puede afectar negativamente la liberación de insulina y el metabolismo de la glucosa (Fernández et al, 1990).

LÍPIDOS

Los forrajes, en especial las hojas de gramíneas y tréboles, tienen un bajo contenido de ácidos grasos (\pm 4-5% de la MS), predominando el ácido linoleico (C 18 :2). En cambio, los suplementos de origen vegetal (harinas o expeller de girasol, soja, maíz, etc.) tienen un nivel muy superior de ácidos grasos insaturados en especial, el linoléico (

C 18 :3). Estos últimos sufren en el rumen una fuerte hidrogenación hasta llegar a ác. esteárico (C 18 :0) (Machado y Manterola, 1994).

Altas concentraciones en rumen de ác. grasos libres inhiben seriamente la digestión de la fibra por los Microorganismos ruminales (McR), resultando una menor producción de acetatos (C2) y menor sustrato (MO) fermentado, debiéndose usar con cautela suplementos con altos niveles de grasa cuando se agregan a dietas fibrosas, en especial grasas que no sean inertes (Machado y Manterola, 1994).

A través de distintos procesos se ha buscado disminuir los efectos negativos de las grasas «sin tratar», en especial de origen animal. El objetivo es evitar la metabolización de las grasas en rumen, haciéndolas «by pass» para que se metabolizan en el intestino. Para ello se pueden emplear grasas emulsionadas con proteínas vegetales, grasas encapsuladas con almidón, llamadas grasa «prilled», semillas de oleaginosas enteras, particularmente si han sido tratadas con calor, o bien, incorporar cationes metálicos como el calcio a las moléculas de los triglicéridos, siendo estas últimas unas de las más efectivas. Con cualquiera de los métodos mencionados se obtienen grasas inertes a nivel ruminal (Machado y Manterola, 1994).

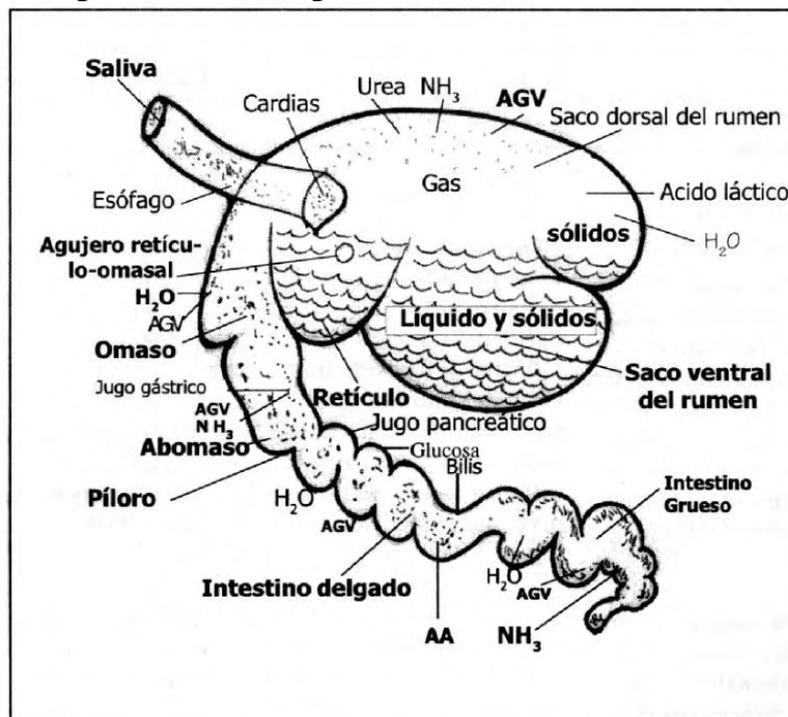
El uso de grasas inertes en rumiantes, por ejemplo las saponificadas con calcio, evitaría los efectos negativos sobre la digestibilidad de la fibra y el menor consumo de MS que tienen las grasas de origen animal sin proteger (Gagliostro y Chilliard, 1991). Aunque la respuesta en performance animal aún sigue siendo discutida.

El glicerol y los ácidos grasos de menos de 10 carbonos, son rápidamente absorbidos por transporte pasivo en el duodeno, en cambio, los ác. grasos libres (> 10 carbonos), el colesterol y los B-monoglicéridos se combinan con las sales biliares conjugadas para formar una micela, que se absorbería más adelante, en el ileon (Gill, 1995).

EL RUMEN

Considerado como la gran cuba de fermentación anaeróbica del alimento ingerido por el animal, cuya capacidad es de alrededor de 200 litros y representa más del 17% del peso vivo. La flora y fauna esta constituida por hongos, levaduras, bacterias (bc) y protozoos, respectivamente (Figura 1).

Figura 1.- Procesos digestivos del alimento en el tracto total



A los hongos y levaduras, de reciente descubrimiento, se les atribuye, entre otras funciones, la de regular el pH en el rumen al descomponer a los azúcares. Además estimularían la síntesis del complejo vitamínico B y degradarían parte de la fibra del alimento a través de enzimas (Estrada y otros, 1993).

Los protozoos que representan alrededor del 50% del peso de la masa microbiana, tienen funciones muy discutidas, entre ellas la de regular el pH. Numerosos estudios habrían demostrado que el desfaunado, es decir la eliminación completa de los protozoarios en el animal, no alteraría significativamente los procesos fermentativos del rumen. Sin embargo, recientemente se encontró que alrededor del 10% de la proteína microbiana (PMc) que llega a duodeno proviene de este origen.

Las bacterias (bc) ocupan el otro 50% del peso de la masa microbiana y son las principales responsables de los procesos fermentativos en el rumen. Se subdividen en bacterias celulolíticas que fermentan a la celulosa y hemicelulosa y en bacterias amilolíticas que degradan a los CHO (almidón, pectinas y azúcares simples). Las primeras crecen más lentamente, usan al amonio como fuente exclusiva de N, además requieren minerales (Fe, Co, Cu, Zn, Mn, I, S) y vitaminas del complejo B. Las amilolíticas en cambio, crecen más rápidamente y pueden utilizar amonio, péptidos o AA como fuente nitrogenada (Russell et al, 1981).

Las bc. Celulolíticas, son sensibles a la caída del pH; el pH óptimo para su máximo crecimiento esta entre 6.6 a 6.8. Sin embargo, bajo pastoreo directo con pasturas y verdes de clima templado, los valores de pH están por debajo de 6.6 más del 87% del tiempo, sugiriendo esto que aún a esos valores de pH habría fermentación del material fibroso (Grupo de nutrición de INTA Balcarce) (cuadro 1).

FACTORES QUE AFECTAN LA SÍNTESIS DE PROTEÍNA MICROBIAL (PMC)

a.- FUENTES DE NITRÓGENO

El nivel de N-NH₃ requerido para el máximo crecimiento microbial es muy variable, oscilando desde 5 a 8 mg N-NH₃/ dl de licor ruminal (LR) (Satter y Rofler, 1974) a más de 18 mg/dl LR (Adamu et al, 1986), variación dependiente del tipo de sustrato (MO) fermentecible y si el estudio fue realizado «in vitro» o «in vivo», siendo los requerimientos superiores cuando se emplea este último método (Mehrez et al, 1977).

En situaciones de pastoreos de buena calidad y con elevados contenidos de proteína, las concentraciones de amonio superan ampliamente los valores considerados como óptimos, llegando a niveles promedios diarios de 42 mg/dl LR en pastoreo de alfalfa, con pico superiores a 60 mg/dl LR (cuadro 1) (Santini, 1995). Mientras que en condiciones de engorde a corral, con silaje de maíz como dieta base y harina de girasol, como suplemento proteico, los niveles medios oscilaron entre 25 a 30 mg/dl LR (Fernández Mayer y otros, 1997).

Las concentraciones amoniacaes (5 a 8 mg/dl) para una máxima síntesis de PMc se conseguirían con niveles proteicos en los forrajes frescos de alrededor de 12 a 14% de PB.

Numerosos trabajos concluyen que la eficiencia del uso de N para la síntesis de PMc, mejora cuando el amonio en rumen actúa como limitante.

b.- FUENTES DE CHO

Además de la fuente nitrogenada, para la síntesis de PMc, es necesario el aporte de «esqueletos carbonados» y de energía (ATP) aportados ambos por la fermentación del sustrato (pared celular y CHO básicamente). La proteína dietaria, sería usada para obtener tanto los esqueletos carbonados como la energía necesaria para la síntesis «di novo» de protoplasma celular, solo en los casos que es limitante el aporte de sustrato fermentecible (Van Hourtert, 1993).

CONSIDERACIONES, PRACTICAS

Un hecho que ocurre comúnmente es la desincronización entre los niveles de amonio en rumen con la fuente carbonada y energética, produciéndose un aumento en las pérdidas de amonio como urea en orina. De ahí la importancia de sincronizar los aportes de suplementos energéticos (granos) como los proteicos (harinas vegetales o animales) con los pastoreos o reservas fibrosas.

La tasa de digestión de la proteína de origen dietario (forraje verde o suplementos) varía entre otras cosas de acuerdo al tipo de sustrato, por ejemplo en las leguminosas en gral. y los tréboles en particular, la proteína se degrada en amonio en un alto porcentaje entre las 2 a 4 hs de ser ingerida, mientras que la fermentación de forraje fibroso, granos, silaje de maíz, sorgo, etc, generadores de AGV (energía), también varía muchísimo. Por ejemplo, los forrajes fibrosos o silajes con un nivel de 40-50% FDN, la máxima concentración de AGV totales se alcanza entre las 4 a 8 hs posteriores a ser consumido el alimento fibroso. En otras palabras, para sincronizar un adecuado nivel de amonio con una apropiada concentración de AGV en rumen, con el fin de obtener la máxima síntesis de PMc, se debiera hacer coincidir lo mejor posible el aporte de suplementos (energéticos y proteicos) con los forrajes fibrosos (pastoreos o reservas). De no ser así, habría pérdidas muy considerables (el N como urea en la orina, y los AGV, como calor).

