

# TRANSFORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE AGROINDUSTRIA DE CULTIVOS TEMPLADOS, SUBTROPICALES Y TROPICALES EN CARNE Y LECHE BOVINA

Dr. C. Aníbal Fernández Mayer  
INTA - EEA Bordenave





Dr. C. Aníbal Fernández Mayer

**TRANSFORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS  
Y RESIDUOS DE AGROINDUSTRIA DE  
CULTIVOS TEMPLADOS, SUBTROPICALES  
Y TROPICALES EN CARNE Y LECHE BOVINA**



**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA  
CENTRO REGIONAL BUENOS AIRES SUR  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BORDENAVE**

EEA Bordenave, 2014

**Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina**

Dr. C. Aníbal Fernández Mayer

1ra Edición

Ediciones INTA

ISBN: 978-987-521-502-3

2014

Fernández Mayer, Aníbal Enrique

Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. - 1a ed. - Bordenave, Buenos Aires : Ediciones INTA, 2014.

200 p. : il. ; 28x20 cm.

ISBN 978-987-521-502-3

1. Subproductos de agroindustria . 2. Residuos de Cosecha . 3. Carne. 4. Leche. I.

Título

CDD 631.584

Fecha de catalogación: 07/05/2014

## ÍNDICE TEMÁTICO

<b>Abreviaturas</b> .....	<b>9</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>SUBPRODUCTOS DE REGIONES TEMPLADAS</b> .....	<b>13</b>
USO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES Y MÉTODOS PARA MEJORAR SU EFICIENCIA DE USO.....	<b>13</b>
GRANOS DE CEREALES Y SUB SUBPRODUCTOS .....	<b>16</b>
Subproductos del arroz - Afrechillo de arroz .....	<b>16</b>
SUBPRODUCTOS DEL GRANO DE CEBADA .....	<b>17</b>
Experiencias en el uso de residuos de la industria de cerveza en Colombia y Ecuador.....	<b>17</b>
PELLET O RAICILLA DE CEBADA .....	<b>21</b>
Efectos del Pellet o raicilla de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) sobre la producción de carne o leche. ....	<b>21</b>
SUBPRODUCTOS DEL GRANO DE MAÍZ .....	<b>32</b>
Afrechillo de maíz .....	<b>32</b>
Corn gluten feed .....	<b>32</b>
Corn gluten meal .....	<b>37</b>
SUBPRODUCTOS DEL GRANO DE TRIGO.....	<b>38</b>
Afrechillo de trigo .....	<b>38</b>
SEMILLAS DE OLEAGINOSAS Y SUS SUBPRODUCTOS .....	<b>42</b>
SUBPRODUCTOS DE ALGODÓN .....	<b>43</b>
Semilla de algodón .....	<b>43</b>
Utilización de la semilla de algodón en la alimentación de bovinos para carne.....	<b>46</b>
SUBPRODUCTOS DEL CÁRTAMO .....	<b>50</b>
Harina de cártamo .....	<b>50</b>
SUBPRODUCTOS DE LA COLZA .....	<b>50</b>
Harina de colza (Canola) ( <i>Brassica sp.</i> ).....	<b>50</b>
SUBPRODUCTOS DEL GIRASOL.....	<b>51</b>
HARINA DE GIRASOL .....	<b>51</b>
Efectos de la harina de girasol sobre la producción de carne (características metabólicas y productivas) .....	<b>51</b>
Cáscara de girasol .....	<b>53</b>

SUBPRODUCTOS DEL MANÍ.....	66
Harina de maní.....	66
SUBPRODUCTOS DE LA SOJA O SOYA.....	67
Poroto de soja o soya.....	67
Cascara de soja o soya.....	68
Harina de soja o soya.....	69
SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BIODIESEL.....	72
Alimentación de bovinos con subproductos de la industria del biodiesel.....	72
Glicerina como suplemento para rumiantes.....	80
SUBPRODUCTOS DE FRUTAS Y DE HORTICULTURA.....	83
Utilización de residuos y subproductos de frutas de zonas templadas en la alimentación animal.....	83
Orujos de aceituna.....	85
Estudio comparativo de algunos residuos de agroindustrias.....	91
Orujo de manzana.....	93
Aprovechamiento y uso de la manzana de desecho en la ganadería del estado de chihuahua.....	96
Características nutritivas y potencial de ensilaje de residuos hortícolas.....	104
Papa (Solanum tuberosum).....	112
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>SUBPRODUCTOS DE REGIONES TROPICALES Y SUBTROPICALES.....</b>	<b>113</b>
SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	113
Residuos de la agroindustria azucarera en la producción de carne vacuna.....	113
Punta o cogollo de caña de azúcar.....	115
Melaza.....	117
Bagazo.....	120
Cachaza.....	121
Suplemento activador ruminal (sar).....	121
SUBPRODUCTOS DE LOS CÍTRICOS.....	125
Características y respuesta productiva.....	125
Calidad de la pulpa o bagazo de cítricos.....	127
Calidad de la pulpa en diferentes mezclas con granos y subproductos.....	128
Los cítricos frescos en la alimentación animal.....	129
Importancia del aceite de palma y sus subproductos en la alimentación animal.....	134
Subproductos disponibles en países tropicales y subtropicales potencialmente apropiados para el ensilaje.....	139
Torta y harina de copra (coco).....	143
Ejemplos prácticos exitosos con mezclas de ensilados.....	146
Producción de ensilaje de caña de maíz dulce.....	148
Utilización de la yuca o mandioca en la alimentación de rumiantes.....	155

<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>SUBPRODUCTOS (RESIDUOS) DE ORIGEN ANIMAL .....</b>	<b>158</b>
SUBPRODUCTOS DE LA AVICULTURA .....	158
Cama de pollo o pollinaza o gallinaza .....	158
Harina de plumas .....	163
INDUSTRIA PESQUERA .....	169
Harinas de pescado .....	169
CONCLUSIONES GENERALES.....	176
ANEXO.....	178

## ÍNDICE DE TRABAJOS EXPERIMENTALES

1° Respuesta productiva y económica de una ración a base de pellet de cebada y grano de maíz con terneros de destete precoz.....	24
2° Ensayo de engorde intensivo pastoril y a corral de terneros - machos - Holando Argentino	28
3° Terminación de terneros a los quince meses de edad sobre verdeos de invierno .....	39
4° Engorde a corral de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base y diferentes niveles de grano de maíz y harina de girasol.	
1. Efectos sobre el ambiente ruminal.....	56
2. Efectos sobre el comportamiento productivo.....	59
5° Efecto de la semilla de girasol o soja "cruda" sobre la característica productiva y calidad de res en terneras "bolita" a corral.....	71
6° Utilización de pomasa de manzanas en toritos hereford de 8 meses de edad .....	94
7° Respuesta productiva al suministro de silaje de pulpa de cítricos con novillos Holstein .....	132
8° Ensayo con vacas lecheras Holstein .....	133
9° Suplementación de efluente de aceite de palma africana más urea, en ceba de toretes Brahaman mestizos.....	136
10° Ensayo comparativo entre silaje de caña de azúcar y de maíz en la producción de hembras Holstein - Frisian de reemplazo .....	149
11° Alimentación de bovinos cebú con ensilado de mezclas de banano de rechazo y ráquis en diferentes proporciones .....	152
12° Comparación de dos sistemas de alimentación con cama de pollos sobre la ganancia de peso en bovinos .....	159
13° Degradabilidad ruminal de la harina de plumas en novillos mestizos tropicales .....	166
14° "Uso de harina de pescado en raciones altas en melaza para bovinos en crecimiento".....	170
15° Alimentación de vaquillas en crecimiento a base de residuos de cosecha tratada con urea y suplementadas con proteína sobrepasante con harina de pescado .....	170



## ABREVIATURAS

<b>A:</b> almidón	<b>MR:</b> microorganismos ruminales
<b>AA:</b> aminoácidos	<b>MS:</b> materia seca
<b>AAz:</b> afrechillo de arroz	<b>MZ:</b> melaza
<b>AB:</b> alimento balanceado	<b>N:</b> nitrógeno
<b>AG:</b> ácidos grasos	<b>NH3:</b> amonio
<b>AGV:</b> ácidos grasos volátiles	<b>NH3/NT:</b> amonio/nitrógeno total
<b>AGIL:</b> ácidos grasos insaturados libres	<b>NNP:</b> nitrógeno no proteico
<b>AM:</b> afrechillo de maíz	<b>PB:</b> proteína bruta
<b>AT:</b> afrechillo de trigo	<b>PBS:</b> proteína bruta soluble
<b>ATP:</b> adenosin tri fosfato	<b>PC:</b> pellet de cebada
<b>AW:</b> actividad de agua	<b>PFAD:</b> ácidos destilados de la Palma africana
<b>C2:</b> ácido acético	<b>PV:</b> peso vivo
<b>C3:</b> ácido propiónico	<b>pH:</b> potencial hidrógeno
<b>CA:</b> caña de azúcar	<b>S:</b> sojilla
<b>CG:</b> cáscara de girasol	<b>SA:</b> semilla de algodón
<b>CGF:</b> corn gluten feed	<b>SH:</b> sorgo húmedo
<b>CGM:</b> corn gluten meal	<b>SM:</b> silaje de maíz
<b>CNES:</b> carbohidratos no estructurales solubles	
<b>CHO:</b> carbohidratos	
<b>CHONDR:</b> carbohidratos no estructurales no degradable en rumen	
<b>CP:</b> cama de pollo	
<b>CG:</b> cáscara de girasol	
<b>DIVMS:</b> digestibilidad "in vitro" de la materia seca	
<b>DP:</b> destete precoz	
<b>EAPA:</b> efluentes de la palma africana	
<b>EM:</b> energía metabolizable	
<b>FDA:</b> fibra detergente ácido	
<b>FDN:</b> fibra detergente neutro	
<b>FeFDN:</b> Fibra Físicamente Efectiva	
<b>FEL:</b> fermentación en estado líquido	
<b>FES:</b> fermentación en estado sólido	
<b>FL:</b> fermentación líquida	
<b>FS:</b> fermentación sólida	
<b>FSS:</b> fermentación sólida sumergida	
<b>GDP:</b> ganancia diaria de peso	
<b>GM:</b> grano de maíz	
<b>HG:</b> harina de girasol	
<b>HM:</b> harina de maní	
<b>HP:</b> harina de pluma	
<b>HPs:</b> harina de pescado	
<b>HS:</b> harina de soja	
<b>I:</b> insulina	
<b>ID:</b> intestino delgado	
<b>KJ:</b> kilo joule	
<b>LR:</b> licor ruminal	
<b>MJ:</b> mega joule	



# TRANSFORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE AGROINDUSTRIA DE CULTIVOS TEMPLADOS, SUBTROPICALES Y TROPICALES EN CARNE Y LECHE BOVINA

---

Aníbal Fernández Mayer <sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

Las actividades agrícolas, ganaderas y la agroindustria generan constantemente residuos o subproductos orgánicos e inocuos para la salud humana que pueden transformarse en proteína animal (carne o leche).

La transformación de estos residuos o subproductos, de bajo costo, en un alimento de alto valor biológico (carne o leche) para los seres humanos permite:

**a)** Aumentar la producción de carne o leche, de origen animal, para ser utilizado en la alimentación humana. Este tema tiene un rol muy importante por el incremento de la población mundial.

**b)** Mejorar, significativamente, el resultado económico de los Sistemas Ganaderos, haciéndolo más sustentables en el tiempo.

**c)** Reducir los riesgos de contaminación ambiental al evitar que esos residuos o subproductos sean arrojados a las aguas (ríos, lagunas, mares), el suelo o el aire.

En esta publicación se presentan algunos trabajos que muestran los resultados productivos y económicos del empleo de subproductos o residuos de agricultura, ganadería y agroindustria para producir carne o leche. Alguno de ellos, fueron producto del Proyecto Internacional de RESALAN del Programa Iberoamericano Ciencia y Técnica para el Desarrollo (CYTED).

Este Proyecto RESALAN estuvo integrado por 11 países (Chile, Brasil, Argentina, Ecuador, Venezuela, Colombia, Panamá, México, Cuba, Portugal y España) y coordinados por la Dra. Aída Ramírez Fijón (Cuba).

---

*1) Técnico del INTA. EEA Bordenave. Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS). Ingeniero Agrónomo (Univ. Nac. La Plata 1975/79), Especialista en Lechería (Shefayin, Israel, 1991), Magister en Producción Animal (INTA Balcarce-Univ. Nac. Mar del Plata 1996/98), Doctor en Ciencias Veterinarias especialista en Nutrición Animal (Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba 2010/12).*



# CAPÍTULO I

## SUBPRODUCTOS DE REGIONES TEMPLADAS

---

### USO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES Y MÉTODOS PARA MEJORAR SU EFICIENCIA DE USO

*Héctor Manterola B y Dina Cerda A.  
Dep. de Prod. Animal, Fac. de Cs Agronómicas, Univ. de Chile.*

#### INTRODUCCIÓN

En Chile, se generan una diversidad de subproductos y residuos agroindustriales, con gran potencial de ser utilizados en la alimentación de rumiantes. La mayor parte de estos subproductos y residuos. Los diversos estudios que se han realizado por los centros de investigación del país, en especial por la Universidad de Chile, han permitido integrar la gran mayoría de ellos como componentes de las dietas en diferentes especies de rumiantes. Muchos de estos residuos y subproductos presentan severas limitaciones tanto de tipo físico como químico por lo que se debe incorporarlos en los porcentajes que permitan el máximo de expresión productiva por parte del animal.

En muchos casos estos residuos constituyen un problema para las agroindustrias ya que contaminan el medio ambiente al descomponerse o sirven de incubación a moscas y mosquitos, además de producir contaminación en los esteros y ríos, por lo que han incentivado la investigación en el uso de estos residuos con el fin de convertirlos en subproductos y darles un valor agregado. Por otra parte el incremento en los costos de los insumos alimenticios ha provocado una fuerte presión de los productores los que han presionado para buscar nuevas alternativas alimenticias, de menor costo y de buen valor nutritivo.

Finalmente entre 1995 y 2000 se estudiaron diferentes métodos para proteger la proteína y los almidones de la fermentación ruminal, de modo de aumentar las fracciones sobre pasantes y así mejorar la eficiencia productiva del rumiante.

#### METODOLOGÍA

Los estudios mencionados cubrieron la mayor parte de los residuos y subproductos agroindustriales que tuvieran potencial alimenticio y volumen. En los estudios relacionados con los residuos generados por las agroindustrias que procesan cereales para obtener harinas, arroz, etc.; o oleaginosas para obtener aceites o distintos granos para obtener alcohol, se realizaron estudios de disponibilidad del residuo o subproducto, del valor nutritivo y de sus características físicas.

En estos subproductos, se realizaron estudios de tratamiento químico y físico para reducir la degradabilidad de las fracciones proteicas y de almidón. Es así que los diferentes afrechos o tortas de oleaginosas fueron sometidas a tratamientos físicos (térmico y de recubrimiento) y químicos (formaldehído).

En los físicos se estudiaron diferentes temperaturas y diferentes sustancias protectoras (grasas, aceites) y en el tratamiento químico con formal-

dehído, se estudiaron distintas concentraciones de formaldehído y diferentes tiempos de acción. Todos los efectos se midieron primero en la degradabilidad del producto, utilizando el método "in situ" y luego en animales en producción, incorporándolos a las dietas. Se trabajó con vacas lecheras y con novillos en crecimiento. En todos los subproductos y residuos se estudió los volúmenes producidos por hectárea o por tonelada de materia prima, los períodos de disponibilidad, el valor nutritivo (Proteína Bruta -PB-, Fibra Detergente Neutro -FDN-, Digestibilidad, Degradabilidad, Energía y minerales) En aquellos de mayor proyección o potencialidad se realizaron estudios de aceptabilidad por rumiantes (ovinos o bovinos), estudios de niveles de inclusión y respuesta productiva en términos de consumo, ganancia de peso y eficiencia de conversión. Posteriormente se confeccionaron tablas con el valor nutritivo, los niveles de inclusión máximos, las limitantes y otros, para distintas especies de rumiantes.