Otro factor importante a considerar es la frecuencia del suministro de los alimentos, teniendo una influencia directa en las fermentaciones ruminales y éstas en los niveles de pH. En la medida que logremos una mayor estabilidad en los valores del pH a lo largo del día, al aumentar la frecuencia de suministro de comida con la ayuda de las sustancias buffer (carbonatos y fosfatos) de la saliva, se mejoraría sustancialmente la síntesis de PMC, y en definitiva, aumentaría la respuesta animal (carne, leche o lana).

Incluso, cuando se suplementa a los animales con concentrados energéticos (granos), suplementos proteicos (harinas o expeller de oleaginosas) y/o con forrajes conservados (silajes, henos, etc.) debieran suministrarse juntos con el forraje verde (pasturas o verdes) repartidos a lo largo del día. Esta sincronización entre los alimentos

proteicos, energéticos y fibrosos permitirán el máximo aprovechamiento de estos componentes, como se mencionara anteriormente. Sin dudas, esta sincronización es la causa más importante que origina la diferencia de los resultados productivos entre los sistemas pastoriles y los de a corral. Siendo la sincronización de los alimentos (manejo) la mayor limitante que tienen los sistemas pastoriles que impide alcanzar la máxima respuesta animal respecto a los sistemas a corral.

La magnitud de estas diferencias entre ambos sistemas, crea un verdadero desafío en la búsqueda de caminos que permitan mejorar la distribución de dichos alimentos a lo largo del día en los sistemas pastoriles. Así se incrementaría sustancialmente la productividad de dichos sistemas. Si bien los costos de producción (gastos de alimentación) que se incurren son prácticamente similares, no se logra la máxima performance animal por falta de sincronismo entre los mencionados componentes (energía, proteína y fibra).

Por otro lado, se considera como valores medios de acostumbramiento al cambio de dieta, entre 7 a 14 días para el rumen, existiendo un período de adaptación a nivel enzimático y hormonal de otros 4 a 7 días, dependiendo de la magnitud del cambio de la dieta (en volumen y composición) (Santini, 1995). De ahí lo importante de la duración del período de suplementación, el cual no debiera ser inferior de 3 meses. Mientras que los cambios de pasturas, si son equivalentes en calidad, no requieren acostumbramiento, esto es necesario considerarlo cuando las pasturas son muy diferentes (p.ej. pasturas de leguminosas y pastoreo de maíz forrajero). En estos casos lo más conveniente es un acostumbramiento previo, alternando en el mismo día algunas horas en cada uno.

Como se dijera oportunamente, para lograr la mejor sincronización (energía-proteína) de los distintos tipos de alimentos (suplementos o pastoreos), estos se debieran alternar en el mismo día y mucho mejor aún, en forma simultánea (mixer o comederos en el mismo potrero) y nunca alternar unos días en una pastura con otros días en un forraje de distinta calidad.

ACIDOSIS

Cuando el nivel de concentrados (granos) es superior al 30% MS de la dieta, se producen serios trastornos a nivel digestivo, reduciéndose bruscamente el pH por debajo de 5, y con él, se reduce marcadamente la fermentación de la fibra y el consumo de MS.

En esas condiciones proliferan los microorganismos facultativos, acumulándose en rumen el ácido láctico, el cual se ve imposibilitado de transformarse en propionato al estar las bacterias inhibidas por el bajo pH. Este, entre otros trastornos, produce daños en las paredes del rumen (paraqueratosis) y la muerte del animal por acidosis sistémica que impide el transporte normal de oxígeno por parte de la hemoglobina (Santini, 1995).

EFFECTOS ASOCIATIVOS

Existen efectos asociativos negativos y positivos. Los primeros se observan cuando a una dieta fibrosa de baja calidad (pasturas maduras, pajas, rastrojos) se la suplementa en alta proporción (mayor al 30% de la MS) con fuentes de CHO rápidamente fermentecibles (granos de avena, trigo, melazas). Estos CHO producen un brusco descenso del pH al predominar las bc amilolíticas. En esta situación se reduce la digestión de la fibra y el consumo de MS.

En cambio, si el nivel de concentrado energético (granos) es inferior al 30% de la MS, se produce un ligero aumento en la fermentación de la fibra y en el consumo (efecto positivo).

Otro efecto positivo, como se dijera anteriormente, se consigue con el aporte de una fuente nitrogenada (urea o suplemento proteico degradable en rumen) y un adecuado nivel de energía, al favorecer el crecimiento de la flora ruminal y de la síntesis de PMc, la cual tiene un efecto potenciador de la digestión aumentando la tasa y extensión de la digestión de la fibra y de esta forma se incrementa el consumo (Santini, 1995).

En pastoreos de alta calidad, el agregado de grano en niveles entre el 30-40% del consumo total de MS provoca una sustitución con adición. Significa que si bien el animal consume menos forraje (sustituye) el consumo total (forraje + concentrado) es mayor (adición).

CAPÍTULO II: CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA

El consumo voluntario (CV) es la cantidad de alimento que consume el animal cuando la oferta y calidad del mismo no es limitante. El CV varía en función de muchos factores, entre los que se destacan la característica de la dieta, el clima, el peso vivo, y además varía de acuerdo al estado fisiológico del animal y al tipo de producción (leche o carne). En este trabajo se desarrollará exclusivamente los factores inherentes a la alimentación y al clima.

CARACTERÍSTICAS DE LA DIETA

DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad «in vivo» de un alimento representa la porción del mismo que realmente es absorbido por el animal y se calcula como la diferencia de los kilos de MS consumida y los kilos de MS excretada en las heces. Mientras que la digestibilidad «in vitro» se obtiene en laboratorio, incubando a 38 °C al alimento en un medio especial con licor ruminal, sustancias buffer y ác. clorhídrico y pepsina (Método de Tilley-Terry, 1963).

En una relación curvilínea, a medida que aumenta la digestibilidad del alimento, aumenta el consumo tanto de MS como de energía, hasta un cierto nivel de digestibilidad (65-68%) en el cual se obtiene el máximo consumo de ambos parámetros. De ahí en adelante, se reduce el consumo de MS y se mantiene más o menos constante el de energía; esto ocurre hasta aproximadamente el 80% de digestibilidad total de la dieta, a partir de este momento se reducen ambos por trastornos metabólicos (dietas con altos concentrados).

NIVEL DE FIBRA

El consumo de MS esta regulado además, por «efecto del llenado físico del rumen» o por un «efecto metabólico». Cuando la dieta alcanza un nivel de FDN se lo considera como valor medio entre ambos efectos; por arriba de ese valor el consumo es limitado por llenado físico, afectándose el consumo más marcadamente que cuando se suministra dietas con altas proporciones de FDN, superiores al 60-65%, como es el caso de los forrajes groseros (rollos, algunos silajes, pasturas maduras, rastrojos, etc.) (Rearte y Santini, 1989). Por debajo de aquel valor medio el consumo es limitado por «efecto metabólico» cuando se emplea altos niveles de concentrado superando valores del 75% de digestibilidad de la MS de la dieta (Hart, 1987).

DENSIDAD ENERGÉTICA DE LA DIETA

La densidad energética de la dieta representa la concentración en CHO por unidad de MS total, la cual tiene una alta correlación con parámetros productivos.

Cuando se incorpora grano a una dieta fibrosa, se eleva la densidad energética de la misma, produciendo efectos positivos y negativos como se explicara oportunamente, de acuerdo al nivel de concentrado de se emplee, afectando entre otras cosas la digestibilidad total de la ración, alterando la síntesis de grasa butirosa y el depósito de grasa corporal, especialmente la subcutánea, observándose una correlación negativa con la primera y positiva con la segunda, a medida que se incremento el consumo de energía.

FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN

Cuando aumenta la frecuencia de alimentación, como ya se mencionara, se produce una estabilización en los niveles de pH ruminal, y con él, un aumento en la síntesis de PMc y una máxima digestión de los distintos componentes de la dieta, incrementando el consumo y la producción animal.

FORMA FÍSICA DE LA RACIÓN

Con forrajes fibrosos de baja calidad (rollos, rastrojos, etc) el molido aumenta el consumo, al incrementar la tasa de pasaje de la digesta a través del rumen, aunque ese aumento no esta correlacionado con una mayor digestibilidad de la ración. Dicho en otras palabras, al aumentar la tasa de pasaje se reduce la digestibilidad de ciertas fracciones como la fibra, el almidón etc.

En cambio, con forraje de buena a alta calidad, ese efecto es menos marcado, incluso, al reducir demasiado el tamaño del mismo puede tener un efecto negativo, pues se reduce la masticación y rumia directamente asociada a la insalivación y ésta, al aporte de las sustancias buffer al rumen.

Por otro lado, cuando se emplea granos enteros, en especial aquellos que tienen menor proporción de envolturas fibrosas como el maíz y el sorgo, se reduce notoriamente la digestión del almidón del mismo apareciendo en heces altos porcentajes de granos enteros sin digerirse.