## PRINCIPALES RESULTADOS

### 1. Uso de Residuos Agroindustriales

Dentro de estos, los estudios se concentraron en aquellos en que no había información al momento en que se desarrolló el proyecto. Ellos fueron las pomazas u orujos de manzana, tomate, de uva, de aceituna y de maíz, pelón de almendra y algunos residuos de la industria cervecera. Además se realizaron estudios de residuos en industrias conserveras de frutas y hortalizas, así como de industrias congeladoras de los mismos productos. Tanto la pomaza de manzana como la de tomate, resultaron ser de buen valor nutritivo y de gran aceptabilidad por los rumiantes, así como también las respuestas productivas fueron muy buenas. En el caso de la pomaza de manzana, presentó un contenido de PB de 6 a 7%, una digestibilidad de 80% y un contenido de Energía Metabolizable (EM) de 11 KJ/Kg. La limitante es el bajo contenido de PB. La inclusión de este residuo en dietas de novillos en niveles de hasta 50% provocó ganancias de peso de 1,2 kg/día; en vacunos de leche con niveles de inclusión de 25% de la ración, se mantuvo la producción 22 lts/día y en corderos, la inclusión de hasta 40% provocó ganancias de 240 gr/día.

La mayor limitante es el alto contenido de agua, que en muchos casos sobrepasa el 80%, por lo que su uso se restringe a ganaderías cercanas a las

agroindustrias, a menos que ella sea exprimida para bajar su contenido de agua. En el caso de la pomaza de tomate, el valor nutritivo fue superior a la de manzana, pero su aceptabilidad o nivel máximo de consumo fue inferior. El contenido de PB fluctuó entre 18 y 21%, la digestibilidad entre 68 y 70% y la EM entre 11 y 13 MJ/Kg debido al aceite de las semillas.

El contenido de agua fue similar al de la pomaza de manzana. Al incluirla en niveles de hasta 40% en novillos se lograron ganancias de peso de 1,1 kg/día, pero a mayores niveles se afectó el consumo y la ganancia de peso. En vacas con niveles de producción de 22 a 24 lts/día se logró incluir en niveles de 40% sin afectar la producción. En corderos, la inclusión hasta 30% mantuvo ganancias de peso de 250 gr/día pero mayores niveles redujeron significativamente dichas ganancias.

En cuanto al orujo de uva, éste presenta un bajo valor nutritivo y si bien el contenido de PB determinado fue mediano (12 a 14%) esta PB se encuentra ligada a taninos por lo que está indisponible para el animal, además el alto contenido de taninos afecta la microflora ruminal al bloquear sus enzimas. Los estudios realizados en novillos determinaron que niveles sobre 15% afectan significativamente las ganancias de peso. En relación al pelón de almendra, el contenido de PB determinado fue bajo (4,5%) la digestibilidad de 68%, dada principalmente por la pulpa del carozo. La EM fue de 9 MJ/Kg. Su inclusión en bovinos de carne en niveles de hasta 20% permitió mantener ganancias de peso de 1 kg/día y con 40% bajó a 650 gr/día. En el caso del pelón con la cáscara de la almendra, se corre el riesgo de afectar el sistema digestivo del animal, especialmente en aquellas almendras de cuesco duro.

### 2.- Protección de Proteínas y Almidones en distintos Subproductos Agroindustriales mediante tratamientos físicos y químicos

Los tratamientos químicos se basaron en la aplicación de formaldehído a diferentes concentraciones, sobre los substratos en estudio. Estas concentraciones fluctuaron entre 0,5 y hasta 3% base contenido de nitrógeno. En todos los substratos de determinó la degradabilidad "in situ" mediante uso de bolsitas de dacrón conteniendo las muestras y sumergidas en el contenido ruminal por períodos

secuenciales de tiempo (Orskov, 1989). Los datos de desaparición en el tiempo se ajustaron a la ecuación propuesta por Orskov. Los métodos físicos consistieron o en la aplicación de calor o en el recubrimiento con aceites, grasas o con ácidos grasos acidulados. En los distintos substratos, se determinó la degradabilidad según método ya mencionado.

Los resultados obtenidos indican que la aplicación de calor sobre 120°C provoca un cambio en la estructura molecular de las proteínas, disminuyendo su degradabilidad, pero afectando su valor nutritivo ya que esta menor degradabilidad afecta la digestibilidad a nivel del estómago e intestino del animal, además de reducirse la disponibilidad efectiva de lisina. El uso de sustancias protectores, principalmente grasas y aceites, disminuyó significativamente la degradabilidad, especialmente de la fracción más soluble de la proteína, sin afectar su digestibilidad posterior. Tanto la grasa de vacuno, como el aceite de pescado y el soap-stock resultaron efectivos para reducir la degradabilidad de la fracción proteica siendo el efecto mayor a mayores porcentajes de aplicación. La fracción soluble de la proteína fue la que más redujo su degradabilidad, especialmente con grasa de vacuno y aceite de pescado. El soap-stock disminuyó significativamente la degradabilidad de las dos fracciones, la soluble y la insoluble, potencialmente degradable.

La aplicación de formaldehído redujo significativamente la degradabilidad de las fracciones soluble e insoluble en casi todas las fuentes proteicas estudiadas, a excepción de la harina de pescado. El afrecho de soya disminuyó la degradabilidad desde 80% a 23% al tratarlo con formaldehído al 1% base % de N. El afrecho de raps (colza) redujo su degradabilidad de 75% a 35% en promedio (Figura 1).

Al tratar algunas fuentes de almidón (maíz, afrecho de trigo) se logró un efecto de protección del almidón, derivado de la acción del formaldehído sobre las proteínas. De esta forma se logró proteger tanto la proteína como los almidones de la fermentación ruminal.

La inclusión de algunas de estas fuentes proteicas tratadas con formaldehído en dietas de vacas lecheras, provocó incrementos significativos en la producción de leche, efectos que se manifestaron con mayor intensidad a partir de las 9 se-

manas post inicio del tratamiento. Estas diferencias fueron mayores en vacas de alta producción, en que el diferencial fue de 500 kg de leche, sin afectar la concentración de proteína y grasa, por lo que también hubo un efecto de mayor producción total de proteínas y grasas.

## CONCLUSIONES

- Las agroindustrias hortofrutícolas generan una gran cantidad y diversidad de residuos, de buen valor nutritivo, que a la fecha se usan muy poco y se acumulan en canchas donde fermentan y se desarrollan insectos y sus efluentes contaminan esteros y ríos. La inclusión de algunos de ellos, en raciones de rumiantes provoca incrementos significativos en los niveles productivos y baja en los costos de producción. Su principal limitante en algunos de ellos es el elevado contenido de agua que impide su uso en predios a mucha distancia del lugar de generación. En otros la inclusión solo es a niveles bajos debido a la baja digestibilidad y elevado contenido de taninos.
- El tratamiento con formaldehído a fuentes proteicas de origen vegetal, provoca reducciones significativas de la degradabilidad de la proteína, incrementándose la proteína sobre pasante, sin afectar la digestibilidad de la proteína en estómago e intestino del rumiante, ya que la reacción del formaldehído es pH dependiente e inestable a pH bajo.
- La inclusión de estas fuentes proteicas tratadas con formaldehído, en dietas de vacas lecheras de alta producción provoca incrementos significativos en la producción de leche, sin afectar el contenido de proteína y grasa de la leche.

## GRANOS DE CEREALES Y SUB SUBPRODUCTOS

### SUBPRODUCTOS DEL ARROZ

#### *Afrechillo de arroz*

Luego de la extracción del grano de arroz pulido para consumo humano, quedan dos subproductos, la cáscara y la harina de arroz.

El primer subproducto, la cáscara, por su alto contenido en fibra y por problemas digestivos que ocasiona no es usado en alimentación de rumiantes. En cambio, la harina, salvado o afrechillo de arroz (AAz), contiene el pericarpio que rodea a la semilla, parte de harina y el germen. Su contenido en proteína varía entre el 11 al 15%, es pobre en lisina y treonina, con un alto contenido en grasas (7.7 a 22.4%) y en extractos no nitrogenados, principalmente almidón (34.2 a 46.1%) (Tabla 1).

Este suplemento, rico en energía, tiene la desventaja de enrancarse fácilmente por su alto nivel en grasas. De ahí los cuidados que se deben tomar en el almacenaje.

Para evitar la acción de las lipasas del grano que oxidan –enrancian- el AAz y afectan principalmente el consumo, se han experimentados distintos métodos antioxidantes, siendo el tratamiento con calor, inmediatamente después de la molienda uno de los más efectivos.

**Tabla 1:** Composición química del afrechillo de arroz. Lalman (1996)

	Composición porcentual (%)
Materia seca	91.0
Proteína bruta	11 - 15
FDN	33.0
Grasa	7.0 - 22.0
Cenizas	12.8
Almidón	34.0 - 46.0
Digestibilidad in vitro MS	70.0
Energía Metabolizable (Mcal EM/kg MS)	2.5 - 2.8
Calcio	0.08
Fósforo	1.7



## **SUBPRODUCTOS DEL GRANO DE CEBADA**

### **EXPERIENCIAS EN EL USO DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE CERVEZA EN COLOMBIA Y ECUADOR.**

*Fernando Morales Vallecilla <sup>(1)</sup>*

#### **INTRODUCCIÓN**

Los alimentos para ganadería en Colombia y Ecuador están en gran parte liderados por la producción industrial, los sistemas ganaderos de producción son en su mayoría pastoriles y la suplementación se hace con base en alimentos concentrados industriales en más del 70% de lo que se comercializa en ambos países. Es por ello que uso de fuentes alternativas en finca (hatos) sigue creciendo debido a que el ganadero en la búsqueda de mejorar la rentabilidad para su ganadería busca adquirir nuevas alternativas fibrosas, proteicas y energéticas para los animales.

Los subproductos de cerveza son una alternativa disponible en todos nuestros países pues si tomamos que sólo en Colombia la empresa Bavaria (SAB Miller) líder en la producción de cervezas en Colombia y Ecuador facturo más de 2700 millones de dólares (Revista Semana Mayo 4 de 2009), podremos dimensionar la gran cantidad de subproductos para la industria animal que se pueden generar para ser usados en forma seca o húmeda en el balance de raciones ya sea para ganado de carne o leche y en menor grado para cerdos.

#### **LA CEBADA Y SU POTENCIAL EN LA INDUSTRIA ANIMAL**

La Cebada es un cereal de dos envolturas de películas que recubren el germen y el resto del grano, una de ellas se prolonga en forma de arista aserrada.

Esta cubierta por tres capas llamadas pericarpio, testa y aleurona., el cuerpo harinoso está formado principalmente de gránulos de almidón y el germen o embrión está separado del cuerpo harinoso por medio de una capa llamado epitelio del escutelo.

Esta cebada es maltada (proceso de germinación que se hace por vía húmeda y enzimática para que la cebada pase sus componentes a ser más solubles y por acción de las enzimas diastasa y maltasa, el almidón se ha transformado en maltosa y glucosa las cuales quedan presentes en la malta para que puedan ser rápidamente fermentables en la planta cervecera. Dentro de este proceso aparecen algunos subproductos de uso industrial como son los residuos de pre limpieza, el germen y la cebada no malteable o cebada de tercera.

#### **Composición del residuo de la industrialización de la cebada**

Malteado de Cebada (100 kg)  
Malta Cerveza Brotes de malta Y Cáscara (3 a 5 Kg)  
Orujo de Cebada (110-130 kg con 20% de MS)  
Levadura de cerveza (1,5 kg seco)  
Malteado Prensado y Filtrado  
\*Manterola y Cerda D. Los residuos Agrícolas

#### **Proceso de elaboración de la cerveza**

El valor nutricional de los subproductos de cervecería ésta determinado por la presencia y concentración de principios nutritivos necesarios para un normal crecimiento y desarrollo, así como

---

(1) Gerente técnico de FDN Nutrientes, Colombia

para la expresión de una productividad que colme las expectativas del ganadero de leche y/o carne, del porcicultor y del avicultor, Rendón (1993).

### **Origen y generalidades**

Se denominan subproductos de cervecería a las "Materias primas" que resultan del proceso de la elaboración de la cerveza (Selección de la cebada, germinación, maltaje, elaboración del mosto y fermentación).

Estos subproductos presentan excelentes especificaciones de calidad en cuanto a proteína y energía, razón por la cual son empleados en la industria de los alimentos para consumo animal y aún para consumo humano (naturalistas y bionergeticos).

Su contenido de proteína cruda, aminoácidos, fibra, grasa, vitaminas y minerales; permiten emplearlas de acuerdo con los requerimientos nutricionales específicos tanto para monogástricos (Aves, cerdos, caballos y perros), como para poligástricos (ganado de leche y/o carne, ovejas y cabras).

Es así como la cantidad y calidad de las proteínas y de los aminoácidos, permite diseñar fórmulas económicas para cerdos y vacas lecheras principalmente; al competir con ingredientes más costosos por punto de proteína como es el caso de las tortas de soya y de algodón, Rendón (1994).

### **EL AFRECHO**

El afrecho seco es definido por la American Association of Feed Control Officials (AAFCO) como: "El residuo seco extraído de la sola Malta de Cebada o mezclada con otros granos cereales o productos de granos, resultante de la manufactura del mosto o de la cerveza, y que puede contener residuos de lúpulo gastado en una cantidad que no excede el 3%; uniformemente distribuido".

Después de realizar los procesos de germinación, cocción de la malta y de la mezcla con triturados de cereales para obtener como resultado el mosto; se realiza un proceso de filtrado y selección de donde se recoge un residuo que contiene un 81% de humedad, el cual al someterlo al secamiento

su humedad fluctúa entre un 7 y 10% y su color podrá variar de acuerdo a la clase de cebada y de los triturados que se empleen, generalmente es de color grisáceo o amarillo pardusco.

El Afrecho en su aminograma muestra una composición equilibrada en cuanto a los aminoácidos más limitantes en las especies monogástricas como son: Lisina, metionina, metionina más cistina y triptófano, en relación con otras materias primas que por sus características podrían guardar ciertas semejanzas, como son los subproductos del arroz y del trigo; sin embargo con relación al contenido mineral el Afrecho contiene niveles invertidos en la relación Calcio y fósforo y bajos niveles de potasio.

Es importante destacar que las propiedades nutricionales del Afrecho se concentran en la particularidad proteica, la cual hace de éste subproducto un elemento altamente benéfico para la alimentación de rumiantes.

La fracción proteica o proteína verdadera de un concentrado y/o materia prima, es activada en principio por los microorganismos del rumen, sufriendo una degradación en aminoácidos y péptidos y quedando una fracción de proteína llamada de degradación lenta o sobrepasante, la cual continua su paso hacia el intestino delgado y allí es degradada por acción de las enzimas del animal como lo haría un monogástrico para asimilarla. No toda la fracción no degradable de la proteína es digerida en el intestino delgado; cierta porción no es degradada por el animal, y ésta varía de un ingrediente a otro, sin embargo esto se presenta en mayor proporción en ingredientes que han sido sometidos al calor durante su proceso de extracción o cuando se tienen productos químicos en su composición.

Para los vegetales la solubilidad es muy variable, el maíz, que tiene un elevado contenido de Zeína soluble, se desdobra sólo en un 40%, la Torta o Harina de Soya es el ejemplo típico de proteína de un ingrediente que tiene fracción degradable 60%, y un 30 a 40% se escapa a la degradación del rumen y pasa intacta al intestino delgado. la harina de sangre, la harina de gluten de maíz, la harina de carne, los Granos de destilería, la alfalfa deshidratada y el Afrecho Seco de Cervecería, son ejemplos de proteína sobrepasante o "bypass".

## **EI GERMEN DE MALTA Y/O RAICILLA**

Son los brotes separados de la cebada germinada en condiciones controladas de temperatura y humedad en el proceso de Malteado y se obtiene por cribado del grano germinado, es un subproducto de color blanco amarillento, se presenta en forma de hilos mezclados con cascarilla de cebada y algo de malta, su olor es aromático y su sabor amargo.

La composición fisicoquímica de la raicilla varía de acuerdo a la variedad de cebada, a la técnica de secado y al método de conservación y almacenamiento. El porcentaje de proteína del subproducto es de un 25% y los niveles de fibra varían entre un 11 y 13 %.

## **LA LEVADURA**

La biomasa conformada por las células de *Saccharomyces Carlsbergensis*, procedentes de la filtración del mosto fermentado, se caracteriza por un alto contenido de proteína, además de su riqueza en aminoácidos esenciales y en vitaminas del complejo B (Hidrosolubles).

## **AGUA DE PRENSA O LICOR DE CERVECERIA**

Después de obtener el Afrecho húmedo, éste se somete a secamiento parcial, mediante el uso de presión, dando lugar a un subproducto o efluente llamado licor de cervecería, agua de prensa, o agua de masa.