En una experiencia realizada en la EEA Balcarce, se alimentó con grano de maíz entero y partido a novillitos de 200 kg que recibían una dieta base de heno de agropiro. En ambos casos la suplementación mejoró la ganancia de peso, siendo superiores las respuestas con maíz partido respecto al entero (Rosso, 1997) (Cuadro 2).

Cuadro 2: Ganancia diaria de peso (kilogramo por animal)

| | Nivel de maíz (porcentaje del peso vivo) | | |
|---------|--|-------|-------|
| | 0 % | 0.7% | 1.4% |
| Entero | 0.211 | 0.365 | 0.620 |
| Partido | 0.211 | 0.454 | 0.881 |

Fuente: Rosso, 1997

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA Y ENERGÉTICA

Muchos trabajos encontraron una respuesta lineal positiva significativa ($P < 0.05$) para el consumo de MS a medida que aumentaba la concentración de proteína degradable en rumen (Newbold et al, 1987). Reduciéndose significativamente el consumo con dieta con niveles inferiores al 8% de PB por una menor disponibilidad de N en rumen.

Mientras que el aporte energético a través de los concentrados, como se dijera antes, afectaría el consumo cuando la proporción de grano supera el 30% de la MS total.

EFEECTO DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA DE LA DIETA

En el caso de los silajes de maíz, sorgo y pasturas, se observa una correlación directa y positiva entre el nivel de MS de los mismos y el consumo. Los máximos consumos se alcanzan cuando el silaje tiene entre 30 a 35% de MS, reduciéndose el mismo tanto con niveles inferiores como superiores a esos valores.

CLIMA

Los animales expuestos a un estrés térmico reducen el consumo de MS, causando un efecto negativo mayor las altas temperaturas (superiores a 35 °C) que las bajas.

Hay muchos estudios que indican que el umbral térmico en el cual los animales alcanzan la máxima performance, se ubica entre los 15 a 25 °C, considerándose como un rango neutral las temperaturas entre 5 a 15 °C y entre 25 a 35 °C.

Otro factor climático que afecta el consumo es la lluvia, tanto por crear condiciones inadecuadas para el pastoreo como por aumentar excesivamente los niveles de agua en el forraje.

CAPÍTULO III: COMPOSICIÓN CORPORAL Y LA RETENCIÓN DE LOS TEJIDOS

El aumento de peso del animal o de los tejidos individuales ocurren cuando la tasa de síntesis de proteína y grasa exceden sus respectivas degradaciones (turnover proteico y lipídico).

1.- PESO ADULTO MÁXIMO O MADUREZ

El peso adulto máximo o madurez del animal representa la máxima acumulación de tejido magro, a partir de la cual, la tasa de síntesis proteica equipara a la degradación respectiva.

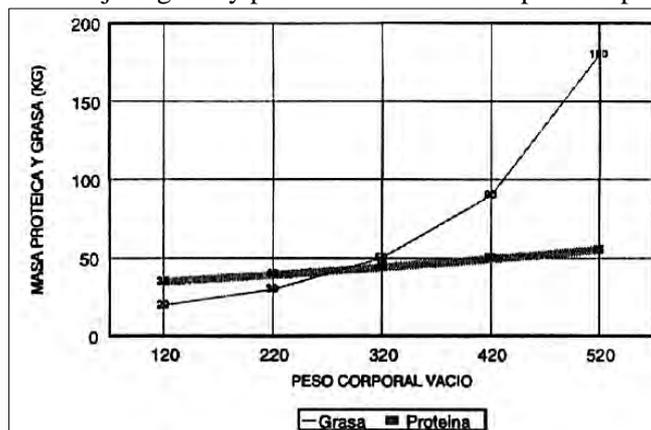
Este peso adulto no es el peso de faena, ya que los animales se sacrifican fisiológicamente jóvenes, cuando alcanzan el 40 a 60 % del mismo (Di Marco, 1994).

En condiciones de alimentación no limitante, el organismo del animal tiene como objetivo (Lean target) acumular en el tiempo una cantidad de tejido proteico prefijada; acompañada de una cantidad muy variable de grasa, dependiendo del nivel de alimentación y composición del alimento (Webster, 1989). Esta acumulación de tejido magro estaría determinada genéticamente y tendría además, una cierta influencia los factores endógenos (principalmente hormonal).

2.- EFECTO DE LA MADUREZ DEL ANIMAL Y LA TASA DE GANANCIA

A medida que el animal aumenta el peso vacío (grado de madurez), incrementa la cantidad de tejido graso (kg) en forma cuadrática, mientras que la masa proteica incrementa a una tasa decreciente (Geay, 1984; Owens et al, 1995) (Figura 2).

Figura 2.- Depósito de tejido graso y proteico de acuerdo al peso corporal (Owens, 1995)



Varios autores encontraron que los animales rumiantes jóvenes tienen una mayor tasa de síntesis y degradación proteica que los adultos, es decir, la tasa de turnover proteico decrece con la edad, causado por una reducción de la cantidad total de ácido ribonucleico (ARN) por unidad de proteína muscular (Lobley, 1993). Ese mayor turnover de los animales jóvenes hace que crezcan más rápido, requiriendo menor consumo de energía por kg ganado (al retener más proteína que grasa), teniendo una eficiencia de conversión mayor que los animales adultos (Di Marco, 1994).

Además, Fox y Black (1984) trabajando con distintas razas (novillos Holstein y británicos), encontraron que la composición del cuerpo vacío (proteína y grasa) no varió entre razas cuando cada una llegó a la madurez fisiológica.

Similar a lo que ocurre con el aumento del peso vacío, con altas ganancias de peso, producto de una alimentación balanceada «ad libitum», el vacuno aumenta la acumulación de grasa y proteína, la primera a una tasa creciente y la segunda a una decreciente (Wilkerson et al, 1993; Veira et al, 1994). Ello hace que cuanto mayor es el peso o la tasa de ganancia más fácil se logra la terminación del animal.

Esto ocurre porque la retención proteica decrece proporcionalmente a medida que aumenta la ganancia de peso, hasta llegar a una ganancia o a un peso adulto, a partir del cual la acumulación de tejido proteico se hace casi nula (la degradación iguala a la síntesis de proteína), es decir, en esos momentos habría solo retención de tejido graso.

Esta retención de proteína tisular (gramos/día) en función del tiempo, se conoce como Lean target, y esta determinada genéticamente por el ácido desoxiribonucleico (DNA) (Di Marco, 1994).

3.- EFECTO DEL STATUS HORMONAL

La acción de las hormonas anabólicas y catabólicas causan efectos opuestos en la composición de la res.

Entre las hormonas anabólicas se destaca la hormona de crecimiento (HC), que favorece la retención proteica y la movilización de grasas, aumentando la oxidación de éstas e inhibiendo a los receptores de insulina de los adipositos, y con esto el ingreso de la glucosa a la célula. Esta hormona es la principal determinante del tamaño animal (Eversole et al, 1981; Webster, 1989).

Mientras que la insulina promueve la retención proteica y grasa, aumentando su síntesis en los sitios respectivos, la acción conjunta de la HC y la insulina determina la composición de la ganancia de peso (Eversole et al, 1981).

Se encontró también que, la concentración de la insulina en sangre mantiene una correlación positiva con el consumo de ciertos compuestos como los carbohidratos solubles, el almidón, etc, que elevan los niveles de glucosa en el plasma sanguíneo favoreciendo la liberación de esta hormona (Brockman y Laarveld, 1986). Un efecto contrario ocurre entre la HC y el nivel de CHO solubles en sangre, sufriendo la primera una disminución proporcional al incremento de los niveles de azúcares en sangre.

Otras hormonas que actúan, son los andrógenos que limitarían la regulación catabólica que tienen los corticoides en el músculo, por simple sustitución o bloqueando los receptores o a través de mecanismos que reducen el catabolismo proteico y el turnover. Esto permitiría incrementar la tasa de deposición proteica (Byers, 1982).

Mientras que entre las hormonas catabólicas se destacan los glucocorticoides, glucagón y catecolaminas. Estas hormonas reducen la retención proteica y grasa, inhibiendo su síntesis y favoreciendo la lipólisis y la liberación de los aminoácidos a nivel muscular (Di Marco, 1994).

4.- EFECTO DEL SEXO Y LA RAZA

El sexo influye en el crecimiento de los tejidos corporales y por lo tanto afecta la composición de la res, y la distribución de la masa proteica y grasa dentro de esos tejidos.

Las hembras tienden a entrar en la fase de engrasamiento a pesos más bajos que los machos castrados, y estos últimos a pesos más bajos que los toros. Llegando las hembras al estado corporal óptimo de faena con menores pesos que los novillos y estos, a su vez menores que los toros (Berg and Butterfield, 1979).

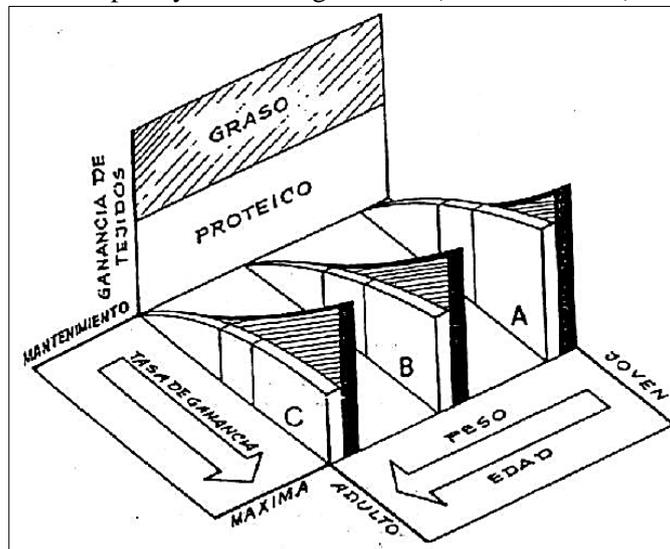
Este comportamiento está influenciado por los andrógenos (propio del macho entero), que estimulan a receptores específicos, favoreciendo la liberación de la HC. La cual, como se dijo antes, promueve la acumulación de proteína en detrimento de la grasa (carne magra) elevando el «lean target» del animal, en otras palabras, aumenta el tamaño maduro. Además, estas hormonas masculinas, actúan sobre el ARN mensajero para una proteína determinada. Todo este proceso, es decir, la cantidad de proteína retenida está regulado por el DNA, el cual es afectado por el peso vivo, el estado fisiológico, el estado nutricional y el tipo de tejido (Di Marco, comunicación personal).

Las razas difieren en el peso al cual se inicia la etapa de engrasamiento y probablemente difieren también en la velocidad a la que depositan la grasa durante esta etapa de engrasamiento. Este comportamiento está asociado

al ímpetu de crecimiento propio de cada raza, el cual también está controlado por el DNA (Di Marco y otros, 1987).

Además, se encontró una interacción entre el genotipo y la nutrición. Se observó un efecto más pronunciado de la nutrición sobre el depósito de grasa en los animales de madurez temprana. Los cuales son altamente propensos a engrasarse (Robelin, 1986) (figura 3).

Figura 3.- Relación entre la grasa y proteína en la ganancia de peso en función del peso y tasa de la ganancia. (Di Marco, 1994)



Animal A: (biotipo grande: Holstein, razas índicas, etc)

Animal B: (biotipo mediano: A.Angus grande, cruza europeas, etc)

Animal C: (biotipo chico: Razas británicas, etc)

El mayor efecto de la raza y del sexo se observa sobre la grasa subcutánea más que en los otros depósitos grasos (intramuscular, internas, etc) (Robelin, 1986).

POTENCIAL DE GANANCIA DE PESO

El potencial de ganancia de peso o ímpetu de crecimiento es función del potencial de acumulación de tejido magro, que a su vez es determinante del tamaño animal (frame), de su consumo, y del sexo.

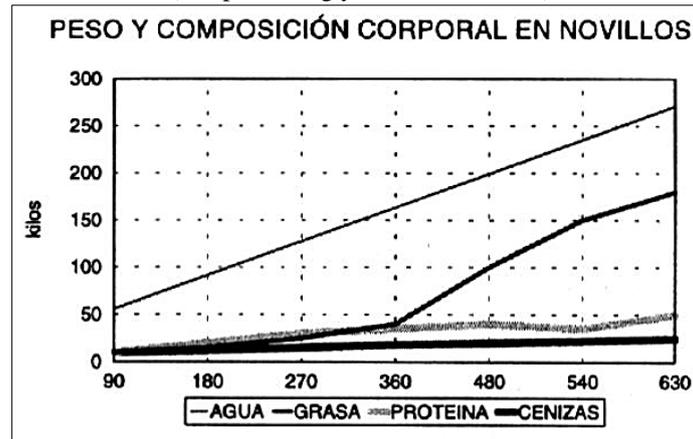
En la figura 3, se aprecia el depósito diferencial del tejido graso y proteico en la ganancia de peso de acuerdo al biotipo (grande, mediano y pequeño), a la tasa de ganancia, al peso y a la edad de los animales. A medida que aumenta la tasa de ganancia, el peso y la edad, es mayor la acumulación de tejido graso en el biotipo pequeño respecto al grande.

COMPONENTES DE LA GANANCIA DE PESO

Los componentes de la ganancia de peso, por orden de crecimiento, están los órganos y vísceras, le sigue el tejido óseo, luego el muscular y finalmente el tejido adiposo o grasa. A su vez, los depósitos grasos ocurren en el siguiente orden, primero la grasa intermuscular, luego la interna, la subcutánea y finalmente la grasa intramuscular o marmoleado.

La proporción de proteína en la ganancia de peso desciende menos que la grasa a medida que aumenta la ganancia de peso. Un animal que gana 1 kg/día retiene 120 gramos de proteína y 500 gr. de grasa en promedio. En cambio, con una ganancia de 0.5 kg/día, a la grasa le corresponde 150 gr y a la proteína 75 gr, el resto es agua (275 gr). En otras palabras, la proporción de proteína en la ganancia de peso desciende del 15 al 12%, cuando se pasa de una ganancia de 1 a 0.500 kg/día. Mientras que la proporción de grasa, disminuye del 50 al 30% para el mismo rango de ganancia de peso (Di Marco, 1994) (Figura 4).

Figura 4: Evolución de la composición corporal en función del peso vivo
(Adap. de Berg y Butterfield, 1976)



CARACTERÍSTICA DEL TEJIDO GRASO

Al momento de faena, se considera terminado el animal cuando alcanza un nivel de engrasamiento entre 20 a 22% de grasa en la res. Comercialmente se evalúa el grado de terminación en función del depósito de grasa subcutánea, medido a la altura de la costilla 12 y 13. En nuestro mercado de consumo (a nivel de frigorífico) un animal se considera terminado cuando alcanza un espesor de 6 mm de grasa dorsal, mientras que las carnicerías exigen entre 8 a 10 mm. Otros mercados requieren un nivel de engrasamiento muy superior, USA (10 mm), mercados asiático y japonés (15 mm), etc. Estos últimos índices de engrasamiento están sufriendo algunos cambios por sus efectos sobre la salud humana (enfermedades cardiovasculares).

El tejido adiposo en un animal terminado, químicamente está compuesto por un 70 a 75% de grasa 6 a 7% de proteína y el resto es agua. Mientras que cuando es joven, aumenta el contenido de proteína (15%) y de agua (60%), en detrimento a la grasa (25 %) (Di Marco, 1994).

La grasa de un vacuno tiene aproximadamente un 54 % de grasas saturadas (AGS) y un 46% de insaturadas (AGI), predominando los ácidos grasos de 15 a 18 carbonos (palmítico y esteárico como AGS y oleico y linoleico como AGI).

CARACTERÍSTICA DEL TEJIDO MUSCULAR

El tejido muscular está compuesto en promedio por un 75% de agua y 25% de proteína, aumentando el contenido acuoso del tejido magro a medida que el animal es más joven, aunque las diferencias con el animal adulto son pequeñas, del orden del 10%.

La eficiencia de retención del tejido magro es inferior al del tejido graso, siendo aproximadamente 8-9% y 20-25% respectivamente, dicho en otras palabras, por cada 1000 gramos de tejido magro sintetizado se degrada 910-920 gramos, el resto se retiene (80-90 gramos) mientras que de cada 1000 gr. de grasa sintetizada, se degrada 700-750 gr reteniéndose 200 a 250 gramos.

EFFECTOS DE LOS ANABÓLICOS EXÓGENOS SOBRE LA GANANCIA DE PESO

Las sustancias anabólicas influyen sobre la composición de la ganancia de peso independientemente del plano y tipo de nutrición que recibe el animal.

Entre ellos se encuentran esteroides, como los andrógenos (testosterona) y los estrógenos (zeranol y dietilstilbestrol). Actúan promoviendo la liberación de la hormona de crecimiento. Esta hormona, como se dijera antes, favorece la retención de tejido magro, reduciendo la degradación de la proteína, sin afectar su síntesis. Además prolonga el período de crecimiento del tejido magro, si no hay limitantes nutricionales, sin afectar necesariamente el engrasamiento (Webster, 1989).

Otros anabólicos exógenos son los Betaagonistas, que actúan en forma similar a los anteriores, promoviendo la retención de proteína especialmente y algo menos de la grasa.

En condiciones pastoriles, el uso de anabólicos (implantes) debiera manejarse con sumo cuidado - independiente de la prohibición o no de los productos comerciales disponibles- ya que al favorecer un aumento en la retención del tejido magro, si bien se incrementan las ganancias de peso, se está elevando el tamaño maduro del animal. En otras palabras, se modifica «literalmente» el biotipo animal, requiriendo mucho más alimento (energético y proteico) para alcanzar un buen grado de terminación. En condiciones pastoriles esto no siempre es posible sin la ayuda de suplementos.

CAPÍTULO IV: INFLUENCIA DE LA DIETA EN LA COMPOSICIÓN DE LA GANANCIA

EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN

Entre los factores que influyen en la composición de la ganancia de peso, la dieta tanto a nivel del plano nutricional como de su composición, probablemente sea el más fácil de manipular con la finalidad de obtener una res con un grado de terminación apropiado, especialmente en el nivel de engrasamiento que pudiera exigir el mercado consumidor.

PLANO NUTRICIONAL

El plano nutricional influye en la tasa de ganancia y composición química de esa ganancia de peso.

Patterson y Steen (1995) trabajaron con terneros Frison (45 kg de peso vivo al inicio, con faena seriada hasta los 550 kg). La dieta isoproteica consistió en silaje de maíz, heno de pastura y grano de maíz en distintas proporciones, con la finalidad de variar la concentración de energía metabolizable (EM) en las diferentes dietas, suministradas «ad libitum». Al ensayo se lo dividió en 3 períodos. Durante el primero (1 a 13 semanas) los consumos registrados fueron 6.62, 4.9 y 3.66 Mcal EM/día/cabeza, para los niveles alto, medio y bajo respectivamente. En el segundo período (13 a 25 semanas), se usaron 2 niveles, alto y bajo (18 y 11.5 Mcal EM/día/cab respectivamente), y el tercero duró de la 25 semana a la faena, donde recibieron todos el mismo plano alto de alimentación (consumo superior a 22 Mcal EM/día/ cab).