El empleo de este subproducto como una alternativa nutricional en la alimentación animal, se convierte en una posibilidad de ahorro, al disminuir la oferta del alimento balanceado principalmente en Cerdos y en algunos casos en ganado de leche; además es una manera práctica de que el efluente no sea visto como una amenaza ecológica al ser vertido a las aguas de arroyos o ríos.

En clima frío el licor se puede almacenar hasta por una semana sin que sufra ninguna alteración; en climas templados o cálidos no se recomiendan su almacenamiento por más de dos días y medio.

## **Usos y aplicaciones de los subproductos de cervecería.**

Los subproductos de cervecería pueden clasificarse para su empleo de acuerdo con el contenido de proteína y de fibra, conceptos de gran importancia económica y nutricional en el desarrollo de una formulación.

Los subproductos de la industria cervecera han sido extensamente estudiados y usados en la alimentación de las diferentes especies animales en Estados Unidos y muchos otros países y fue la Asociación de Cerveceros de Norteamérica los que desde el año de 1968, han impulsado programas de investigación y desarrollo del uso de éstos subproductos en la formulación de raciones para las distintas especies animales. La experiencia Americana ha sido aprovechada en Colombia de tal manera que de acuerdo con la composición nutricional del afrecho de cerveza, el germen de malta y la levadura; se han elaborado dietas completas para Aves, Cerdos y además suplementos alimenticios de mucho éxito en Ganado bovino.

En ganadería tanto de leche como de carne, el afrecho de cervecería se puede utilizar como único suplemento.

### **1. Utilización del Licor de Cervecería.**

El licor de cervecería puede usarse en raciones de cerdos, mezclándola con un balanceado comercial o un núcleo proteico. También existen evidencias del uso del licor de cerveza, como única fuente de alimentación, con un aumento diario por cerdo de 150-174 gramos.

Además en varias regiones del país como la zona de Nariño se administra 3 a 4 Litros de licor de cervecería a vacas de alta producción.

### **2. Los subproductos de cervecería en la alimentación del ganado bovino para la producción de carne y/o leche.**

Son muchos los ejemplos que se podrían citar acerca del uso de los subproductos de cerve-

cería, sin embargo su utilización ha sido enfocada en gran medida al desarrollo de suplementos para raciones de ganado bovino para carne y leche.

Polan et al (1985), realizaron un experimento con terneros para carne y les suministraron como suplemento: Urea, Torta de Soya y Afrecho de Cervecería.

Los resultados mostraron aumentos de 0.630, 0.700 y 0.770 Kg respectivamente y su conversión tuvo valores de 9.09, 8.49 y 7.57. lo cual indica que para ese caso el Afrecho de cervecería se comporto mejor que los tratamientos que contenían Urea y Torta de Soya.

En otro trabajo, Polan et al (1985) con vacas Holstein multíparas en 114+/- 28 días en leche que consumieron dietas con niveles de proteína de 14.5, 16 y 17.5 % y dos diferentes fuentes de la proteína (Torta de Soya y Granos Secos de Cervecería) que: Las vacas que consumieron las dietas con afrecho tuvieron una mayor producción de leche (29.4 Lts) que los animales que consumieron la Torta de soya (26.2 Lts), el consumo de materia seca para el tratamiento con afrecho fue mayor y una característica especial encontrado en el ensayo fue que el afrecho no aumento drásticamente los niveles de nitrógeno ureico en el plasma sanguíneo lo que es bien beneficioso cuando las dietas dependan de pastos y forrajes que posean alta degradación de su proteína como es el caso del Ryegrass o Kikuyo.

A nivel nacional el uso del afrecho de cebada, la cebada de tercera y el germen de malta se realiza a diario ya que sirve como base de formulación de los productos que actualmente la empresa produce; además, el ingreso de nuevas empresas cerveceras permitirá aumentar el volumen de éstos subproductos en el mercado.

En la finca la Meseta en el municipio de San Pedro (Antioquía), se utilizan éstos suplementos en la suplementación de su hato logrando picos de producción de 26.3, 31.8 y 37.0 para los grupos de primera, segunda y tercera o más lactancias; con índices de fertilidad del 80%, Días Abiertos de 109, servicios por concepción de 1.7% y preñez al primer servicio (70.6%) Osorio (1995).

En un experimento realizado en la hacienda San José del Hato en vacas Holstein consumiendo Ensilaje de maíz y dos suplementos que contenían diferentes niveles de degradabilidad en dietas que poseían subproductos de cervecería, se encontró: que el producto que poseía mayor degradabilidad de proteína, incremento los valores de amoniaco ruminal, pasando de 6.78 mg/dl a las 10 a.m. a 10.90 mg/dl a las 4 p.m. lo que favoreció la degradación de la fibra y por lo que se incremento el consumo de materia seca y la producción de leche para los grupos que contenían la dieta de mayor degradabilidad, así también hubo un efecto positivo en la degradabilidad de la materia seca del ensilaje de Maíz en éstas dietas llegando a niveles del 58.9% para la dieta uno y de 50.3% para la dieta dos (Menor degradabilidad) (Londoño et al, 1994).

El incremento de la utilización de afrecho seco de cerveza (29.2% de proteína) mejoro la producción de leche al pico de producción en vacas multíparas que consumían pasto kikuyo en mezcla con pasto Rye grass y trébol blanco, además de ampliar la relación leche suplemento (R.L/S) de 3.57 a 3.91, con los cual los resultados económicos mejoran. El uso del afrecho de cervecería en los suplementos para rumiantes depende de la disponibilidad del subproducto y de las relaciones nutricionales de energía y proteína y su precio relativo frente a sustitutos tales como la soya extruida, harina de pescado y las tortas proteicas.

## PELLET O RAICILLA DE CEBADA

*Efectos del Pellet o raicilla de cebada (Hordeum vulgare) sobre la producción de carne o leche.*

Fernández Mayer, A.E <sup>(1)</sup>

Las malterías obtienen en el proceso de malteado varios subproductos destacándose, entre ellos, el Pellet o raicilla de cebada o brote de malta, como residuo posterior de la germinación del grano de cebada (*Hordeum vulgare*) y la extracción de la malta (Fernández Mayer, 2001).

### El Pellet de cebada (P.C.) está compuesto por:

**a)** Raicillas de cebada: producto de la germinación de los granos en un medio de alta humedad (+60%) durante 7 días a 30°C. Posteriormente, se secan a 4% de humedad por efecto de un flujo de aire caliente a más de 70°C durante unos minutos. Finalmente, se separan las "raicillas" del resto del grano o malta, por medio de unos rodillos especiales.

**b)** Granos partidos o pequeños que han pasado la zaranda de ingreso.

**c)** Impurezas (cáscaras, palitos, etc.).

El resultado de la mezcla de las 3 fracciones recién citadas, y luego del proceso de pelleteado

con vapor y presión, se obtiene como producto final el "Pellet o raicilla de cebada".

De ahí, que de la proporción de granos partidos y enteros y de la de raicillas, propiamente dicha, variarán los contenidos de almidón (energía) y de proteína, respectivamente. A mayor proporción de granos se incrementará el nivel energético del pellets, mientras que a mayor nivel de raicillas lo hará el nivel proteico del mismo (Bolsen et al, 1976).

Este subproducto tiene características nutricionales muy interesantes, tanto para vacas lecheras de buena a alta producción como para la crianza artificial, destete precoz y engorde donde se pretende alcanzar altas ganancias de peso.

La industria en la década del '90 ofrecía 3 calidades distintas de acuerdo a su composición, el pellet tipo A, compuesto por raicillas de cebada y granos partidos y enteros, el tipo B y C, por grano de baja calidad, material extraño y polvo (Tabla 2).

De los tres tipos de pellet, el tipo A reúne las mejores características nutricionales, ade-

**Tabla 2:** Composición química de pellets de raicilla de cebada

	MS	DIVMS	PB	N sol/N total	FDN	FDA	Almidón
Tipo A	91.3	77.7	21.7	27.5	29.1	11.7	29.6
Tipo B	92.8	71.4	7.4	29.4	25.0	15.0	43.6
Tipo C	92.5	74.4	14.2	30.2	25.0	11.5	39.7

**MS:** materia seca. **DIVMS:** digestibilidad in vitro de la MS. **PB:** proteína bruta. **FDA:** fibra detergente neutro **FDA:** fibra detergente ácido  
Fuente Laboratorio de Nutrición EEA INTA Balcarce (1997)

(1) Nutricionista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Bordenave. Buenos Aires.

más de ser el más homogéneo entre partidas. Este tema, la homogeneidad en la calidad, es de suma importancia a la hora de formular una dieta, tanto en bovinos para carne como para leche. Y más cuando se observa que la mayoría de los subproductos de la agroindustria tienen grandes variaciones en las calidades nutricionales entre partidas.

Esta variación está asociada a los cambios que pueden sufrir los componentes químicos de la materia prima –p.ej. grano de cebada- y aquellos que son producto de los procesos de elaboración del producto final, en este caso, la malta para elaboración de cerveza.

En la actualidad, las diferentes malterías que hay en la Argentina han definido como único subproducto en este proceso de malteado, el denominado Pellet o raicilla de cebada (PC), que se caracteriza en tener altos niveles en los principales parámetros nutricionales. Sin embargo, todavía algunas industrias pueden mantener la vieja denominación (Raicilla tipo A, B o C). En este caso, como se dijera más arriba, habría que optar por el tipo A.

En la práctica y después de haber realizado numerosos trabajos de experimentación en sistemas de producción, tanto de carne (destete precoz, recría y engorde) como de tambo (crianza artificial y con vacas lecheras), con este suplemento energético-proteico se puede definir a su comportamiento productivo como uno de los mejores Alimentos Balanceados de origen natural que existe en el mercado.

Para sintetizar esta definición basta con mencionar 3 parámetros nutricionales, solamente, de la Raicilla o Pellet de Cebada “tipo A”: La digestibilidad “in vitro” de la materia seca (DIVMS), la Proteína Bruta (PB) y el nivel del almidón.

**(1)** La DIVMS es similar o superior a la que alcanza cualquier Alimento Balanceado (AB) comercial, es decir, entre 74 al 80%.

**(2)** La PB es sustancialmente superior en el pellet de Cebada que en los alimentos balanceados (AB) comerciales, ya que el rango de variación de la PB en el pellet de Cebada oscila entre un mínimo del 21% a un máximo del 28%. Mientras que los AB comerciales para engorde o novillos tienen entre 12

a 14% PB, los AB para vacas lecheras alcanzan un 16% PB y para terneros de destete precoz (carne) o de crianza artificial (tambo) el AB tiene alrededor del 18-22% PB.

En otras palabras, en el caso de disponer Raicilla o Pellet de Cebada “tipo A” con el menor nivel de PB ( $\pm 21-22\%$ ) sería similar al mejor AB comercial que existe en el mercado. Mientras que los valores medios de PB de estos residuos de Maltería oscilan entre 24 al 26% de PB (Cechetti et al, 1998).

**(3)** El nivel del almidón (energía) de la Raicilla o Pellet de Cebada “tipo A” varía entre el 28 al 35% de la MS total (Tabla 2), dependiendo de la proporción de grano partido y entero de menor tamaño que contenga en su seno. Mientras que en los AB comerciales, considerando aquellos que tienen en su composición una alta proporción de granos de cereal (30-40%), hecho que no es muy común, el nivel de almidón puede alcanzar los 26-28% sobre base seca.

Como dato aclaratorio, en la mayoría de los AB comerciales utilizan en su formulación altas proporciones (40-50% de la MS total) de afrechillo o Pellet de trigo. Este subproducto de los molinos harineros es muy usado en los sistemas de producción de leche y carne donde se alcanzan, normalmente, muy buenos resultados.

La composición química de este suplemento se caracteriza en tener entre 15 al 17% de PB y entre 20-24% de almidón, ambos sobre base seca.

**Los Alimentos Balanceados comerciales están integrados, en su mayoría, por:**

**(1) Afrechillo o Pellet de trigo (AT)** en proporciones que varían del 30 al 40% de la MS seca total del alimento balanceado. Este suplemento le aporta un nivel adecuado de PB ( $\pm 15\%$ ) y de energía (por el almidón).

**(2) Grano de cereal** (maíz, sorgo, cebada, etc.) en porcentajes que oscilan entre el 15 al 25% de la MS total. Su principal función es mejorar el nivel energético del AB. Además, genera un efecto “visual”, adicional, que favorece una mayor aceptación del producto y esto se traduce en una mejora sustancial desde el punto de vista comercial,

especialmente si se usa grano de maíz.

**(3) Fuente proteica:** aportada en la mayoría de los casos por harina de girasol o soja, incluso, urea. La proporción de cualquiera de estos suplementos proteicos dependerá del destino final del AB: si es para animales en crecimiento (destete precoz o crianza artificial) se suele usar harina de soja y en proporciones que varían entre 15 al 25% de la MS total, sin nada de urea. Mientras que si el AB es para engorde (novillos) o vacas lecheras, los suplementos proteicos más usados son la harina de girasol y urea.

A veces por cuestión de precio, se reemplaza la harina de girasol por harina de soja o sojilla. Las proporciones son: urea a razón del 2% de la MS total del AB y de harina de girasol o soja, varía entre el 10 al 20% (Aldrich et al, 1998).

**(4) Suplemento mineral:** compuesto por sales con Oligo (calcio, fósforo, magnesio) y Micro elementos (molibdeno, azufre, etc.). De acuerdo al tipo y categoría de animal que vaya a estar destinado el AB.

En resumen, la proporción final de almidón en estos AB difícilmente supere el 22-24%. El resto de su composición se completa con suplementos proteicos y minerales.

Todo esto indica que el PC sobresalga de la gran mayoría de los subproductos de agroindustria, incluso de los AB comerciales, y lo convierten en un excelente suplemento energético-proteico que permite balancear dietas de animales de altos requerimientos. A continuación se enunciarán una serie de trabajos realizados con este subproducto.

*1º trabajo experimental*

## **Respuesta productiva y económica de una ración a base de pellet de cebada y grano de maíz con terneros de destete precoz**

Fernández Mayer, A.E<sup>(1)</sup> y Chiatellino, D.<sup>(2)</sup>

### **RESUMEN**

El destete precoz (DP) es una técnica que permite separar o destetar al ternero de la madre dentro de los 60 a 90 días de nacido con un peso vivo (p.v.) de alrededor de 60-80 kg hasta los 150/160 kg p.v.. Esta técnica se emplea en regiones donde por efectos de la sequía o cualquier otro acontecimiento climático o ecológico que atenta contra la alimentación de las vacas y su futura vida reproductiva, por ello al separar el ternero de la madre provocan, por un lado una fuerte reducción de los requerimientos de la vaca, y así puede recuperar su estado corporal y por el otro se garantiza una mejor atención del ternero. Normalmente, la alimentación de los terneros consiste en el empleo de Alimentos Balanceados (A.B.) especialmente formulados para esta categoría. Estos concentrados son, normalmente, costosos. De ahí que se diseñó un trabajo que reemplazó el A. B. comercial de D.P. por una ración compuesta por grano de maíz (seco y molido) y Pellets de Cebada que es un subproducto de las Materias, que elaboran malta para cerveza. Este subproducto reúne una excelente calidad, energética y proteica, que garantiza un adecuado concentrado para esta categoría de animales. Durante 10 años (2001-2011), y se continúa, se viene evaluando en el sudoeste de Buenos Aires (Argentina) esta ración. El período en estudio tuvo una duración promedio de 87 días, con un peso inicial de 75 kg y final de 145 kg. p.v. Para ello se usaron en estos 7 ejercicios un promedio anual entre 700 a 800 terneros Angus, obteniéndose una ganancia diaria de peso, media, de 820 gramos. En conclusión: el Pellet o raicilla de cebada es un suplemento muy adecuado para integrar junto al grano de maíz (seco y molido) una ración balanceada para DP, en una proporción del 60:40% respectivamente. Esta ración permitió cubrir los requerimientos de terneros de destete precoz en más del 90%, tanto a

nivel proteico como energético, alcanzando altas ganancias diarias de peso y muy baja mortalidad. Este último punto, la mortalidad, es un tema crítico en esta categoría de animales ya que son muy vulnerables. Mientras que su costo fue un 47% del valor del AB comercial, especial para DP.