Estos autores encontraron que la restricción nutricional a edad temprana del animal no afecta la composición de la res, siempre que el animal sea terminado en un plano adecuado para el biotipo. Otros trabajos arribaron a la misma conclusión (Klosterman et al, 1965; Guenther et al, 1965; Jones et al, 1985).

Sin embargo, estos autores encontraron que cuando la pérdida de peso asociado a una subalimentación, ocurre a una edad más avanzada se reducen todos los tejidos, aunque su efecto sobre la grasa del animal es mayor que sobre el tejido muscular. Mientras que los huesos no se alteran significativamente. La masa muscular se afectaría en menor proporción, al estar regulada fisiológicamente por el ímpetu de crecimiento o «lean target» (Callow, 1961; Berg y Butterfield, 1979).

Luego de una pérdida de peso (por una restricción alimenticia), al elevarse el nivel nutricional, el animal tiende a restaurar la composición normal de la res, siempre y cuando el período compensador sea lo suficientemente largo (Berg and Butterfield, 1979).

Varios estudios confirman estos resultados, entre ellos, el trabajo de Coleman et al (1986), quienes usando novillos Charolais (220 kg PV inicial) y dietas isoproteicas con 2 niveles energéticos (2.09 y 1.3 Mcal Energía Neta para ganancia/kg MS). Encontraron que al faenar a los animales con 364 kg de peso, la composición de la ganancia «compensatoria» tenía más proteína y menos grasa, pero cuando la faena se realizó a los 454 kg de peso, no hubo diferencias significativas entre ambos tratamientos. En otras palabras, los animales restringidos pueden llegar a compensar casi totalmente su peso, pero exige un mayor tiempo en terminarse, aumentando su costo de mantenimiento y reduciendo la eficiencia de conversión.

Por otro lado, Butterfield 1966a (citado por Berg y Butterfield, 1979) encontró en novillos castrados Polled Hereford de 362 kg de peso vivo, habiendo sufrido un período de restricción alimenticia, una variación diferencial en las pérdidas (en % y en kg) de acuerdo al depósito graso (cuadro 3).

Cuadro 3: Pérdidas diferenciales (% y kg) en función del tejido graso

| Depósito de grasa | % de pérdida | Pérdida en peso (Kg) |
|-------------------|--------------|----------------------|
| Subcutánea | 74.5 | 8.0 |
| Intramuscular | 68.4 | 9.5 |
| Grasa de riñonada | 59.9 | 1.9 |

La mayor parte de la grasa utilizada para el mantenimiento procedería de aquellas regiones donde se acumularía en condiciones normales de alimentación.

El mismo autor encontró una recuperación diferencial de los depósitos grasos, luego de elevarse los niveles de alimentación (Cuadro 4).

Cuadro 4: Recuperación de los depósitos grasos al mejorar el nivel de alimentación

| Depósito graso | % de Aumento | Incremento en kg |
|-------------------|--------------|------------------|
| Subcutánea | 156.3 | 4.2 |
| Intramuscular | 175.9 | 7.8 |
| Grasa de riñonada | 86.2 | 1.1 |

Se encontró que con un adecuado nivel (según el biotipo, peso, sexo y estado fisiológico), la síntesis proteica supera a la degradación, reteniéndose proteína en los tejidos. Bajo condiciones de mala alimentación, la degradación supera a la síntesis, y el músculo esquelético -toda la masa muscular excepto el corazón- abastece de AA al resto del organismo, para producir calor o síntesis de proteína esencial (por ej. proteína láctea en la lactancia) (Swick, 1976).

Asimismo, cuando el período de restricción alimenticia es largo, se produce una movilización de hasta el 20% del total de nitrógeno del cuerpo. El músculo esquelético y la piel aportan la mayor proporción (62% del total de N), en otras palabras, en esas condiciones de subalimentación, tanto el músculo como la piel son las principales de reserva de N. En cambio, cuando la mala alimentación es por período corto, el hígado, vísceras y la proteína plasmática, son las principales fuentes de reserva, no afectándose seriamente la performance animal. Esta movilización de reservas es reversible, es decir, se recuperan cuando mejora la alimentación (Swick, 1976).

EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA

EFFECTO DE LOS NIVELES Y CONSUMOS ENERGÉTICOS

El consumo de energía de un animal controla tanto la tasa como la composición de la ganancia. Este consumo estaría regulado por el ambiente ruminal (presión osmótica, concentración y absorción de AGV), por la absorción de nutrientes (especialmente los AA y los AGV) y por la utilización de esos nutrientes (incremento de calor) (Owens, 1995).

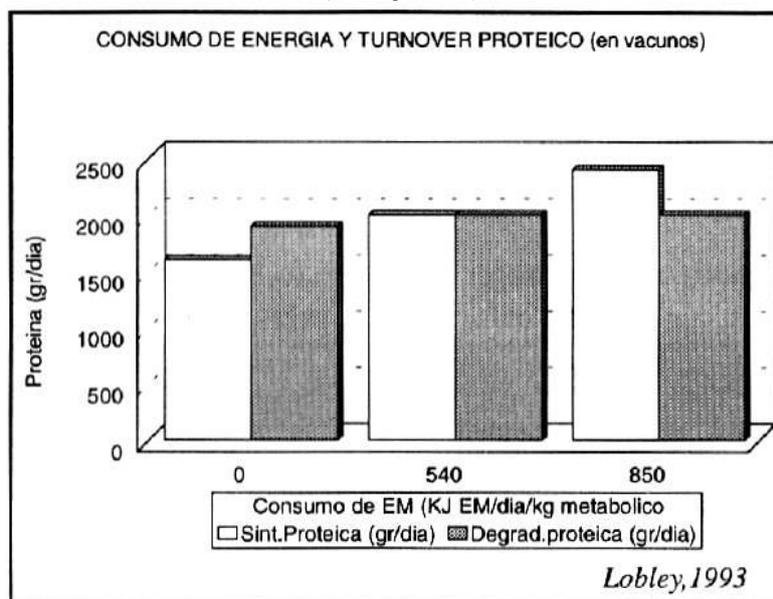
Además, la eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable (EM) para crecimiento dependería de la composición de la ganancia. De acuerdo a numerosos trabajos en este tema, se acepta que la eficiencia de utilización de la EM consumida para retener lípidos es mayor que para retener proteína (aprox. 77 y 47 % respectivamente) (Rompala et al, 1985). Esto es debido a que los lípidos tienen una baja tasa turnover, con un menor gasto energético que las proteínas (Geay, 1984).

Se encontró también, que el músculo crece a un ritmo diferencial que el hueso según sea el cociente energía:proteína de la dieta. Con una dieta alta en proteína y baja en energía, el hueso crece a un ritmo relativamente superior que el músculo y la grasa, comparado con los resultados de dietas bajas en proteína y altas en energía (Berg and Butterfield, 1979).

Además, como proporción de la ganancia del peso vacío, la tasa de deposición proteica fue menos afectada por el consumo de energía que la grasa (Anderson et al, 1988; Webster, 1989; Delfino y Mathison, 1991). Por ello, cuando se limita el consumo de energía, se altera la composición corporal, lo que provocaría un aumento en el tamaño maduro (Hicks et al, 1990).

Por otro lado, en animales en crecimiento y terminación, la síntesis y degradación proteica responden de distinta manera, ante una alteración en el consumo energético. Por ejemplo, en corderos jóvenes, cuando el consumo de energía varió entre 0.6 a 1.8 veces el mantenimiento, la síntesis proteica incremento en forma lineal (23 gr. proteína sintetizada/MJ EM consumida), mientras que la degradación proteica lo hizo a una tasa decreciente. Con niveles de consumo de EM mayores de 1.8 veces el mantenimiento, la degradación fue mucho menor que la síntesis, aumentando la retención proteica (anabolismo). En vacunos ocurre algo similar, a partir de consumos de EM de 540 KJ/kg^{0.75}/día. En esas condiciones, la síntesis proteica incremento en 17 gr proteína sintetizada/MJ EM consumida (Lobley, 1993) (Figura 5).

Figura 5 : Efecto del consumo de energía metabolizable sobre el turnover proteico en vacunos (Lobley, 1993)



A modo de ejemplo, un novillo de 300 kg pv (72 kg^{0.75}) consumiendo 850 KJ EM/kg^{0.75}/día, puede ganar cerca de 0.5 kg de pv/día (14.6 Mcal EM/día). Estos consumos energéticos corresponden a 1.5 veces el mantenimiento (NRC, 1984).

En un estudio reciente de Aharoni et al (1995), trabajando con terneros Frison (185 ± 18 kg inicial), los cuales fueron faenados al alcanzar igual grado de engrasamiento (entre 417 a 548 kg p.v. final). Estos investigadores emplearon dietas integradas por una mezcla de granos (maíz, cebada y trigo), silaje de trigo y harina de soja, cuyos ingredientes se usaron en distintas proporciones, con la finalidad de obtener una dieta isoproteica -13.4 % PB- y 2 niveles de energía (2.48 y 2.80 Mcal EM/kg MS para el plano bajo y alto respectivamente).