### **INTRODUCCIÓN**

El destete precoz (DP) es una técnica que permite separar o destetar al ternero de la madre dentro de los 60 a 90 días de nacido con un peso vivo (p.v.) de alrededor de 60-80 kg. Este tipo de recría se extiende hasta alcanzar aproximadamente los 150/160 kg. p.v., pasando por diferentes etapas de alimentación. La técnica del DP es muy empleada en zonas marginales donde, por problemas de clima y/o suelo, las condiciones son adversas para la producción de forraje fresco y con él, se afecta seriamente la alimentación tanto de la vaca como la de su ternero, ya que se deprime la producción y calidad de la leche materna.

#### **Esta técnica tiene varias ventajas:**

**a)** La madre se beneficia al suprimirse el acto fisiológico de la lactancia al suspenderse el estímulo del ternero (amamantamiento). De esta forma, la vaca recupera el estado corporal y el reciclaje de los celos (efecto reproductivo).

**b)** Al mejorar la fertilidad de los celos se incrementan, significativamente, el porcentaje de parición y destete.

**c)** El ternero recupera un buen estado físico y sanitario general, el cual fue afectado por una insuficiente alimentación (efecto productivo).

---

(1) Nutricionista de INTA Bordenave (Buenos Aires, Argentina) (2) Ing. Agr. y Productor Agropecuario.



Sin embargo, para que esa recuperación ocurra es necesario suministrar al ternero, al menos, en los próximos 90-120 días pos destete una alimentación balanceada apropiada, compuesta por concentrados (energético y proteico) y un forraje fresco (cereales de invierno forrajeros, pasturas mixtas, etc.), ambos de alta calidad.

En la mayoría de los DP que se realizan en la Argentina se suministra, junto al forraje fresco de calidad, un Alimento Balanceado (AB) comercial formulado especialmente para esta categoría de animales. Este AB es rico en proteína bruta (18-22% PB) y con un buen perfil de aminoácidos, alta digestibilidad (76-80%) y moderado nivel fibra (FDN: 22-26%). Teniendo, sin embargo, como uno de sus principales inconvenientes el alto costo el cual oscila, en el mercado argentino, los 300 a 350 u\$/tonelada.

En este trabajo se evaluó una ración compuesta por Pellet de cebada (PC) y grano de maíz (GM) en reemplazo del AB comercial para DP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Lugar:** Establecimiento "La Esperanza" de la Flia Chiatellino en Guaminí (Buenos Aires, Argentina).

**Fechas y duración:** El trabajo se realizó durante 12 años (2001 al 2013). La extensión, en promedio, fue de 85 días/año.

**Animales:** 700 a 800 terneros Aberdeen Angus (británicos)/tropa/año

**Peso inicial:** 75 kg. de peso vivo (promedio de los 10 años)

**Peso final:** 145 kg. de peso vivo (promedio de los 10 años)

**Peso medio:** 110 kg. (promedio de los 10 años)

**Ración (en estudio):** Pellet de cebada + grano de maíz (seco y molido) + suplemento mineral

**Consumo de ración (en estudio):** 2.35 kg. Ración/ternero/día (199.75 kg. Ternero)

**Forraje fresco:** verdeo de avena a voluntad (cereal forrajero invernal)

A los fines de elaborar una ración balanceada se consideraron los requerimientos de un ternero de 110 kg. de peso, que resultó promedio del período de DP (Tabla 3) (Cecava, 1995).

**Tabla 3:** Requerimientos de un ternero (raza británica) de 110 kg. de peso vivo y una ganancia diaria de peso de 900 gramos diarios.

	Consumo total de MS (kg/cab/día)	Consumo de PB (kg/cab/día)	Consumo de EM (Mcal EM/cab/día)	Calcio (gr./cab/día)	Fósforo (gr./cab/día)	Concentración energética (Mcal EM/kg.MS)
Requerimientos	3.60	0.56	8.90	24.00	16.00	2.97

**MS:** materia seca / **DMS:** digestibilidad de la MS / **PB:** proteína bruta / **EM:** energía metabolizable

En la **Tabla 4** se describe la composición nutricional de los ingredientes de la ración en estudio.

Ingredientes	MS%	DMS%	PB%	Calcio (gr./kg MS)	Fósforo (gr./kg MS)	Concentración energética (Mcal EM/kgMS)
Pellets de cebada	87.00	78.00	24.00	5.50	6.50	2.80
Grano de maíz (seco y molido)	88.00	92.00	10.00	3.00	2.90	3.31

**MS:** materia seca / **DMS:** digestibilidad de la MS / **PB:** proteína bruta

## RESULTADOS

En la Tabla 5 se observa que la concentración proteica y energética de la ración en estudio (PC + GM) resultaron muy adecuados a los requerimientos, es más, la ración aportó un mayor nivel energético (+3%) que el demandado (Santini y Dini, 1986). Sin embargo, los requerimientos en calcio y fósforo no fueron cubiertos, especialmente del pri-

mero (-50%), esto indicó la necesidad de adicionarle a la ración un suplemento mineral enriquecido, entre otras cosas, con calcio.

El pellets de cebada aportó el 70.00% y 55% del requerimiento proteico y energético, respectivamente. Mientras que el forraje fresco suministró entre un 15 al 20% de la MS total y un 10 al 15% de la PB requerida por el ternero.

**Tabla 5:** Balance de la dieta

	Proporción de los ingredientes %	Materia Seca (kg/cab/día)	Proteína Bruta (kg/cab/día)	Energía Metabolizable (Mcal EM/cab/día)	Calcio (gr./cab/día)	Fósforo (gr./cab/día)
Requerimientos		3.60	0.62	8.90	24.00	16.00
Pellets de cebada	58.00	1.70	0.43 (70%)	4.78 (54%)	9.59	11.34
Grano de maíz (seco y molido)		1.30	0.13	4.37	0.4	3.83
Aporte de la ración	42.00	3.00	0.56	9.15	10.00	15.17
Balance (requerimientos vs ración)		-0.60 / (-17%)	-0.06 / (-9.6%)	+0.25 / (+3%)	-12.00 / (-50%)	-0.83 / (-5%)

En la Tabla 6 se presenta el Plan de Alimentación llevado a cabo durante el período en que se extendió este trabajo (12 años). Se observa en dicho cuadro que a medida que se incrementaba el peso vivo de los terneros se fue reduciendo la proporción de la ración e incrementando la del forraje fresco.

La ganancia diaria de peso, promedio de los 10 años del trabajo, fue de **820 gramos** diarios por ternero.

Los resultados alcanzados durante el período que se evaluó la ración balanceada fueron excelentes. Estos resultados se demuestran por la alta ganancia de peso promedio (0.820 kg/día) y baja mortandad (1.5%). Además, se debe agregar que el costo de la ración balanceada fue de 170 u\$s/tonelada<sup>(1)</sup>, alrededor del 40% del valor de los AB comerciales para DP. Mientras que el costo por kilo de ternero fue de 0.48 u\$s/kg producido.

**Tabla 6:** Plan de alimentación

Peso vivo (kg/cabeza)	Consumo Materia seca total (kg/cabeza/día)	Proporción de la Ración (kg/cabeza/día y % de la dieta)	Proporción del Forraje fresco (kg/cabeza/día y % de la dieta)
70	1.80	1.60 (90%)	0.20 (10%)
100	3.00	2.40 (80%)	0.60 (20%)
120	3.90	2.95 (75%)	0.95 (25%)
140	4.40	3.10 (70%)	1.30 (30%)
160	4.80	3.15 (66%)	1.65 (34%)

(1) Costos de los insumos empleados en la Ración balanceada: Pellet de Cebada: 150 u\$s/tn y Grano de Maíz: 200 u\$s/tn

## CONCLUSIONES

El Pellet o raicilla de cebada es un suplemento muy adecuado para integrar junto al grano de maíz (seco y molido) una ración balanceada para DP, en una proporción del 60:40% respectivamente. Esta ración permitió cubrir los requerimientos de terneros de destete precoz en más del 90%, tanto a nivel proteico como energético, alcanzando altas ganancias diarias de peso y muy baja mortalidad. Este último

punto, la mortalidad, es un tema crítico en esta categoría de animales ya que son muy vulnerables.

A estos resultados se debe agregar que la ración en estudio resultó un 40% del valor del AB comercial, especial para DP. Con todo esto se puede concluir que el suplemento evaluado (PC) cumplió con todas las expectativas, tanto productivas como económicas.

*II° trabajo experimental*

## **Ensayo de engorde intensivo pastoril y a corral de terneros - machos - Holando argentino**

Fernández Mayer, A,E <sup>(1)</sup> y Sastre, I <sup>(2)</sup>

### **RESUMEN**

El engorde de terneros –machos- de la raza Holando en la República Argentina ocasiona, normalmente, problemas en el manejo en las explotaciones tamberas. Debiendo permanecer estos animales en el campo por períodos superiores a los 3 años de edad recorriendo distintos potreros. A partir de esta realidad se programó este trabajo en el Tambo del Lic. Ivan Sastre durante el invierno 1999 al invierno 2000, con el objetivo de lograr un animal bien terminado en el menor el tiempo posible. Se establecieron dos tratamientos, T1 (a corral), con una proporción de concentrados (grano de avena, maíz y raicilla de cebada): heno de pasturas de 80:20, respectivamente y T2 (pastoril) junto a pastoreos de avenas o pasturas mixtas, como forraje verde, y el agregado de suplementos energéticos (grano de avena o maíz al 1.5% del peso vivo). Las ganancias de peso y duración del engorde buscadas, como objetivo, fueron 1.0 kg/cab./día y 365 días, para el T1 y 0.650 a 0.700 kg/cabeza y 550 días para el T2, respectivamente. Los resultados productivos fueron altamente positivos alcanzando tanto en el sistema a corral como el pastoril una ganancia diaria de peso de 1.242 y 0.856 kg/cab/día, respectivamente. Mientras que, la duración de la invernada fue de 367 y 388 días, respectivamente, casi un tercio de la del sistema tradicional que es estrictamente pastoril. La carga animal y la producción de carne/ha en el T2 fue de 2.8 cab./ha y 824 kg/ha en el T2, respectivamente. Mientras que la eficiencia de conversión fue de 7.07 y 9.81 kg de alimento/kg de ganancia, en el sistema a corral y pastoril, respectivamente.

### **INTRODUCCIÓN**

En este trabajo con novillos Holando se

evaluó el comportamiento productivo y económico del engorde de terneros machos Holando Argentino (Holstein) –castrados- en dos sistemas de producción (Tratamiento 1: A corral y Tratamiento 2: pastoril), buscando reducir significativamente la duración del engorde.

En el sistema pastoril, se fijó como meta la terminación de los animales en alrededor de 550 días (1.5 año –máximo-), con un peso aproximado de 450-480 kg/cabeza y un buen nivel de engrasamiento. Para ello, los animales deberían alcanzar una ganancia diaria de peso (GDP) de aproximadamente 0.650 a 0.700 kg/cabeza.

Estos resultados deberían obtenerse con una carga animal no inferior a 2.2 –2.5 cab./ha. Ajustando la misma con animales volantes, igual peso y raza, de forma tal de alcanzar una producción de 1.5 a 1.7 kg de ganancia de peso/día/ha.

Mientras que para el sistema a corral la meta fue alcanzar ese mismo peso vivo y grado de terminación en 365 días (máximo). Para ello, la ganancia de peso media debería ser superior al 1.0 kg/cab./día.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este trabajo se extendió desde el invierno 1999 al invierno de 2000 en el Establecimiento “La Horqueta” del Lic. Iván Sastre en Cnel Suarez (Bs As).

Los terneros que se utilizaron en este trabajo tuvieron, al inicio, un peso medio de 110± 3.5 kg/cab., salidos de la crianza artificial con una edad media de 4 meses. En todos los casos habían nacido entre febrero y marzo de 1999.

---

(1) *Nutricionista de INTA Bordenave (Buenos Aires, Argentina), (2) Lic. en Economía y Productor Agropecuario.*

En este ensayo se definieron 2 tratamientos, T1: engorde a corral (12 animales) T2: engorde pastoril (100 animales). Los tratamientos se diferenciaron entre sí por el tipo de dieta y el manejo que tuvieron durante el trabajo. En ninguno de los casos, se utilizaron anabólicos ni otro tipo de aditivos.

En la Tabla 7 se describen los análisis químicos de los alimentos utilizados. La fecha de mues-

treo para la Avena –pasto- fue 25/8/99 y para la Pastura, el 12/12/99.

### A) Corral (tratamiento 1)

La dieta estaba conformada por un 80% de concentrados y 20% de heno de pastura. Los concentrados fueron grano de avena o de maíz,

**Tabla 7:** Análisis químicos de los alimentos utilizados (% de MS)

	MS	DMS	PB	CNES	Almidón	FDN	FDA	N sol / N total	EM
Avena – pasto-	34.0	56.9	14.5	9.4	trazas	52.3	30.6	-	2.05
Pastura 2	35.4	57.8	13.4	6.1	trazas	54.1	29.9	-	2.08
Heno de pastura	89.6	58.7	14.3	9.4	trazas	45.1	30.9	-	2.11
Raicilla de cebada	87.2	70.8	23.6	25.9	18.3	35.1	-	31.3	2.55
Grano de maíz	89.0	85.2	8.5	12.0	72.3	10.6	-	-	3.07
Grano de avena	90.1	79.2	9.6	10.2	45.3	15.4	-	-	2.85

#### Referencias:

**MS** (materia seca) **DMS** (digestibilidad de la materia seca) **PB** (proteína bruta), **CNES** (carbohidratos no estructurales) **FDN** (fibra detergente neutro) **FDA** (fibra detergente ácido) **N sol/Ntotal** (nitrógeno soluble sobre nitrógeno total) **EM**: Energía Metabolizable/kg de MS (3.6 x DMS) en Mcal EM/kg MS

como suplementos energéticos, a razón del 2% del p. v. respectivamente, junto con raicilla de cebada –pelleteada- (tipo A) al 0.5% del p.v., como suplemento proteico; mientras que el aporte fibroso fue realizado por heno de pastura (Tabla 8).

La finalidad fue alcanzar una dieta con el 12-13% de proteína bruta, un nivel energético superior a las 2.5 Mcal de EM/kg de MS y un elevado aporte de almidón de los granos (mayor al 50%).

### B) Pastoril (tratamiento 2)

La dieta estuvo conformada por una pastura mixta (alfalfa + cebadilla + pasto ovillo) y un lote de verdeo de invierno (avena), como forraje verde. Y grano de avena o de maíz en una proporción del 1.5% del peso vivo –p.v.-, como suplemento energético (Tabla 8).

La carga animal se ajustó utilizando animales volantes, del mismo peso y raza, de acuerdo a la producción del forraje verde disponible, resultando finalmente una carga de 2.8 animales/hectárea.

La superficie adjudicada en total fue de 36 has (pastura 29 has + avena –pasto- 7 has). Mientras que el tiempo de pastoreo fue de 3 meses (avena) y 9.9 meses (pastura). Se consideró el total de la superficie (36 has) sin prorratear por el tiempo de uso, intentando compensar las hectáreas que se requieren como superficie rotable ( $\pm$  20%).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración del trabajo se extendió 367 días (del 20/7/99 al 21/7/00) para el T1 y 388 días (del 20/7/99 al 11/8/00) para el T2. En ambos casos, se cumplió holgadamente con lo establecido en los ob-

jetivos prefijados en cuanto a la duración del engorde.

La proporción y el período de los concentrados usados en ambos tratamientos se describen en la Tabla 8.

La concentración energética y proteica de los alimentos consumidos por los animales a corral (T1) fue 2.76 Mcal de EM/ kg MS y 11.5% PB/kg MS, respectivamente. En tanto para los animales bajo pastoreo (T2) debido a la gran variabilidad en la ca-

**Tabla 8:** Proporción del PV de suplementos energético y proteico usados por T<sup>1</sup> y T<sup>2</sup> (%)

Suplementos	Período	T <sup>1</sup> a Corral	T <sup>2</sup> Pastoril
Grano de Avena	20/7/99 al 27/4/00	2.0	1.5
Grano de maíz	28/4/00 hasta final	2.0	1.5
Raicilla de cebada	20/7/99 al 21/7/00	0.5	0.0

lidad del forraje verde a lo largo del año, causa del comportamiento errático de las ganancias de peso, hemos determinado un valor energético y proteico medio de la dieta (concentrado + forraje verde) de 2.47 Mcal EM/ kg MS y 11.5% PB/ kg MS, respectivamente (Hoover and Stokes, 1991).