Estos autores encontraron que el incremento en la concentración de EM acortó la fase de crecimiento e incremento significativamente (P<0.05) el porcentaje de grasa de depósito (cuadro 5). En cambio, el contenido de ácidos grasos saturados (AGS) y el colesterol, tuvieron una correlación negativa con el nivel de EM tanto en el músculo longuísimo, como en la grasa subcutánea (P<0.05).

Cuadro 5.- Depósito graso (%), AGS y colesterol en mg/100 g (Adapt. de Aharoni et al, 1995).

(1) Músculo Longuissimo dorsi; (2) Grasa subcutánea; (*) Diferencia significativa al 5 %

| | DIETA BAJA EM (1) | DIETA ALTA EM (1) | DIETA BAJA EM (2) | DIETA ALTA EM (2) |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Depósito graso (%) | 2.29 | 2.91 (*) | 3.12 | 3.60 (*) |
| Ac. Grasos Saturados | 37.71 | 35.85 (*) | 45.00 | 42.34 (*) |
| colesterol | 36.5 | 35.6 | 51.7 | 48.6 (*) |

Los mencionados autores sugieren que la reducción de AGS debido a dietas con altos contenidos en grano es relativo a la diferencia entre los granos (especialmente al almidón) que contiene cada dieta y no al mayor consumo de energía.

También, en el trabajo realizado por Young y Kauffman (1978), se observa el efecto del grano sobre el engrasamiento. En este ensayo, los autores usaron novillos Hereford (362 kg pv inicial) y 2 dietas isoproteicas (11 % PB) «ad libitum», a base de silaje de maíz, distintas proporciones de concentrado (harina de soja) y de grano de maíz (cuadro 6).

Cuadro 6.- Características de la res con dietas isoproteicas y diferentes niveles energéticos

| | Dieta 1 11% PB | Dieta 2 11% PB |
|--|---------------------------|---------------------------|
| Energía Metabolizable (Mcal EM/kg MS) | 2.3 | 2.80 |
| Días engorde (d) | 125 | 84 |
| Peso de res (kg) | 274 | 285 |
| % rend. Res | 55.4 | 58.8 |
| Espesor grasa dorsal (mm) | 8 | 13 |
| Area de bife (cm²) | 72.8 | 68.6 |
| Marmoleado (1) | 4.8 | 4.8 |
| Grado de terminación (2) | 11.7 | 11.8 |

Dieta 1: Silo maíz (SM)(92%) + h. de soja (HS) (8%).
Dieta 2: SM (28%) + grano maíz (GM)(66%)+ HS (6%).
 (1) 4 (ligero) 5 (fuerte).
 (2) 11 (especial) 12 (bueno) 13 (regular) (sistema USDA).
 Adaptado de: Young y Kauffman, 1978 (Novillos Hereford)

Como se aprecia en el cuadro 6, para la mayoría de los parámetros medidos no se observa diferencia significativa entre los distintos tipos de dietas (isoproteicas), con excepción del nivel de engrasamiento, que tiene una correlación positiva y significativa ($P < 0.05$) con el aumento de energía en la dieta, provisto principalmente por un mayor aporte de grano. Mientras que los días de engorde tienen en una correlación negativa con el nivel energético.

Una posible explicación de este comportamiento, estaría relacionada al sitio de digestión del almidón y su participación en el proceso de lipogénesis.

Se encontró que los sitios de síntesis de grasa se alteran de acuerdo al nivel de glucosa en sangre, aumentando la síntesis a nivel intestinal cuando hay escasez de ella. Esto explicaría por qué un incremento de almidón al intestino mejora la terminación en vacunos (Owens 1995). Este mayor aporte de almidón, podría obtenerse con el uso de granos como el maíz y el sorgo, que tienen una menor degradabilidad a nivel ruminal llegando una mayor proporción de almidón a duodeno (Santini, 1989).

Además, las dietas con alta proporción de concentrados tienen un mayor coeficiente de engrasamiento (Kf) que las dietas con alta proporción de forraje (Kf 0.60 y 0.30 respectivamente). Esta menor eficiencia de utilización de la EM de las dietas con forraje, esta dado por un menor consumo voluntario, y una mayor proporción C2:C3, aumentando las pérdidas de energía como calor (Garret y Johnson, 1983).

Por otro lado, para que ocurra la lipogénesis, se requiere de compuestos como el alfa-glicerol fosfato y acetatos, (quienes generan el ácido malónico y estos a los ácido grasos -AG-); además, se requieren equivalentes reducidos (NADPH) producidos en el ciclo de las pentosas. Todos estos compuestos son producto del metabolismo de la glucosa, siendo el almidón el principal abastecedor de este carbohidrato, por hidrólisis o por gluconeogénesis. Debido a la alta concentración de almidón en los granos, es lógico deducir, que a medida que incrementa la proporción de los granos en la dieta, incrementa también la tasa de engrasamiento en el vacuno.

Sin embargo, si se produce un exceso de ATP, por una muy alta ingestión de granos, se podrían reducir los NADPH para la síntesis de grasa. Alterando el «turnover» lipídico, y reduciéndose la tasa de acumulación de grasa (Owens, 1995).

En cuanto el rol que cumplirían los lípidos de la dieta en la composición de la ganancia, es actualmente discutido por varios investigadores.

García y Casal (1992) trabajando con novillos A.Angus alimentados con pastura o suplementados con grano de sorgo, encontraron que los animales que consumieron pastura, estuvieron expuestos a un alto consumo de lípidos presentes en el pasto, ricos en ácido linolénico (C18:3). Aunque una gran parte del ácido linolénico es parcial o completamente hidrogenado en el rumen, una pequeña porción escapa esta hidrogenación y es absorbido y convertido a ácidos poliinsaturados de la familia n-3 (doble ligadura entre los carbonos 3 y 4). Por el contrario, los novillos suplementados con grano, tuvieron grandes disponibilidades de ácido linolénico de la familia n-6 (doble ligadura entre los carbonos 6 y 7) y en consecuencia, un bajo consumo de ácido linolénico n-3.

Actualmente se considera que los ácidos grasos poliinsaturados del tipo n-3, disminuyen el LDL-colesterol en plasma (Lipoproteína de baja densidad), asociado con enfermedades coronarias, sin afectar al HDL-colesterol (Lipoproteína de alta densidad), que es la única lipoproteína capaz de remover el colesterol (LDL-colesterol) del cuerpo (Mattson y Grundy, 1985 citado por John et al, 1987).

La importancia nutricional de los ácidos grasos poliinsaturados radica en que, tanto el linolénico como el lino-leico no son sintetizados en el cuerpo humano, por lo tanto deben ser provistos por la dieta.

Hasta el momento, falta más información sobre los efectos de las grasas inertes saponificadas con calcio en la performance animal (tasa y composición de la ganancia).

EFFECTO DE LOS NIVELES PROTEICOS DEL ALIMENTO

Las dietas que suministran un mayor nivel de AA a duodeno (proteína dietaria y microbial) mejora el consumo de alimento, y la utilización de los productos de la fermentación ruminal de forrajes groseros. En consecuencia, podría aumentar la ganancia de peso y la retención de grasa (Di Marco,1994). Sin embargo, Newbold et al (1987) trabajando con dietas isoenergéticas (2.87 Mcal EM/kg MS) con alta proporción de granos (cebada y avena) y distintas fuentes proteicas (harina de soja, harina de pescado, harina de carne y hueso, urea) y en 2 niveles (12 y 14.5 %) encontraron en novillos británicos, que ni el nivel ni la degradabilidad ruminal de la proteína dietaria afectó la composición de la ganancia de peso. Un resultado similar encontraron Ferrel et al (1978) y Aharoni et al (1995).

Mientras que dietas hiperproteicas pueden tener un efecto negativo en la ganancia de peso y en la retención de grasa, al aumentar el tejido visceral y hepático, incrementando el costo energético de mantenimiento. Además, aumenta el nivel de amoníaco ruminal que puede afectar negativamente la liberación de insulina y el metabolismo de la glucosa, junto a una disminución de la energía metabolizable del alimento, debido a un aumento de las pérdidas energéticas por excreción de urea (Fernández et al, 1990).

Sin embargo, en el trabajo de engorde a corral, realizado por Fernández Mayer y otros (1997) con novillos británicos, alimentados con silaje de maíz y distintos niveles proteicos (12,15 y 18% PB) aportados por la harina de girasol, no se observaron efectos negativos de los niveles proteicos dietarios ni del nivel de amonio en el líquido ruminal, sobre la ganancia de peso ni sobre el engrasamiento.

Si bien la composición final de la res esta influenciada por varios factores (madurez del animal, raza, sexo etc), la dieta es uno de los más accesibles de manejar y con un fuerte impacto en la producción de carne.

Ni los niveles ni la fuente de proteína afectarían la tasa de engrasamiento ni ningún otro parámetro de la composición de la res. Por el contrario, un exceso en los niveles proteicos de la dieta podrían tener un efecto negativo sobre las características físico-químicas de la ganancia.

En cambio, habría una correlación positiva entre el consumo de energía (aportados por los granos básicamente) y el nivel de engrasamiento del animal, especialmente la subcutánea e intramuscular (marmolado) que es la última en depositarse.

Por el momento, falta más información sobre los efectos de las grasas inertes sobre la performance animal (tasa y composición de la ganancia). En producción y composición láctea se han obtenido resultados contradictorios.

Cuando los animales alcanzan una alta tasa de crecimiento provocado por efectos de una dieta rica en energía y proteína, el contenido de grasa de la res incrementa, resultando animales con buen grado de terminación pero con menores pesos de faena, al menos en vacunos de madurez más temprana.