En la Tabla 9 se describe la eficiencia de conversión alcanzada en este trabajo. Los valores obtenidos se consideran adecuados para un sistema de engorde, tanto a corral como el pastoril, donde los animales fueron terminados con un peso adulto considerable (561.2 y 445.6 kg/cab, respectivamente).

**Tabla 9:** Eficiencia de conversión del trabajo

Tratamientos	Consumo medio <sup>1</sup> (kg./cab./día)	Ganancia diaria de peso - GDP - (kg./cab.)	Eficiencia de conversión (kg. alimento:kg GDP)
A corral	9.6 kg.	1.242 kg.	7.73 kg: 1 kg. GDP
Pastoril	8.00 kg.	0.856 kg.	9.34 kg:1 kg. GDP

(1) Los mayores consumos del T1 provienen del mayor peso medio obtenido (333kg p.v./cab) respecto al T2 (275 kg p.v/cab), asumiendo un consumo del 2.9% del p.v, similar para ambos casos.

Varios autores, empleando dietas con alta proporción de concentrados (80%) y 12.8% de PB / kg de MS obtuvieron una eficiencia de conversión y consumos similares a este trabajo.

En la Tabla 10 se describe la evolución de los pesos vivos y las ganancias de peso obtenidos en ambos tratamientos.

**Tabla 10:** Evolución de los PV (kg/cab.) y las ganancias diarias de peso (kg./cab./día)

	20/7/99	20/8	20/9	20/10	19/11	20/12	25/1/00	23/2	25/3	26/4	30/5	22/6	21/7	11/8	Media
T1	106.6	143.0	174.7	214.5	248.5	284.4	333.7	373.0	406.6	439.7	488.0	531.4	561.2		1.242 ± 0.237
T2	113.6	145.5	183.1	229.2	251.8	285.6	319.2	346.2	359.8	392.2	410.7	432.1	438.3	445.6	0.856 ± 0.367
		1.032	1.230	1.536	0.755	1.088	0.935	0.931	0.399	1.117	0.544	0.927	0.215	0.348	
					*			*		*		*	*		

En el engorde a corral (T1), las ganancias obtenidas (1.242 kg/cab/día) superaron, holgadamente, la meta fijada al inicio de este trabajo. Algo similar ocurrió con el engorde pastoril (T2), (0.856 kg/cab./día) aunque en este caso, se observa una mayor variación a lo largo del año (\*), especialmente a la salida del verano (marzo), en pleno otoño (mayo) y a la salida del 2° invierno (julio-agosto).

El comportamiento observado en el T2 se explica por la fuerte variación en la cantidad y calidad del forraje verde, agudizado aún más, por sequías momentáneas. Mientras que las ganancias diarias obtenidas en el T1, si bien son explicadas por el nivel energético consumido, no muestran el potencial que este biotipo puede alcanzar, pues existe información de otros trabajos en su mayoría de origen extranjero, donde los índices productivos son aún mayores a los alcanzados en este ensayo.

No obstante, en ambos casos estamos en presencia de una muy buena respuesta en producción de carne, consistentes con varios trabajos donde han usado animales de biotipo grande y dietas similares a éste,  $\pm 2.80$  Mcal EM/kg MS y 11.5 - 12% de PB/kg de MS (Zinn, 1988). Este biotipo grande (Holando Argentino) debido a su mayor tamaño adulto, tienen demandas energéticas superiores a la raza británica (biotipo chico) (Santos et al, 1997).

Por ello, bajo un sistema estrictamente pastoril, como es el engorde tradicional que tienen estos animales en la República Argentina, la tasa de engrasamiento es normalmente muy baja, requiriendo para engrasarse (terminación) un mayor tiempo.

La raza Holando Argentino, además de tener una menor tasa de engrasamiento que la raza británica, el sitio de acumulación de la misma, también, es diferencial. Mientras la raza británica deposita, finalmente, la grasa en la zona dorsal del animal (terminación), la raza Holando dirige su engrasamiento en depósitos abdominales (pélvica, riñonada y capadura). En realidad están deponiendo grasa (cara) pero en otro lugar (Mezadra, comunicación personal).

La carga animal instantánea ponderada en el Tratamiento 2 (pastoril) fue de 2.80 cab/ha (782.88 kg /ha); superando lo fijado en los objetivos de este trabajo (2.2 a 2.5 cab/ha). Algo similar ocurrió

con la ganancia diaria ajustada a la unidad de superficie, que alcanzó los 2.40 kg de carne/ha/día. Este parámetro expresado de otra forma nos indica que la producción de carne por hectárea llegó a los 824 kg.

## CONCLUSIONES

La tasa de crecimiento fue, tanto en el sistema a corral como pastoril, muy elevada (1.242 kg/cab/día y 0.856 respectivamente). Arrojando una producción de carne/ha muy alta (> 820 kg/ha en el T2) y una eficiencia de conversión, también, muy adecuada (7.73 y 9.34 kg de alimento/kg de ganancia, en el sistema a corral y pastoril, respectivamente).

Asimismo, la duración de la invernada, también, se redujo casi a un tercio del sistema tradicional de engorde (estrictamente pastoril) para este tipo de animales (1 vs 3 años, respectivamente).

## SUBPRODUCTOS DEL GRANO DE MAÍZ

### AFRECHILLO DE MAÍZ

El **afrechillo de maíz** (AM) está formado por una mezcla de afrecho de maíz, germen de maíz y parte del almidón del grano, lo que le confiere un suple-

mento de alto valor energético con un nivel de grasa no inferior al 4% (Tabla 11).

*Tabla 11: Composición química del afrechillo de maíz (%)*

Parámetros	Composición porcentual
Humedad	13.5
Cenizas	2.7
Proteína bruta	10.3
Fibra bruta	6.40
Grasa	8.3
Calcio	0.04
Fósforo	0.32

### CORN GLUTEN FEED

El Corn Gluten Feed de maíz (CGF) es un producto derivado de la molienda húmeda del grano de maíz (GM), utilizado en dietas de animales de alta producción de carne y leche. Este trabajo describe la estructura, tipo de almidón, los procesamientos y las interacciones del CGF con la dieta base, y hace referencia al efecto sobre la fermentación ruminal y el aporte de nutrientes en los distintos sitios de digestión. Se considera también el valor energético del CGF en relación al grano de maíz.

El gluten feed de maíz (CGF) es un producto derivado de la molienda húmeda del GM, proceso industrial destinado a producir, entre otros, jarabe de alto contenido de fructosa para uso humano.

El CGF es un ingrediente que combina muy bien en mezclas destinadas a lograr altas producciones de carne y leche, debido a que el contenido de almidón puede disminuirse en esas dietas.

Cuando el CGF sustituye a importantes cantidades de grano de maíz, la acidosis ruminal, la disminución del consumo y la diarrea disminuyen mientras que el proceso de rumia y la producción aumentan.

#### **Composición química y nutricional del Corn Gluten Feed**

El CGF es relativamente alto en proteína (20 a 25%) moderadamente alto en fibra (12 a 16% de FDA=Fibra Detergente Ácido) y moderado en energía. Con respecto al GM es bajo en almidón, ya que la mayoría del mismo fue convertido, mediante procesos enzimáticos durante su industrialización.

Se presenta en el mercado como una harina gruesa (seca o húmeda) o en pellets. Los pellets tienen la ventaja de su facilidad de manejo y transporte, además de su aptitud para mezclado en



mixer. Su contenido de fósforo es alto, no así los de sodio y potasio (Tabla 12).

Su presentación húmeda posee color amarillento claro, con sabor dulzón a cereales tostados y ligero olor a maíz fermentado, por lo que es muy bien aceptado por la hacienda, en general con un corto período de adaptación (2 a 3 días).

Para comprender la composición y propiedades nutricionales de este subproducto y manejarlo más eficientemente es necesario analizar el proceso de molienda húmeda del maíz.

El grano de maíz está formado por una cubierta (pericarpio) que recubre a la semilla propiamente dicha (testa, endosperma y germen). Las envolturas (importantes para la elaboración del gluten feed) representan alrededor del 9 % del peso del grano.

La molienda del grano de maíz puede hacerse por vía húmeda o seca; la vía seca da como resultado harinas, féculas y maíz pisado para alimentación humana y como subproductos: afrecho y germen.

La molienda húmeda es la más utilizada y conduce a la obtención de almidón, aceite y varios

**Tabla 12:** Composición media del Gluten Feed Húmedo (Base Materia Seca)

Materia Seca %	45
Energía Metabolizable (Mcal/kg MS)	3,00
Energía Neta de Mantenimiento (Mcal/kg MS)	2,1
Energía Neta de Ganancia (Mcal/kg MS)	1,48
Energía Neta de Lactación (Mcal/kg MS)	2,07
TND %	85
Proteína Bruta %	20-25
Proteína Degradable en el Rumen (PDR%)	65
Proteína No Degradable en el Rumen (PNDR%)	35
Digestibilidad de la PB	81,7
Valor Proteína bypass (relación soja)	0,8
Extracto Etéreo %	2,40
Fibra Cruda %	8,70
Fibra Detergente Neutro %	42
Fibra detergente Ácido %	14
Cenizas %	7,2
Calcio %	0,1
Magnesio %	0,4
Fósforo %	0,83
Potasio %	1,5
Sodio %	0,07
Cloro	0,22
Azufre %	0,3
Cobalto ppm.	0,15
Cobre ppm.	8,00
Yodo ppm.	0,07
Hierro ppm.	140
Manganeso ppm.	26
Zinc ppm.	66
Provit. A (100 UI/kg)	3,30
Vit. E ppm.	15
pH	2,9-3,6

subproductos (entre ellos CGF). El grano de maíz una vez reblandecido en grandes tanques que contienen agua caliente ligeramente acidificada (tanques de maceración), es sometido a una primera molienda grosera. Los gérmenes (embrión de la semilla), por su contenido en aceite, flotan, de allí son extraídos, desengrasados (aceite de maíz) y desecados. El residuo, una vez separados los gérmenes, se vuelve a moler y al pasar por unos tamices son separadas dos fracciones: materiales fibrosos (cubierta del grano) y una mezcla de gluten (sustancias nitrogenadas del endosperma) y almidón (contenido del endosperma) los que son separados mediante centrifugación (separación del almidón).

Al residuo voluminoso, formado por las cubiertas del grano una vez mezclado con germen desengrasado, se le añade líquido proveniente de la maceración y una cantidad de gluten suficiente para obtener dos productos que difieren en su contenido de Proteína Bruta:

**1. Corn gluten feed** (PB: 20-25%), compuesto por parte del grano de maíz entero que queda luego de haber sido extraído la mayor parte del almidón, del gluten y del germen durante el proceso de molienda húmeda, pudiendo o no contener extractivos de la fermentación y harina de germen de maíz.

**2. Harina de gluten o gluten meal** (PB: 40 al 60%), utilizado frecuentemente en balanceados para mascotas, debido a su alto costo limita su uso en nutrición de rumiantes.

## *PROPIEDADES DEL GLUTEN FEED COMO FUENTE DE ENERGÍA*

### **Características del Almidón del Corn Gluten Feed**

No todos los almidones son iguales y se comportan de forma diferente afectando la digestión y la producción animal. Una parte del almidón de los cereales y sus subproductos (grano de maíz y gluten feed en el caso que nos ocupa) una vez ingerido por el animal, se solubiliza en un muy corto tiempo (almidón soluble), otra fracción del almidón es atacada por las enzimas de las bacterias del rumen y así digerida o degradada (almi-

dón degradable en rumen) en un tiempo variable (aproximadamente 12 hs para GM y 6 horas para CGF), por último hay una tercera fracción que pasa al intestino delgado sin sufrir modificaciones en el rumen y que se denomina fracción no degradable en rumen o almidón bypass.

La existencia de estas tres fracciones hace que la dinámica del proceso de digestión varíe de acuerdo a:

- La cantidad de almidón que el animal ingiera (consumo),
- La proporción de cada una de las fracciones,
- La velocidad con que es digerida cada una de ellas.

Para que la fermentación en el rumen se optimice debe existir "armonía" entre estas fracciones y otras de otros nutrientes del alimento (ej. con las fracciones de la proteína, tipo y cantidad de fibra, cantidad de grasa en la dieta, etc.).

**1.** La concentración de almidón del CGF es sensiblemente menor a la del grano de maíz. Esto es lógico ya que el proceso industrial estaba destinado a extraer todo el almidón posible para la producción de jarabes de fructosa, etc.

**2.** A pesar de la pérdida de ese almidón, la energía del CGF (3,00 Mcal/kg MS) se mantiene alta y cercana a la del maíz (3,42 Mcal EM/kg MS). La explicación a esta incógnita la encontraremos al referirnos a las especiales características de la fibra del gluten feed.

**3.** La fracción soluble y degradable en rumen (195 g/kg MS) representan el 87% del total del almidón, quedando una pequeña fracción de almidón bypass (30 g/kg MS).

### **Características de la fibra del Corn Gluten Feed**

Hay dos temas importantes a tratar con relación a la fibra. Uno de ellos está relacionado con las propiedades nutritivas y la otra con las propiedades físicas de la fibra y su relación con el tiempo de masticación/rumia. Con frecuencia, las fibras de diferentes orígenes son bastante diferentes desde el punto de vista nutritivo (Tabla 13).

**Tabla 13:** Coeficientes de Digestibilidad (bovino) de la fibra bruta del afrechillo de trigo, fibra del grano de maíz y fibra del gluten feed de maíz.

Producto	Nombre del N.R.C.	Coefficiente de digestibilidad de la fibra (%)
Afrechillo de trigo	Trigo, salvado y seco	36
Grano de maíz	Maíz, grano	30
Gluten feed	Maíz, gluten con salvado, Húmedo y deshidratado	78

Es probable que los procesos en que intervienen en el remojado (humedecimiento) mejoren la digestibilidad de la fibra. La digestibilidad de la fibra del grano de maíz es del 30%, pero la del gluten feed, varía del 72 al 92%, siendo en término medio, del 80%.

La fibra de las semillas no sometidas a proceso alguno, que en su estado natural constituye la envoltura externa, es relativamente resistente al ataque bacteriano. Esta resistencia parece ser debida a la lignina, suberina u otras cubiertas que la protege de la acción atmosférica. En la molienda o en los procesos húmedos de tales semillas, parte de estas envolturas modifican su estructura con lo que se facilita su ataque por la microflora del sistema digestivo.

La propiedad de la fibra de estimular la rumia y en consecuencia la cantidad de saliva que llega al rumen adquiere especial importancia cuando la dieta está formada con una proporción alta de concentrados, con descenso del pH y peligro de acidosis ruminal.

El Dr Mertens y Ely del US Dairy Forage Center de Madison USA (1997) considerando los niveles de Fibra Físicamente Efectiva (FeFDN) del Gluten Feed que produciría el estímulo de rumia/masticación/insalivación tendría una duración de aproximadamente 27 minutos de masticación/kg MS. Para que el lector pueda hacer una comparación práctica, un rollo de pradera base gramíneas ofrece de 60 a 70 minutos de masticación/kg MS. Esto quiere decir que a pesar de que el efecto físico de estimulación de la rumia/masticación resulta bajo, debe tenerse en cuenta ya que es un efecto aditivo, es decir se suma al efecto de los demás componentes de la dieta capaces de estimular este proceso.

### **El Gluten Feed como aporte de energía y características de la proteína.**

La solubilidad de las proteínas en el licor ruminal juega un rol mayor. Para ciertos alimentos existe una buena correlación entre solubilidad y degradabilidad, pero para otros, notablemente para los granos y sus subproductos se encuentran diferencias de significación. Las proteínas que contiene el grano de maíz son en su gran mayoría, prolaminas (zeína) y glutelinas las que son más resistentes a la desaminación por la microflora (52 % de proteína bypass, INRA 1988).

Existe una cantidad de procedimientos (en general temperatura y agentes químicos) que hacen variar las propiedades originales de la proteína haciéndola más o menos soluble y hasta indegradable, hechos estos de tremenda importancia en la elección y uso de los ingredientes para alimentación animal. La proteína del grano de maíz, que se degrada en un casi 50% en el rumen, es alterada en esta característica durante el proceso industrial. Así la proteína resultante tiene un mayor contenido de proteína degradable (70 -78%), con un 22% a 30% de bypass.

La proteína digerida en rumen pierde totalmente su identidad ya que es transformada en Ácidos Grasos Volátiles (AGV), CO<sub>2</sub> y amoníaco. Este último es utilizado en su mayor parte para la formación de proteína bacteriana de alto valor biológico, la que a su vez será digerida por el rumiante. La proteína pasante del gluten feed es de bajo valor biológico por ser particularmente pobre en lisina, pero su contenido en meteonina es alto y comparable en este último aspecto a la harina de pescado.

De acuerdo a lo enunciado, se puede de-

cir que en general la proteína del gluten feed se va a degradar en el rumen en sus dos terceras partes y que la proteína pasante constituye una pequeña fracción deficiente en lisina, elementos estos a tener en cuenta cuando el gluten feed constituya un ingrediente de inclusión mayor en la dieta y esté destinado a lograr altas producciones de carne o leche.

### **Manejo, almacenaje y características físicas del Gluten Feed**

Debido a sus altos contenidos de agua, es conveniente no almacenarlo por periodos mayores de 12 días a efectos de no perder sus características organolépticas y alterar su valor nutritivo.

En caso de ser necesario se puede ensilar el CGF, utilizando el procedimiento propio para estos casos, es decir, evitar el contacto con el aire, utilizar bolsas plásticas para su conservación y compactar lo mejor posible la masa ensilada. El uso de ingredientes húmedos como en este caso, hace necesario el control periódico del contenido de humedad de las distintas partidas en el momento de su recepción. Cuando su uso será dentro de los 7 a 10 días de recibido es deseable descargarlo en piso de cemento o piso compactado, bajo tinglado o cubriéndolo con nylon. Las instalaciones para silaje tradicional son perfectamente utilizables.

Las herramientas adecuadas para el manejo de este producto son, a nivel establecimiento, la pala frontal y el carro granero, resultando ideal la utilización de un mixer a los efectos de lograr un adecuado mezclado con los otros macro y microingredientes.

El **gluten feed seco** se presenta en el mercado, en forma de harina generalmente gruesa o pelleteado. Los pellets de alrededor de 6 mm son más fáciles de manipular y transportar y se mezclan bien cuando forman parte de dietas compuestas. Se almacena bien en silos o depósitos impermeables y admite el uso de sinfines y palas cargadoras.

### **Proporción en la dieta y límites del Gluten Feed**

En mezclas para rumiantes (bovinos de carne y de leche), el gluten feed es bien aceptado

luego de un corto período de acostumbramiento (2 a 3 días), no así si se lo utiliza como alimento único. Niveles superiores al 30% pueden ser usados en dietas para bovinos de carne y leche, aunque normalmente no se excede del 25% del consumo de MS, salvo que su costo sea muy bajo con respecto al grano de maíz. La cantidad máxima para vacas en lactancia está establecida en 6 a 9 kg. de CGF base seca/vaca/día.

Si se utiliza como suplemento energético para novillos de invernada sobre forrajes, el gluten feed de maíz se comporta tan bien como el grano de maíz, pudiéndose lograr ganancias de peso similares y la misma eficiencia de conversión. Su contenido en proteína pasante (20%) es inferior a la de la harina de soja (35%), por lo que su inclusión en altas proporciones para terneros puede afectar su performance.

### **CONCLUSIONES**

En términos de energía el CGF posee el 88% de la energía del grano de maíz, por lo que el valor de sustitución podrá estimarse en 113 kg de CGF por cada 100 kg de grano de maíz, ambos en base 100% de materia seca.

Es relativamente alto en proteína (equivale aproximadamente al 50% del contenido de proteína bruta de la harina de soja) potencialmente degradable en el rumen (70-78%), por ello en dietas con elevado contenido de CGF destinadas a animales de alta producción debe balancearse con especial cuidado la proteína no degradable en rumen o bypass, los requerimientos de ciertos aminoácidos (especialmente lisina en este caso) y el tenor de hidratos de carbono solubles con relación a la proteína degradable.

## CORN GLUTEN MEAL

Como recién se anticipara, otro subproducto de la industria del maíz es el Corn Gluten Meal (CGM), y quizás, el más importante luego de la extracción del almidón y del germen del maíz. Tiene un nivel proteico muy variable (40 al 60% sobre base seca) y es considerado, entre los suplementos proteicos de origen vegetal, como una excelente fuente de proteína -by pass- (>78%) al rumen (Tabla 14).

La baja degradabilidad ruminal de su proteína permite que el intestino delgado sea su

principal sitio de digestión (Harris, 1992). En cuanto al perfil de AA, se destaca un adecuado contenido de AA azufrados, como la meteonina (5.5 gr./kg de PB), aunque la proporción de lisina (3.8% gr./kg PB) y treonina (7.5 gr./kg PB) es relativamente baja para animales de alta performance. Además de su alto contenido proteico y energético, el CGM es rico en ácido linoleico (18:2) y en xantofila.

**Tabla 14:** Perfil de AA (%) requerido para vacas lecheras de alta producción, por las bacterias ruminales y los aportados por distintos suplementos.

Items	Argin	Hist	Isole	Leus	Lisi	Meteo	Fenil	Treo	Trip.	Val.
Leche	7.2	5.5	11.4	19.5	16.0	5.5	10.0	8.9	3.0	13.0
Bacterias	10.4	4.2	11.4	15.9	16.6	5.0	10.1	11.3	2.7	12.3
Heno maíz	8.9	5.3	11.0	18.9	10.3 <sup>(-)</sup>	3.8 <sup>(-)</sup>	13.5	10.3 <sup>(+)</sup>	3.3	14.7
Silaje maíz	6.4	5.5	10.3	27.8	7.5 <sup>(-)</sup>	4.8 <sup>(-)</sup>	12.0	10.3 <sup>(+)</sup>	1.4	14.1
Cebada -grano-	12.8	5.9	9.6	18.4	9.6 <sup>(-)</sup>	4.5 <sup>(-)</sup>	13.3	9.1 <sup>(+)</sup>	3.1	13.6
Maíz -grano-	10.8	7.0	8.2	29.1	7.0 <sup>(-)</sup>	5.0 <sup>(+-)</sup>	11.3	8.4 <sup>(+-)</sup>	1.7	11.5
Semilla de algodón	25.4	6.0	7.7	13.9	9.6 <sup>(-)</sup>	3.8 <sup>(-)</sup>	12.2	7.7 <sup>(-)</sup>	2.9	13.4
Sorgo -grano-	9.4	5.8	9.4	30.8	5.6 <sup>(-)</sup>	4.3 <sup>(-)</sup>	12.6	8.0 <sup>(+-)</sup>	2.2	12.1
Corn Gluten meal	6.4	4.7	9.3	36.4	3.8 <sup>(-)</sup>	5.5 <sup>(+)</sup>	13.8	7.5 <sup>(-)</sup>	1.5	10.7
H. Canola o Colza	14.0	6.7	9.3	16.9	13.1 <sup>(-)</sup>	4.8 <sup>(-)</sup>	8.5	10.5 <sup>(+)</sup>	3.0	12.4
H.carne y hueso	20.5	5.5	7.8	16.2	14.2 <sup>(-)</sup>	3.6 <sup>(-)</sup>	9.2	9.0 <sup>(+)</sup>	1.8	11.3
Harina de pluma	14.7	1.1	10.0	29.3	3.9 <sup>(-)</sup>	2.1 <sup>(-)</sup>	10.0	10.5 <sup>(+)</sup>	1.5	10.8
Harina de pescado	13.1	5.7	9.3	16.5	17.0 <sup>(+)</sup>	6.3 <sup>(+)</sup>	8.8	9.5 <sup>(+)</sup>	2.8	11.3
Harina sangre	7.6	11.2	2.1	21.8	15.7 <sup>(+-)</sup>	2.1 <sup>(-)</sup>	12.3	8.1 <sup>(+-)</sup>	2.7	15.4
Harina de soja	16.3	6.6	9.7	18.9	8.0 <sup>(-)</sup>	4.6 <sup>(-)</sup>	11.0	8.6 <sup>(-)</sup>	3.0	11.8

**Fuente:** Schwarb. Nutrición de aminoácidos para una alta performance de rumiantes. Rhone-Puolenc. Simposio de Nutrición y salud animal (1997).

**Argin:** arginina **Hist:** histidina **Isole:** isoleusina **Leus:** leusina **Lisi:** lisina **Meteo:** meteonina **Fenil:** fenilalanina **Treo:** treonina **Trip:** triptofano **Val:** valina

## SUBPRODUCTOS DEL GRANO DE TRIGO

A través de la molienda seca de los cereales se extrae la cáscara (tegumentos externos) de los granos y se expone el endosperma, rico en almidón, para la obtención de harinas. En tanto, la molienda húmeda se utiliza para lograr productos tales como almidón, azúcar, jarabe o aceite para el consumo humano a partir del maíz y en menor proporción del sorgo.

De ambos procesos se obtienen distintos subproductos muy usados en la alimentación de rumiantes, como los afrechillos de trigo, arroz y maíz, gluten feed, rabacillo de avena, etc.

## AFRECHILLO DE TRIGO

Todos los afrechillos están compuestos básicamente por el pericarpio del grano, luego de la extracción del almidón - harina -, aunque siempre algo de este compuesto suele permanecer en el afrechillo. De ahí, que la calidad energética de éstos dependerá del grado de tecnología aplicada en el proceso de obtención de las harinas, a medida que la extracción es más eficiente menor contenido en almidón tendrá el afrechillo y por ende, de energía.

Los subproductos de la molienda del trigo se clasifican sobre la base del contenido decreciente de fibra como afrecho, afrechillo y subproductos de molienda "mill run", compuesto por una mezcla de ambos.

El afrecho de trigo es una mezcla de la

cubierta externa gruesa del grano de trigo, harina y algunas semillas de malezas finamente molidas. El aspecto del afrecho es el de un material marrón laminado. Mientras que, el afrechillo de trigo representa la capa externa del grano que se encuentra por debajo de la cubierta externa (aleurona), el endosperma y algunas partículas de afrecho. En general, los afrechos y afrechillos de trigo tienen un porcentaje proteico que varía entre los 14 al 17%, niveles medios de energía (2.2 a 2.6 Mcal EM/kg de MS), y un contenido en fibra bruta que alcanza los 18 al 20%.

El nivel en vitaminas hidrosolubles suele ser alto (excepto niacina), al igual que en minerales como fósforo, magnesio y manganeso. Sin embargo, como la mayoría de los granos, contiene niveles bajos en calcio (Tabla 15).

**Tabla 15:** Composición química del afrechillo de trigo.

	Composición porcentual (%)
Materia seca	87.0
Proteína bruta	14.0-16.0
FDN	41.0
Grasa	4.6
Cenizas	5.2
Almidón	16.0-22.0
Digest.in vitro de MS	75.0
Energ. Metabolizable (Mcal EM/kg MS)	2.2-2.6
Calcio	0.27
Fósforo	1.03

**Fuente:** Lalman (1996)

El afrechillo de trigo es uno de los suplementos más usados en la Argentina en los planteos de leche y carne, especialmente por sus características nutricionales y su precio accesible. Su uso está difundido durante todo el año, aunque en otoño-invierno y con vacas lecheras de alta producción o con

animales para carne donde se busca altas ganancias de peso y engrasamiento, es recomendable mejorar el nivel energético del mismo con la adición de algún otro suplemento con mayor contenido en almidón –grano de maíz, cebada, sorgo, etc.-.

### *III° trabajo experimental*

## **Terminación de terneros a los quince meses de edad sobre verdeos de invierno**

*Ferrarotti, A.C.<sup>(1)</sup>, Carrascal, M.<sup>(2)</sup> y Fernández Mayer, A.E.<sup>(1)</sup>*

En la actualidad, la eficiencia en el uso de los recursos es una de las pocas herramientas con que cuenta el productor para ser competitivo. La suplementación, que corrija el desbalance dietario de una ración o permita el aumento de carga, es uno de los componentes de la función productiva y por lo tanto, con una relación de precios favorables, puede ayudarnos a mejorar la eficiencia del proceso de cría e invernada.

En nuestra área, la inclusión de verdeos invernales en la cadena forrajera permite corregir el déficit forrajero invernal y así lograr altas producciones de carne por hectárea. Sin embargo, durante la utilización del verdeo se pueden registrar bajas ganancias de peso debido al desbalance energético-proteico del pasto, que se manifiesta principalmente en otoño e invierno, en especial, cuando el forraje está en la fase fenológica de pasto (escala Zadoks Z 1.1 a Z 2.3) (Zadoks, 1974 y FAO 2010).

En este ambiente –días que se acortan y bajas temperaturas- el forraje presenta un bajo contenido en materia seca, alta proporción de proteína soluble (PBS) y bajo contenido de azúcares o carbohidratos no estructurales solubles (CNES). Los componentes nutricionales de este pasto se degradan rápidamente en rumen, generando un desbalance marcado entre la fracción energética y la proteica

en el organismo del animal, impactando negativamente en la producción, en especial, de carne.

### **Los objetivos de este trabajo fueron:**

**a)** Demostrar que es posible terminar novillos –14 a 16 meses de edad con 300-320 kg. de p.v.- en un sistema pastoril, utilizando como forraje fresco un verdeo de invierno (avena, en este caso) con suplementación energética.

**b)** Conocer la respuesta a dos niveles de suplementación energética, aportado por el afrechillo de trigo y grano de sorgo, en términos de producción de carne por animal y por hectárea.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En ensayo se realizó en el campo experimental de la EEA INTA Bordenave, Buenos Aires, Argentina durante 194 días (22/5 al 13/12/98).

Con el objeto de asegurar la disponibilidad y el contenido proteico del recurso forrajero en niveles no limitantes, se utilizaron cultivares de avena con diferentes perfiles de crecimiento y dos épocas de siembra. Así, de la superficie destinada

*(1) Técnicos de INTA Bordenave (2) Becaria de INTA Bordenave*

al ensayo (15 has), el 10 de marzo se sembraron 5.5 has de avena cultivar (cv) Máxima, 5.5 has con el cv Millauquén y el 5 de mayo, 4 has con el cv Boyero.

El primer y último cultivar son de rápido crecimiento inicial, mientras que el cv Millauquén tiene menor tasa de crecimiento (ciclo largo), pero mantiene el estado vegetativo-encañado hasta principios de primavera. El proceso de implantación del verdeo fue convencional. Se usó una pasada de cincel, como primera labor, a fin de contribuir a la rotura del piso de arado, dos rastras de disco excéntrico y la siembra.

El sistema de pastoreo fue rotativo con cambios diarios; la superficie variable de la parcela aseguró una disponibilidad inicial y final de 4.0 kg MS cada 100 kg peso vivo (PV). El consumo de avena se determinó midiendo cada siete días la disponibilidad previa al pastoreo y el rastrojo post-pastoreo de la parcela correspondiente. El contenido de PB, MS y FDN se determinó con frecuencia variable, tanto en el forraje asignado como en el rastrojo.

Se emplearon 47 novillitos A. Angus y F1 (Angus x Hereford) de aproximadamente ocho meses de edad y 146 kg de PV. Estos animales provenían de un destete anticipado sobre pasto llorón con suplementación proteica –harina de girasol-. Como fuente de suplementación energética se uti-

lizó grano de sorgo (seco y molido) y afrechillo de trigo. El nivel de almidón en ambos suplementos fue 70 y 24% (base MS), respectivamente.

Hubo 2 tratamientos de acuerdo al nivel de suplementación energética:

- Tratamiento 1 (T1): 24 terneros suplementados con 0.5% p.v. de grano de sorgo, seco y molido y el 1% p.v. de afrechillo de trigo.
- Tratamiento 2 (T2): 23 animales suplementados al 0.5% del p.v. con grano de sorgo y 1.5% del p.v. con afrechillo de trigo.

La evolución del peso se registró con pesadas quincenales sin desbaste.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales ingresaron al ensayo a fines de mayo (22/5/98) con un peso promedio de 146 kg PV para los dos tratamientos y salieron el 3/12/98 con 305 y 315 kg PV para T1 y T2, respectivamente, terminados como consumo liviano especial.

En la Tabla 16, se resumen los datos generales del ensayo.

**Tabla 16:** Datos comparativos entre tratamientos

	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Peso medio inicial (kg/cabeza)	146.4	146.3
Peso medio final (kg/cabeza)	305.1	313.6
Superficie avena utilizada (has)	8.1	7.4
Ganancia Diaria de Peso (gr/día/cab.)	818.0	863.0
Ganancia Diaria Peso por ha (gr/día/ha)	2424.0	2682.0
Consumo grano de sorgo (kg./cab.)	315.0	358.0
Consumo afrechillo de trigo (kg/cab)	374.0	554.0
Consumo de ración completa (kg/día/cab)	7.38	8.8
Eficiencia utilización pastura (%)	43.0	42.0
Carga animal (kg/ha)	669.0	715.0
Producción de carne (kg/ha)	470.0	520.0
Diferencia de producción (kg/ha)	-----	50.0



No se encontraron diferencias significativas en las tasas de ganancia diaria ni entre pesos vivos medios de los tratamientos. Sin embargo, se destaca el mayor ritmo de aumento diario para ambos tratamientos durante el invierno respecto al del otoño y primavera (1000 vs 300 y 950 gramos/cab/día, respectivamente), debido probablemente a algún tipo de desbalance en la disponibilidad de los componentes dietarios en el rumen.