CAPÍTULO V: FACTORES NUTRICIONALES QUE LIMITAN LAS GANANCIAS DE PESO EN RUMIANTES EN EL OTOÑO E INVIERNO

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE

Entre los numerosos trabajos realizados para determinar los factores que intervienen limitando las ganancias durante la temporada otoño-invernal en animales rumiantes, se destaca el de Elizalde y Santini, 1992. En el mismo se evaluó a la avena, como verdeo representativo y de mayor difusión en toda el área.

En este trabajo se efectuaron cortes en distintos momentos y se determinó la composición química de cada uno de ellos (Cuadro 13).

Cuadro 13: Composición química del forraje de avena en distintas épocas.
DIVMO: digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica - Fuente: Elizalde y Santini, 1992

| | Fechas de corte | | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | 20/5 | 25/6 | 9/8 | 20/9 | 22/10 |
| % MS | 15.30 | 22.30 | 15.80 | 22.10 | 28.40 |
| DIVMO % | 68.30 | 65.20 | 70.10 | 71.50 | 56.30 |
| Pared Celular % | 46.40 | 47.50 | 46.60 | 43.40 | 57.20 |
| Carbohidrat. solubles | 3.70 | 8.20 | 6.80 | 20.70 | 10.60 |
| Prot. bruta (PB)% MS | 23.10 | 21.20 | 21.90 | 11.70 | 10.30 |
| Prot. soluble (PS)% MS | 12.90 | 10.20 | 8.06 | 6.44 | 4.75 |
| PS/PB % | 55.90 | 47.90 | 36.90 | 55.10 | 46.10 |

No se encontraron diferencias significativas en el consumo de MS, ni en el nivel de pared celular, entre el otoño y la primavera. Sin embargo, hubo un consumo significativo de carbohidratos solubles (CHO sol.) en primavera, mientras que el consumo de proteína soluble (PS) fue menor en esta última temporada.

Los CHO sol. son vitales para la síntesis de proteína microbiana y para el metabolismo animal al favorecer los procesos fermentativos, generando energía en forma de ATP y cadenas carbonadas.

En términos generales, un mayor consumo de CHO sol. está asociado con una mayor producción y concentración de ácido propiónico en rumen y por ende, de una mayor producción de glucosa -gluconeogénesis- para el animal.

Orskov (citado por Donaldson y Edwards, 1979) afirma que para lograr la máxima eficiencia en la ganancia de peso, la relación C2:C3 en rumen debería ser igual o menor de 3:1, relación que fue ampliamente superada en el trabajo de Elizalde y Santini (1992) (Cuadro 14).

Cuadro 14: Proporciones de los AGV y concentración de amonio en rumen de animales pastoreando avena.
Fuente: Elizalde y Santini, 1992

| | Fechas de corte | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | 20/5 | 15/6 | 9/8 | 20/9 | 22/10 |
| Ac. Acético (C2) % | 76.30 | 70.80 | 74.60 | 67.10 | 74.20 |
| Propiónico (C3) % | 17.10 | 20.50 | 17.60 | 20.40 | 20.20 |
| Ac. Butírico (C4) % | 6.62 | 8.61 | 7.79 | 12.50 | 5.60 |
| C2/C3 | 4.53 | 3.47 | 4.42 | 3.29 | 3.72 |
| N-NH3 (mg/dl licor rum.) | 32.60 | 14.90 | 19.40 | 5.10 | 5.10 |

Fuente: Elizalde y Santini, 1992

La proporción de la proteína consumida que es digerida en rumen, en forrajes frescos está en el orden del 80 al 90% (Beever y Siddons, 1986) y el producto final de esta digestión es el amonio (N-NH₃).

Los valores de este último parámetro (cuadro 14) fueron muy elevados durante los meses de otoño e invierno. Manifiestamente superiores a los niveles considerados como óptimos por Satter y Roffier (1976), para la máxima síntesis de proteína microbiana, definido por estos autores entre 4 a 6 mg N-NH₃/dl de licor ruminal. Esta concentración amoniacal fue alcanzada en los meses de primavera.

Estos altos valores de amonio en rumen pueden afectar el metabolismo de la glucosa al frenar la liberación de la insulina y con ella, la disponibilidad de glucosa a nivel celular. En estas condiciones, se afectaría tanto la tasa de ganancia de peso como la de engrasamiento (Fernández et al, 1990).

Además, Elizalde y Santini (1992) pudieron determinar que la proporción de aminoácidos (AA) absorbidos en duodeno en relación a la proteína bruta consumida en primavera, fue significativamente más alta respecto al otoño.

Por otro lado, Cobett et al (1966) encontraron que la retención de energía durante la primavera se incremento respecto al otoño. Esto fue observado en ovinos alimentados con avena en ambas temporadas, donde el consumo de MS se incremento en primavera versus el de otoño, a pesar que la digestibilidad fue similar.

Este comportamiento se debe a la diferencia en la eficiencia de utilización de la energía metabolizable (Kf) que resulta menor en otoño que en primavera. En el otoño se genera un exceso de C2 que se pierde como calor, además se produce una menor proporción de C3 y los altos niveles de amonio. En consecuencia, es importante saber que si estimamos la respuesta productiva -ganancia de peso y engrasamiento- en función de los valores de consumo y digestibilidad «in vitro» del forraje, aislados de las eficiencias energéticas, podemos equivocarnos el resultado.

Asimismo, el consumo de MS está directamente relacionado al porcentaje de MS del forraje. Veroté y Journet (1970), usando vacas lecheras, encontraron una respuesta lineal entre el consumo MS y el % de MS del forraje, el cual aumentó a razón de 208 gramos MS/día por cada unidad porcentual de incremento de la MS, en el rango de 12 a 22 % MS del forraje.

SUPLEMENTACIÓN

La cantidad de suplementos o forrajes conservados a suministrar debe provocar moderados o altos niveles de sustitución del forraje por suplementos (por ejemplo, 30 a 40% del consumo total).

Considerando que el problema de las bajas ganancias de otoño se presenta desde abril hasta junio-julio, según las condiciones climáticas imperantes y según zonas, se debiera prever reservas (cantidad y calidad) para por lo menos 90 días, además de las necesidades invernales en reservas. A modo de ejemplo, considerando un consumo de 10 kg. MS/animal/día y por ende, un suministro diario de 4 kg de suplemento/animal, se necesitarán entre 350 a 400 kg/animal para todo el período otoñal (Elizalde y Santini, 1992).

TIPOS DE SUPLEMENTOS

HENOS

Los henos debieran usarse pensando en proveer al rumen de la energía necesaria. Obviamente, deberán contener un nivel alto en CHO -en especial solubles o rápidamente disponibles en el rumen- y favorecer simultáneamente la rumia para lograr un consecuente incremento del consumo (Elizalde y Santini, 1992).

Para alcanzar dicho objetivo, los henos deberán ser de excelente calidad -alrededor del 60 al 65 % de digestibilidad-. Cuando se utilizan henos de regular a mala calidad, no se consiguen aumentos en las ganancias de peso, solo un incremento, y a veces leve, de la carga animal.

RASTROJO DE COSECHA

En general, el aporte de energía que se consigue con los rastrojos tanto de cosecha fina como de gruesa, resultan insuficientes por su baja calidad (30-50 % de digestibilidad) y solo podrán suministrar una variable cantidad de nutrientes de acuerdo al nivel de enmalezamiento o del nivel de grano que aquellos tengan.

Las ganancias que se pueden conseguir con rastrojos de cosecha cuando se los utiliza como dieta única en otoño, no ofrecen engordes superiores a los 150 a 200 gr diarios, aún enmalezados y con bajas cargas (Cangiano y Duhalde, 1989).

SILAJES

Los silajes con alto contenido de grano -30 a 40% de la MS- en especial de maíz o de sorgo granífero, resultan los suplementos más adecuados para equilibrar las bajas ganancias otoñales, producto de una dieta a base de forraje desbalanceado.

Como se dijera en su oportunidad, el aporte de almidón de los granos genera a nivel ruminal una alta proporción de ácido propiónico que a través de distintos procesos metabólicos, favorece el aporte de glucosa a nivel tisular.

En cambio, los silajes de pasturas o verdes sin grano, incrementan el desbalance nitrogenado, propio del forraje de esa época otoñal. Por ende, este tipo de suplemento no sería adecuado para corregir estos desequilibrios.

CONCENTRADOS ENERGÉTICOS

Se entiende por tales a los granos que como se mencionara son ricos en almidón. Estos provocan una alta sustitución del forraje verde, y aportan a nivel ruminal una cantidad importante de energía capaz de captar gran parte del amonio generado por la dieta, que posteriormente se transforma en células microbianas. Con la finalidad de proveer energía rápidamente disponible en rumen, la cebada, trigo o avena son suplementos más adecuados que el maíz o sorgo, aunque en los niveles que normalmente se utilizan difícilmente se aprecien diferencias entre ellos.

CONCENTRADOS PROTEICOS

El mismo razonamiento realizado para el caso de los silajes de pastura o verdes es pertinente para los suplementos proteicos, salvo aquellos que tengan un alto nivel de proteína no degradable en rumen. Sin embargo, en Balcarce se han obtenido altas ganancias de peso en otoño usando Harina de Girasol, cuyo nivel de proteína pasante no supera el 20 al 30%.