Una de las posibles explicaciones de las mayores ganancias de peso que se obtuvieron en invierno respecto a las de otoño y primavera, puede deberse a un incremento en el consumo de MS del verdeo de avena, coincidiendo con el consumo, en ambos tratamientos, las mayores tasas de crecimiento de la avena se registraron en invierno.

El comportamiento y la frecuencia de los pastoreos en los distintos cultivares de avena fueron diferentes por cuestiones de manejo y climáticas, además de las propias de cada material.

El cultivar Boyero –de rápido crecimiento inicial- se comienza a pastorear en un estado avanzado de encañazón, se removi6 la yema apical y por lo tanto, se tuvo un rebrote muy pobre o nulo. Esto permiti6 que se liberara prematuramente el lote para un cultivo de verano. Mientras que el cv. Millauqu6n mostr6 un bajo contenido proteico en el mes de agosto y a6n en el rebrote, comido en octubre-noviembre.

Finalmente, el cv. M6xima, que fue sembrado en mayo, se comenz6 a pastorear en septiembre hasta terminar el ensayo con un nivel proteico m6s o menos adecuado al requerimiento animal de ese momento (12% PB en la MS).

## CONCLUSIONES

**1.-** Las ganancias de otoño (22/5 al 30/6) fueron marcadamente inferiores a las logradas en invierno y primavera.

**2.-** No se detect6 una respuesta diferencial entre tratamientos debido, probablemente, a la mayor proporci6n de avena consumida respecto a la raci6n total del T1 respecto al T2, a6n cuando 6ste 6ltimo tratamiento tuvo un consumo mayor de la

dieta total, medido en kg de MS/cabeza (14%).

**3.-** Las mayores ganancias de peso registrados en invierno se correlacionan con los consumos m6s altos.

**4.-** La combinaci6n de cultivares de avena con distintos perfiles de crecimiento permiti6 alargar el per6odo de utilizaci6n y mantener un adecuado nivel proteico en la pastura hasta fines de primavera.

**5.-** La suplementaci6n energ6tica de la invernada sobre verdeos de invierno, permiti6 la terminaci6n de novillitos como consumo liviano especial a los 15 meses. Y el resultado econ6mico de esta pr6ctica es, obviamente, muy dependiente de los precios del suplemento y del kilo de carne. No obstante, en condiciones de precios normales, resulta una pr6ctica sumamente interesante, especialmente cuando se busca fraccionar las ventas a lo largo del a6o, en forma estrat6gica.

## SEMILLAS DE OLEAGINOSAS Y SUS SUBPRODUCTOS

En general, son ricos en sustancias proteicas, vitaminas, y niveles variables de minerales, especialmente calcio y fósforo, y en el contenido de fibra. A medida que aumenta el nivel de fibra disminuye proporcionalmente el de proteína.

Las tortas de oleaginosas extraídas por métodos mecánicos son más ricas en fibra y aceites, y tienen una menor proporción de proteína que las harinas, provenientes de extracción por medio de solventes orgánicos (hexanos, xileno y tolueno, entre otros). Además, la proteína de las primeras tiene una menor degradabilidad ruminal.

Existen distintos métodos para extraer el aceite, prensado más temperatura (15-20'), solvente directo, y prensado más solvente.

Para inactivar los factores antinutricionales en alguna semilla de oleaginosas se requieren temperaturas moderadas y por tiempo breve. Cuando se exceden los límites de temperatura o el tiempo de

exposición a altas temperatura se puede reducir la solubilidad, por ende, el valor biológico de la proteína. En esos casos, se forman enlaces entre la glucosa y algunos aminoácidos (AA) disminuyendo la disponibilidad en el ámbito intestinal de estos, al reducirse la hidrólisis de dichos enlaces en el tracto digestivo.

Los AA afectados son la lisina y, en menor grado, la arginina, la histidina y el triptofano. Una reacción similar ocurre entre el gossipol de la semilla de algodón y la lisina (Forrajes Journal, 1997). Afortunadamente, en la actualidad las industrias conocen esta situación obteniéndose en la mayoría de los casos subproductos de alta calidad.

En los últimos años se han realizado numerosos estudios utilizando en la alimentación de rumiantes grano de Soja "cruda" o sojilla (soja partida) sin ningún tratamiento, con excelentes resultados aún en proporciones que superaron el 20% de la dieta (medido en MS).

## SUBPRODUCTOS DE ALGODÓN

### SEMILLA DE ALGODÓN

La **semilla de algodón** (SA) tiene un buen contenido proteico (20 a 22%), y fibra –linterde alta digestibilidad (>95%), convirtiéndola en un

adecuado suplemento para rumiantes, aún siendo su proteína con alta degradabilidad ruminal ( $\pm 70\%$ ) (Tabla 17).

**Tabla 17:** Composición química de la semilla de algodón

	Composición porcentual (%)
Materia seca	92.0
Proteína bruta	20.0-23.0
FDN	44.0
Grasa	20.0
Cenizas	4.8
Almidón	8.0
Digest. In vitro MS	96.0
E. M.(Mcal EM/kg MS)	3.45
Calcio	0.21
Fósforo	0.64

*Fuente:* Lalman (1996)

Por otro lado, como producto de la extracción del aceite a través de solventes orgánicos se genera la **harina de algodón**, a la cual se pelletiza,

y de esta forma se obtiene un producto con un contenido superior de proteína, menor nivel energético y de grasa que el anterior (Tabla 18)

**Tabla 18:** Características nutricionales de la harina de algodón (en %)

Parámetro	Media	NRC
Humedad	11.0	7.0
Cenizas	7.30	6.60
Proteína bruta	36.50	40.80
Fibra bruta	20.60	14.30
Grasa	3.70	5.40
Calcio	0.33	0.21
Fósforo	1.20	0.97
Magnesio	0.60	0.57
Energía metabolizable (Mcal EM/kg MS)		2.22

Sin embargo, tanto la semilla - entera - como la harina de algodón tiene el inconveniente de presentar una sustancia tóxica, el gossipol (compuesto polifenólico contenido en los pigmentos

amarillos de la semilla), que puede causar algunos problemas si se consume en altas proporciones, especialmente en cerdos, aves y terneros de corta edad (4 a 6 meses), cuando está presente en niveles

superiores al 1%. Los niveles de gosispol que se pueden encontrar en semillas de algodón oscilan entre el 0.04 al 1.6%.

Un científico de la Universidad de Arizona, J. Schuh encontró que 3 de cada 4 terneros machos Holstein alimentados con raciones que contenían un 40% de semillas enteras de algodón con un 1.4% de gosispol, murieron repentinamente después de 50 a 64 días. Otros terneros que ingirieron raciones con sólo un 20% de la misma semilla de algodón no mostraron ningún síntoma clínico de intoxicación (Forraje Journal, 1997).

En animales grandes, se considera que esta sustancia tóxica –el gosispol- es desactivada en los distintos procesos de fermentación que ocurren en el rumen. Se han denunciados pocos casos de intoxicación en vacunos adultos cuando los niveles de la toxina no superan los valores máximos recomendados (< 24 g de gosispol libre/día). Entre los parámetros químicos que se ven alterados en animales intoxicados por este compuesto se destaca un menor contenido de hemoglobina, fragilidad eritrocitaria, un menor contenido en proteínas totales del plasma, alta tasa respiratoria con temperatura ambiente elevada (Forraje Journal, 1997).

Además, los cambios fisiológicos detectados en rumiantes adultos indican que la posible intoxicación por efecto del gosispol esta asociada con muy altos consumos y durante mucho tiempo de semilla de algodón, tanto entera como en forma de harina, que tengan altos niveles y en estado libre de este compuesto (Harris,1992).

Normalmente, esta enfermedad no presenta síntomas externos claros produciéndose la muerte repentina de algunos animales expuestos al consumo de este suplemento. En la necropsia se observa falla cardíaca congestiva y signos de moderada a severa neumonía, con líquido edematoso sanguinolento en pulmón (Forraje Journal, 1997).

El límite de consumo es generalmente de hasta 4 kg/animal/día, dependiendo del resto de la dieta. Por encima de esta cantidad puede aparecer una disminución en el consumo.

Varios trabajos realizados con vacas lecheras de alta producción que han consumido

altas cantidades de harina de semilla de algodón o de semilla de algodón entera, encontraron un aumento de la temperatura corporal provocado por el gosispol, especialmente durante la temporada estival. Sin embargo, no se afectaron en forma significativa el consumo de MS ni la producción de leche (Harris, 1992).

La aceptación de este suplemento por parte de los animales no es buena, por ello, se sugiere realizar un período de acostumbramiento (alrededor de una semana) o mezclar la SA con otro forraje, por ejemplo, con silaje.

Ciertamente, el alto aporte energético que realiza la grasa contenida en la semilla esta disponible en duodeno, la cual podría contribuir a un mejor aprovechamiento energético a nivel de glándula mamaria y con esto, a una mayor síntesis de proteína láctea. Sin embargo, en numerosos trabajos con vacas lecheras de alta producción consumiendo SA en distintas proporciones junto con otros alimentos, no han encontrado incrementos en la cantidad de proteína sintetizada, por el contrario, suele disminuir. Sí en cambio, se pueden obtener aumentos significativos en la producción de leche y de grasa butirosa (Rearte, 1992).

En investigaciones recientes, se ha encontrado que la suplementación con niacina (vitamina B) a vacas en lactancia que consumieron SA, han reducido los efectos negativos sobre la síntesis de proteína láctea, ya que la niacina promueve la síntesis de caseína mamaria.

Hasta el momento, se desconoce los mecanismos precisos que provoca este comportamiento y, a pesar de que los microorganismos ruminales pueden sintetizar a la niacina, se ha encontrado una respuesta positiva a la suplementación adicional con esta vitamina. Para explicar este fenómeno existen dos teorías:

**a)** Por un lado, los microorganismos ruminales utilizan el triptofano para la síntesis de niacina, y se ha observado que las vacas de alta producción presentan menores niveles de triptofano en sangre disponibles para la síntesis de proteína en leche, por lo tanto el agregado de niacina contribuiría a reducir esa demanda.

**b)** La otra teoría postula que las vacas que recibieron la suplementación con niacina presentaron niveles de glucosa e insulina en sangre más altos que el resto, lo que estaría indicando un uso más eficiente de la energía.

De todas formas, la SA reúne tres atributos esenciales para la nutrición animal, representado por su alto contenido energético y proteico y, además, fibra de alta calidad, hacen de este suplemento un producto muy apetecido por la mayoría de los tambos alta producción de los EE.UU, aunque su nivel en lisina (96 gr/kg de PB) y meteonina (38 gr/kg PB) son relativamente bajos (Tabla 14).

También, en producción de carne ha sido usada con muy buenos resultados por numerosos autores. Un ejemplo es el trabajo realizado por Pires et al (1997), quienes evaluaron el efecto de distintos niveles de semilla de algodón (SA) respecto al grano de maíz + urea –control-. La proporción de SA varió entre 0 al 1% del peso vivo, con animales de raza cebú (319±26 kg pv) y en pasturas tropicales (dicantio –*Dichantium aristatum*-) durante los meses de junio a setiembre de 1997. Las dietas se formularon para aportar 11 Mcal EM y 0.52 kg de PB/cab./ día. Este estudio concluyó que el valor alimenticio de la SA utilizada en suplementación al 1% pv fue similar al del maíz-urea cuando se la reemplaza sobre la base de su contenido energético.

Si bien la SA tiene un nivel energético superior al del grano de maíz, aportado por el contenido de grasa (aceite) que aquel tiene. Esa energía no es igualmente aprovechable por los microorganismos ruminales.

Mientras la SA tiene cerca del 50% de la energía contenida en la grasa que es pasante al rumen, de ahí su utilidad para las vacas lecheras, la del maíz está contenida en el almidón que es aprovechada en más de un 70% a nivel del rumen.

Aunque en la actualidad, esta siendo muy discutido el grado de aprovechamiento de esa energía contenida en la grasa. Además, según la bibliografía el consumo de grasas por parte de los rumiantes, sin causar trastorno al animal, estaría limitado a no más del 6-7% del consumo total de MS. En función del contenido de grasa de la semilla de algodón (20-23%) y considerando, que los ingre-

dientes normales de la dieta de vacas lecheras contienen entre 3-5% de grasas, el consumo de semilla entera no debiera superar los 3.5 a 4 kg de MS/día (Forraje Journal, 1997).

Además, por ser una semilla muy higroscópica –susceptible a absorber agua del ambiente-, los hongos pueden desarrollar con cierta facilidad y con ellos, el desarrollo de toxinas como la “aflatoxina”. Cuando la semilla se torna de una coloración beige claro a marrón oscuro, estaría indicando la presencia de estos hongos patógenos. Esta toxina producida por hongos del género *Aspergillus flavus* y *A. parviticus* suelen pasar a través de los alvéolos lácteos a la leche. Esto es motivo para que en los Países desarrollados controlen, celosamente, que la SA que es usada en nutrición animal no contengan a estos patógenos. De ahí, que el contenido máximo de humedad no debiera superar el 11%. Cuando las condiciones climáticas son desfavorables –exceso de lluvias- aumentan los riesgos de desarrollo fúngico. Por ello, el lugar de almacenaje debiera garantizar un ambiente seco, con piso de material.

Existen una serie de mecanismos para eliminar o evitar el desarrollo de hongos, entre ellos, la amonificación es uno de los métodos más usados en los Países altamente tecnificados. Este tratamiento no solo actuaría como preventivo sino también diluyendo la toxicidad de alimentos contaminados. En trabajos realizados en la EEA INTA Rafaela encontraron que el uso de SA tratadas con sales de amonio suelen modificar algunos parámetros de calidad de la leche, como por ejemplo:

**- Menores concentraciones de proteína verdadera, especialmente caseína.**

**- Mayores concentraciones de nitrógeno no proteico.**

**- Mayor concentración de grasa butirosa. Modificándose la composición química de la misma, aumentando los ácidos grasos de cadena larga y disminuyendo los de cadena corta.**

Elizalde et al, (1993) evaluaron la composición química de la grasa subcutánea de novillos que consumieron 2 kg de SA/día, y observaron un mayor contenido de grasas saturadas en estos depósitos respecto a otros animales sin este suplemento. El triglicérido que más incrementó fue el ácido esteárico (Carbono 18:0) junto con otras fracciones de fosfolípidos.

Recientemente, Pires et al (1997) estudiaron el efecto del tratamiento con calor (149°C durante 30') en la SA entera con vacas lecheras. La dieta estuvo conformada por silaje de maíz (55%) y urea (1.54%). El tostado incrementó la cantidad de proteína inde-

gradable en rumen, la relación acetato: propionato, el pH, y la proteína en la leche. Sin embargo, el tostado redujo la digestibilidad ruminal de la materia orgánica, la de la FDN y la biohidrogenación de los ácidos grasos insaturados en rumen. Cuando se combinó el tostado con el molido mejoraron todos los parámetros citados.

En la Tabla 14 se presenta el perfil de aminoácidos (AA) que de la leche de vaca y de las bacterias ruminales. Además, de los AA que predominan en una serie de suplementos (subproductos o residuos de agroindustria).

## UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE ALGODÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS PARA CARNE

*Oswaldo Balbuena y Cesar D. Kucseva. 2002.*

*Técnicos de la E.E.A. INTA Colonia Benítez – Chaco*

*Fuente: IDIA XXI (INTA), Año II, Nro. 2:69-72. ISSN 987-521-0044-7.*

### INTRODUCCIÓN

La semilla entera de algodón (SA) es un recurso abundante y de bajo costo para la alimentación de bovinos en el NEA y en particular en la Región Chaqueña.