LITERATURA CITADA

- Anderson, P.T., W.G. Bergen, Merkel, R.A. and Hawkins, D.R. 1988. The effects of dietary crude protein level on rate, efficiency and composition of gain of growing beef bulls. *J. Anim. Sci.* 1988:1990-1996
- Aharony, Y., Nachtonii, E., Holstein, P., Brosh, A., Holzer, Z. and Nitsan, Z. 1995. Dietary effects on fat deposition and fatty acid profiles in muscle and fat depots of Friesian bull calves. *J. Anim. Sci.* 73:2721-2720.
- Annisson, E.F. 1983. Metabolite utilization by the ruminant mammary gland. In: *Biochemistry of lactation* (ed). T.B. Mephan. Elsevier, Amsterdam.
- Bauchart, D., Doreu, M., Legay-Carmier, F. 1985. Utilisation digestive des lipides et consequences de leur introduction sur la digestion du ruminant. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 61:65-77.
- Beever, D.E. 1993. Ruminant animal. Production from forage: present position and future opportunities. Congreso mundial de pastura. Nueva Zelandia.
- Berg, R.T. and Butterfield, R.M. 1979. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Ed. Acribia. pp 296.
- Callow, E.H. 1961. Comparative studies of meat VII A Comparison between Hereford, Dairy Shorthorn and Friesian steers on four levels of nutrition. *J. Agr. Sci. (Camb)* 56:265
- Cangiano, C.A. y Duhalde, J.M. 1989. Efecto de la carga sobre la dieta y ganancia de peso de novillos en pastoreo de rastrojos de trigo. *Rev. Arg. Prod. Anim. Supl. 1 NA 21*
- Coleman, S.W. y Evans, B.C. 1986. Effect of nutrition, age and size on compensatory growth in two breeds of steers. *J. Anim. Sci.* 63:1968
- Corbett, J.L. y Boyne, A.W. 1958. The effects of a low protein food supplement on the yield and composition of milk from grazing dairy cows and on the composition of their diet. *J. Agric. Sci., Camb.* 51- 95-100.
- Delfino, J.G. and G.W. Mathison. 1991. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days fed, weight and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 69:4577.
- Di Marco, O.N. 1994. Crecimiento y Respuesta Animal. AAPA. ISBN 987-99423-0-2. Pp.128
- Elizalde, J.C., Rearte, D.H. y Santini, F.J. 1993. Utilización de silaje de maíz en vacas lecheras en pastoreo. ISSN 0522-0548. *Bol. N° 17.* 37p.
- Enjalbert, F. 1995. Les lipides dans la alimentation des ruminants. I. Principales sources et consequences sur la digestion ruminale. *Revue Med. Vet.* 146(5):299-308
- Fernández, J.M., Croom, W.J., Tate, L.P. and Johnson, A.D. 1990. Subclinical ammonia toxicity in steers: Effects on hepatic and portal-drained visceral flux of metabolites and regulatory hormones. *J. Anim. Sci.* 68:1726-1742
- Fernández Mayer, A.E.; Santini, F.J.; Rearte, D.H.; García, C. y Mezzadra, C. 1997. Engorde a corral: comportamiento productivo de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base, harina de girasol y grano de maíz. Tesis de M.Sci. Cursó XI post grado. Fac. Cs. Agr. UNMDP-EEA INTA Balcarce.
- Ferrel, C.L., Kohmeier, R.H., Crouse, J.D. and Glimp, H. 1978. Influence of dietary energy, protein and biological type of steer upon rate of gain and carcass characteristic. *J. Anim. Sci.* 46:255.
- Gagliostro, G.A. 1996. Suplementación de la vaca lechera con nutrientes a la degradación ruminal. INTA Balcarce.
- Gagliostro, G. y Chilliard, Y. 1992. Duodenal rape seed oil infusion in early and mid lactation cows. 2. Voluntary intake, milk production. *J. Dairy Sci.* 74:499-509.
- Gallardo, M. 1989. Lipomovilización en vacas lecheras en pastoreo. Efectos de distintos niveles de suplementación energética durante lactación temprana. Tesis de Magister Sci. UNMDR
- Garciaarena, A.D., Santini, F.J. y Rearte, D.H. 1990. Ruminant metabolism of dairy cows grazing pasture and supplemented with corn grain. *J. Dairy Sci. (Suppl. 1)* 73:240
- García, P.T. y Casal, J. 1992. INTA Castelar. Traducido de: Lipids in Argentina beef. *Fleischwirtschaft.* Noviembre 1992.
- García, S. y Santini, F. 1996. EEA INTA Balcarce Area de investigación en producción animal. EEA INTA Balcarce pp.55.
- Garret, W.N. y Johnson, D.E. 1983. Nutritional energetics of ruminants. *J. Anim. Sci.* 57:478-497.
- Geay, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 58:766-778.
- Guenther, J.J., Bushman, D.H., Pope, L.S. and Morrison, R.D. 1965. Growth and development of the major carcass tissue in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. *J. Anim. Sci.* 24:1184-1191
- Huber, J.T., Graff, G.C. y Engel, R.W. 1964. Effect of supplemental feeding on pasture on milk composition and field. *J. Dairy Sci.* 17:63-73.

- Journet, M y Chilliard, Y. 1985. Influence de l'allimentation sur la composition du lait 1. Taux butyreux: facteurs généraux. Bull. Tech C. R.Z.V.Theix INRA 60:13-23.
- Jones, D.H. y Jones, R. 1995. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. J.Agr. Eng. Res. 60: 73-81.
- John, L.C., Young, C.R., Knabe, D.A., Thompson, L.D., Schellings, G.T., Grundy, S.M. and Smith, S.B. 1987. Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet. J.Anim.Sci. 64:1441- 1447.
- Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. Liv. Prod. Sci. 3:103-114.
- Klosterman, E.W., Althouse, P.G. and Cahill, V.R. 1965. Effects of corn silage or ground ear corn full fed at various stages of growth and fattening upon carcass composition of beef cattle. J. Anim.Sci. 24:454.
- Lobley, E.G. 1993. Protein Metabolism and Turnover. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. Forbes, J.M. y France, J (Eds). pp 313-340.
- Moran, J.B., Kaiser, A. y Stockdale, C.R. 1990. The role of maize silage in milk and meat production from grazing cattle in Australia. Outlook on Agric. 19:171-177.
- Mumpton, F.A. y Fishman, P.H. 1977. The application of natural zeolite in animal science and aquaculture. J.Anim.Sci. 45:1188-1203.
- National Research Council. 1984. (NRC) Nutrient requirements of growth and fattening cattle. 6th revised edition. Nat. Ac. Press Washington D.C. USA.
- Newboid, R.J. Garnworthy, P.C., Buttery, P.J.; Cole, D.J. and Haresign. 1987. Protein nutrition of growing cattle: Food intake and growth responses to rumen degradable protein and undegradable protein. Anim. Prod. 45:383.
- Owens, F.N., Gili, D.R., Secrist, D.S. and Coleman, S.W. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. J.Anim.Sci. 73:3152-3172.
- Palmquist, D.L. y Mosler E.A. 1981. Bietary fat effects on blood insulin, glucose utilization and milk protein content of lactating cows. J.dairy Sci. 64:1664-1670.
- Patterson, D.C. y Steen, R.W. 1995 Growth and development in beef cattle. 2. Direct and residual effects of plane of nutrition during early life on the chemical composition of body components J.Agr.Sci.Camb. 124:101-111.
- Rearte, D.H.. 1992. Alimentación y composición de la leche. INTA-CERBAS
- Rearte, D.H., Santini, F.J. García, P.T., Maritano, M. y Elizalde, J.C. 1989. Efectos de la suplementación se semilla de girasol sobre la producción y composición de la leche, Rev. Arg. Prod. Animal. 9 (supl. 1):6.
- Roger, G.L., Porter R.M. y Robinson, R. 1982. Comparison of perennial ryegrass and white clover for milk production. In: Dairy production from pasture. 213-214
- Rompala, R.E, Jones, S.D., Buchanan-Smith and Bayley, H.S. 1985. Utilization of dietary energy for protein and lipid deposition in late maturing cattle. Energy Metabolism of Farm Animals. Proceeding of the 1 Oth Symposium. Virginia USA. ED. Moe, Tyrrell and Reynolds. pp 94-96.
- Santini, F.J. 1989. Utilización de granos en la alimentación de rumiantes. Boletín Técnico. CERBAS.INTA.
- Satter, L.D. and Roffier, R.E. 1976. Nitrogen requeriment and utilization on in dairy cattle. J.Dairy Sci. 58:1219-1237.
- Sutton, J.D., Oldham, J.D. y Hert, I.C. 1980. Products of digestion, hormones and energy utilization in milking cows given concentrases containing varyiong proportions of barley or maize. In: Energy Metabolism. Ed. L.E. Mount. pp 303-306, Butterworth London.
- Swick, R.W. and Benevenca, N.J. 1976. Labile protein reserves and protein turnover. J.Dairy Sci. 60:505-515. Wales, B y Moran, J. 1992. The role of maize silage as a supplement to beef steers grazing annual pastures. En: Maize silage for beef production. Field day. april 1992. Kyabram Research Centre. Northern Victoria. pp 57. Wales, B, Moran, J y Harris, R. 1992. The ro-e of maize silage as a supplement to beef steers grazing annual pastures. En: Maize silage for beef production. Field day. april 1992. Kyabram Research Centre. Northern Victoria. pp 8-1 1.
- Webster, A.J.F. 1989. Bioener, bioengin and growth. Anim. Prod. 48:249-269.
- Young, A.W and Kauffman, R.G. 1978. Evaluation of beef from steers fed grain, carn silage or haylage-corn silage diets. J.Anim.Sci. 46:41

Volver a: [Manejo del alimento](#)