El valor nutritivo informado por el NRC (1984) en base seca es de 23,9 % de proteína bruta (PB), 23,1 % de extracto etéreo (lípidos), 3,47 Mcal de EM y 39 % de pared celular (FDN). La SA se constituye así en una fuente proteica y energética competitiva para bovinos para carne en pastoreo. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que las partidas pueden ser variables en su valor nutritivo. Por ejemplo, en SA utilizada en distintos ensayos en la E.E.A. INTA Colonia Benítez, se encontraron los siguientes valores promedio, mínimo y máximo de 18,6; 14,0 y 22,1 % de PB en la MS y de 53,0; 42,8 y 58,5 % de FDN en la MS. La variación del extracto etéreo fue similar a la observada con la PB. Resulta conveniente realizar análisis del valor nutritivo para su mejor uso y estimación de precio.

### CONSUMO Y CARACTERÍSTICAS DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL

La semilla de algodón entera es fragmentada durante la ingestión y la rumia, quedando disponible en el rumen el aceite para su hidrólisis y biohidrogenación. Esta fragmentación de la SA hace innecesario su molienda u otro tipo de procesamiento. La presencia de un exceso de lípidos en la dieta de los bovinos, especialmente ácidos grasos libres, deprime la digestibilidad de la fibra de la dieta y puede llegar a disminuir el consumo de materia seca total.

#### Consumo de semilla de algodón

El consumo voluntario de la SA dada como suplemento en condiciones de pastoreo se midió en animales de recría de 150 kg de peso vivo durante su primer invierno. El consumo de SA (base seca) ad libitum fue de 1,10 kg /cab. /día (min=0,37 kg; max=1,59 kg; CV=22,9 %; D.E.=0,25 kg), que representa un consumo estimado medio de 179 g de PB y

3,5 Mcal de EM/día (Balbuena et al, 2000). La variabilidad del consumo de la SA parece estar asociado con disponibilidad de forraje verde, humedecimiento de la semilla y condiciones de conservación.

### Consumo de pasto y de materia seca total

La cantidad de SA suministrada como suplemento puede afectar el consumo del pasto y por ende de la materia seca total. En condiciones de confinamiento se determinó el consumo de heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) de baja calidad, con cuatro niveles de SA como suplemento, utilizando novillitos cruzas de 270 kg de PV. (Tabla 19).

El incremento de la cantidad de SA aumentó el consumo de heno en % del PV en forma lineal ( $P=0,066$ ) y cuadrática ( $P=0,062$ ) y del consumo de la MS total en % del PV (efecto lineal,  $P=0,001$ ), pero el aumento fue a tasa decreciente (tendencia a efecto cuadrático,  $P=0,073$ ). Los datos del Cuadro 19 sugieren que para maximizar el consumo de pasto (usualmente el recurso más barato) no debería suministrarse más de 1 kg de SA/animal/día en la categoría recría.

### Fermentación ruminal

Con el objetivo de caracterizar las variables de ambiente ruminal en novillos que consumen

**Tabla 19:** Ración y consumo según niveles de SA (en base materia seca) (Tomado de Kucseva et al., 2001)

Item	Semilla de algodón (kg/d)				EE	P de tratamiento
	0	0.5	1.0	1.5		
Semilla en MS (kg/día)	0	0.45	0.9	1.34		
Consumo						
Heno (kg/día)	5.66	6.04	6.23	6.0	0.156	0.176
Heno (% PV)	1.89	2.05	2.11	2.04	0.050	0.093
MS total (kg/día)	5.66	6.49	7.13	7.35	0.156	0.001
MS total (% PV)	1.89	2.20	2.41	2.50	0.053	0.001

heno y cantidades crecientes de SA en el suplemento, se utilizaron novillos de 358 kg de PV provistos de cánulas ruminales, en un diseño de cuadrado latino 4x4, con periodos de 21 días de duración (Balbuena et al., 2001).

Los tratamientos fueron niveles de SA en suplementos iso-nitrógenos e iso-energéticos: 0 (Cero); 0,75 (Bajo); 1,5 (Medio) y 2,25 (Alto) kg de SA (20 % de extracto etéreo). Los animales fueron

alimentados en forma restringida (1,3% de PV, 0,74 % de heno en PV, base seca). El heno suministrado fue de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) de baja calidad (4,4 % de PB; 70 % de FDN; 44 % de FDA y 8,1 % de lignina).

En la Tabla 20 se presentan las variables relevantes. Los tratamientos Cero y Bajo tuvieron mayor acetato, menor propionato y mayor relación acetato: propionato que los tratamientos Medio y Alto.

**Tabla 20:** Variables ruminales según nivel de semilla de algodón en la dieta.

Variables	Continuo 7x	Discontinuo 3x	EE	Valor P tratamiento
Ganancia PV sin desbaste (kg/día)	0.279	0.245	22	0.31
Ganancia PV con desbaste (kg/día)	0.288	0.252	22	0.26
Cambio de condición corporal	-0.17	0.07	0.16	0.32
Cambio de altura (cm)	5.23	3.80	0.56	0.81

Medias sin una letra en común en una fila difieren ( $P<0,05$ ) f Horas post-suplementación.

A cada aumento de semilla de algodón en el suplemento, se registró un descenso lineal de la cuenta de protozoos: 13,51; 9,29; 6,47 y 4,38 protozoos x 104 para los tratamientos Cero, Bajo, Medio y Alto (cuenta de protozoarios=12,94 - 4,028 x 104 \* kg SA).

Entodinium fue el género predominante en todos los tratamientos: Cero (90,775%); Bajo (91,313%); Medio (94,125%) y Alto (98,1%). A los 12 hs. Post-alimentación, se observó una tendencia lineal ascendente para Entodinium y una tendencia lineal descendente para Hisotricha. La alimentación con 1,5 a 2,25 kg de SA (5,2 a 7,8 % de extracto etéreo suplementario) disminuyó la relación acetato:propionato. Asimismo, la inclusión de SA en el suplemento produjo un descenso lineal de la población de protozoarios ruminales, con cambios menores en la composición genérica.

#### **UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE ALGODÓN COMO SUPLEMENTO DE LA RECRÍA**

La SA puede utilizarse sola o como integrante de una ración que además contenga otros ingredientes como por ejemplo cereales. Uno de los granos más utilizados en la región es el sorgo, en cuyo caso la SA actúa como fuente proteica.

Por ejemplo, durante el primer invierno post-destete, la semilla de algodón ofrecida a niveles equivalentes al 0,7 % del peso vivo (PV) permite incrementos de 350 a 450 g / animal (Balbuena et al., 1998b).

Para casos de emergencia (sequía, inundación), 1 kg de semilla de algodón / destete permitió obtener ganancias moderadas (250 a 300 g / animal) en condiciones de baja disponibilidad de forraje. En estos casos no hubo diferencia en distribuir la ración diariamente o su equivalente en tres veces por semana y el costo total de la ración fue de u\$s 11 / animal para todo el invierno (Balbuena et al. 2000b).

Vaquillas de 160 kg de PV sobre pasto estrella, carga = 3,6 vaq/ha. Nivel de suplementación de 7 kg de semilla de algodón / semana administrado en forma diaria (7x) o en tres veces por semana (3x).

El suministro del suplemento tres veces por semana no afectó ( $P > 0,05$ ) ninguna de las variables de producción medidas. El nitrógeno ureico ( $15,3 \pm 0,72$  mg/dl) indicó que el aporte de nitrógeno no fue limitante para la función ruminal y no fue afectado por la forma de suministro del suplemento. La cuenta de protozoos tendió ( $P=0,082$ ) a ser menor en las vaquillas que recibieron semilla de algodón 3x ( $1,9$  vs  $2,9 \pm 0,31$  x 105 protozoos/ml). La frecuencia de suplementación no afectó la proporción de los ácidos grasos volátiles más importantes ni la relación acético/propiónico. La suplementación al 0,6 % del PV permitió ganancias moderadas con baja oferta forrajera (Balbuena et al, 2000b).

Cuando se pretenden mayores ganancias y/o la disponibilidad de pasto es limitante, se debería utilizar una suplementación energético-proteica invernal. Se evaluaron fuentes proteicas utilizando sorgo como fuente energética donde los suplementos se formularon para aportar 380 g de PB y 5,7 Mcal de EM/cabeza/día y también se utilizó la semilla de algodón administrada ad libitum. El consumo voluntario de semilla fue de 1,1 kg de MS /cab/día (aporte estimado de 179 g de PB y 3,5 Mcal de EM/cab/día). Para los tratamientos expeller de algodón, expeller de algodón + urea, expeller de soja, expeller de girasol y semilla de algodón sola, las ganancias de PV fueron similares para los tres primeros (682, 546 y 626 g/ternero/día) y superiores a expeller de girasol y semilla de algodón (531 y 416 g/ternero/día).

Los costos de ración (\$/ternero/día) fueron 0,22; 0,20; 0,26; 0,25 y 0,09 para el orden de tratamientos enunciados. El costo del expeller de soja no justificaría su uso en ésta categoría y nivel de ganancia. Para ganancias moderadas, la semilla de algodón fue la ración más barata de las evaluadas (Balbuena et al., 2000c).

Hay productores que usan o desearían usar el silaje de grano de sorgo húmedo (SH) en categorías de recría. Uno de los problemas es la fuente de proteína a utilizar, ya que excepto la urea, los expellers de oleaginosas no están fácilmente disponibles en la zona. Incluso algunos productores utilizan el SH como único suplemento. Se evaluaron las siguientes fuentes de proteína: semilla de algodón y urea.

Los suplementos aportaban 2,6 Mcal de EM/vaq/día y la concentración de PB fue de 9 % de



la MS en el SH y de 15 % de la MS en los otros dos suplementos. Las vaquillas de 220 kg de PV tuvieron una ganancia de PV invernal de 37, 190, 210 y 300 g / vaquillonas / día para los tratamientos testigo, SH solo, SH + urea, SH + semilla de algodón.

Analizando la evolución de la ganancia de peso se verificó que la respuesta a la urea fue mayor cuando el pasto disponible (dicantio) estaba helado, pero al comienzo de la primavera se produjeron las mayores ganancias en el tratamiento SH solo, coincidente con el rebrote de la pastura (Balbuena et al., datos no publicados).

En otro ensayo con animales de 300 kg de PV, utilizando SH como fuente de energía, no hubo diferencia cuando la proteína se proveyó a través de la expeller de algodón, semilla de algodón, semilla de algodón + urea o urea sola (Balbuena et al., datos no publicados).

### UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE ALGODÓN EN NOVILLOS EN TERMINACIÓN

Durante los inviernos de 1997 y 1998 se realizaron en la E.E.A. INTA Colonia Benítez ensayos de suplementación en novillos en terminación, con los siguientes tratamientos:

**Alto:** 3 kg de semilla de algodón en el suplemento  
**Medio:** 2 kg de semilla de algodón en el suplemento  
**Bajo:** 1 kg de semilla de algodón en el suplemento  
**Cero:** no recibió semilla de algodón en el suplemento  
**Testigo:** no recibió suplemento, excepto suplementación mineral.

Los suplementos fueron iso-nitrógenos e iso-energéticos y en su formulación se utilizó urea, maíz, sorgo y minerales. Las muestras de bife angosto y grasa subcutánea y perirrenal fueron procesadas por el Instituto de Tecnología de Alimentos de INTA Castelar.

Se verificó que raciones iso-energéticas e iso-proteicas, formuladas con maíz o sorgo, urea y semilla de algodón (0, 1, 2 y 3 kg), produjeron ganancias de peso similares (Balbuena et al, 1998). El costo de la ración disminuyó a medida que se incrementaba el nivel de semilla de algodón. El incremento de semilla de algodón produjo un descenso

lineal del número de protozoos en muestras de fluido ruminal e incrementó linealmente la proporción a ácidos grasos saturados en la grasa subcutánea y perirrenal, debido principalmente al incremento del ácido esteárico (Balbuena et al., 2000a). Cabe resaltar que el ácido esteárico sería de efecto neutro sobre los niveles de colesterol en humanos.

En 1997 se evaluó la calidad de carne mediante un panel profesional. Ese año, los atributos que definen la calidad de la carne no fueron afectados por la cantidad de semilla de algodón en la ración, mientras que la terneza fue negativamente afectada por el aumento de sangre cebú. Los sabores y olores extraños tendieron a incrementarse con niveles altos de semilla de algodón.

El retiro de la semilla de algodón de la ración por un periodo de 35 días no afectó los atributos de calidad de carne. Debido a los resultados no concluyentes sobre la presencia de sabores y olores extraños obtenidos en 1997, en 1998 se repitió la evaluación de la aceptabilidad de la carne con consumidores locales y panel profesional.

Los resultados de esa evaluación sugiere que los consumidores locales detectarían la inclusión de dos o más kg de semilla de algodón en la ración (Gallinger et al., 2000). De todas maneras, aún en el caso de la inclusión de 1 kg de SA que no produciría efectos negativos sobre la aceptabilidad de la carne, deber recordarse que en la alimentación grupal existe variabilidad en el consumo de suplemento y algunos animales pueden consumir cantidades en exceso a 2 kg/día.

### UTILIZACIÓN DE SEMILLA DE ALGODÓN EN EL RODEO DE CRÍA

Cuando se necesite incrementar la condición corporal de las vacas al parto a fin de incrementar lo índices de preñez del próximo servicio, estas deben suplementarse con 2 kg de SA en forma diaria o tres veces a la semana en el periodo preparto (los últimos 2 a 3 meses de gestación). La suplementación realizada en el postparto se utiliza prioritariamente para la producción de leche y no para la acumulación de reservas corporales.

En toros adultos se puede utilizar SA du-

rante el periodo invernal, teniendo la precaución de no sobrepasar de 1 kg de SA/toro/día, dado que se sabe que esta cantidad no afecta negativamente la calidad del semen. Para toritos en crecimiento se considera que no debería suministrarse más de 0,5 kg/torito/día. Los toros en crecimiento se consideran más susceptibles al efecto del gopiol, que es un compuesto presente en la SA que puede tener efectos tóxicos sobre la producción de espermatozoides.

La suplementación adecuada con SA de distintas categorías de bovinos en pastoreo durante la época invernal posibilita una buena recría durante el primer invierno, contar con animales terminados para faena a la salida del invierno o principios de primavera e incrementar la condición corporal al parto de las vacas.

## SUBPRODUCTOS DEL CÁRTAMO

### HARINA DE CARTAMO

El cártamo es una oleaginosa que tiene menores requerimientos de agua respecto a otras del mismo tipo.

La harina de cártamo es rica en fibra y niveles medios en proteína (18-22%). La eliminación parcial de las cáscaras da por resultado una harina

con alrededor de 46% de PB y 21% de fibra de detergente ácido.

En general, es deficiente en AA azufrados (meteonina) y en lisina. Y su uso en rumiantes es posible, siempre y cuando se corrijan los déficit antes citados.

## SUBPRODUCTOS DE LA COLZA

### HARINA DE COLZA (Canola) (Brassica sp.)

Este subproducto industrial, también, proviene de la extracción de aceite de la colza, la cual alcanza un nivel proteico alrededor del 30 a 37% sobre base seca, y se caracteriza por ser muy aceptado por los rumiantes. Tiene un adecuado valor energético (2.61 Mcal EM/kg MS). Entre los hidratos de carbono se destaca la sacarosa. Con su contenido se calcio, fósforo, magnesio, cobre y manganeso sobrepasa al producto análogo de la soja.

La **harina de colza** tiene un menor contenido energético que la harina de soja por tener un mayor nivel de fibra. La proteína de este suplemento es rápidamente degradable en rumen ( $\pm 68\%$ ), por ello, es necesario combinarlo con otras fuentes

de menor degradabilidad ruminal de acuerdo al tipo de animal y a su performance productiva (Harris, 1992). No obstante, es considerado un suplemento proteico con un buen contenido en AA, especialmente los limitantes para la producción de leche y carne, como la meteonina, lisina y treonina, cuyos valores medios son 4.8, 13.1 y 10.5 gr./kg de proteína bruta, respectivamente (Tabla 14). Además, es rico en colina, ácido nicotínico, riboflavina, ácido fólico y tiamina. Además las semillas de colza contienen antioxidantes naturales-tocoferoles (vitamina E), compuestos fenólicos y taninos.

A pesar del contenido de glucosinolatos que suelen tener algunos materiales, por mejora-

miento vegetal se han obtenido cultivares con niveles muy bajos en este compuesto químico, cuyas harinas no han causado ningún problema en vacas

lecheras ni en terneros, aparte de un ligero incremento de tiocianato en la leche (Forraje Journal, 1997).

## SUBPRODUCTOS DEL GIRASOL

### HARINA DE GIRASOL

#### EFFECTOS DE LA HARINA DE GIRASOL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CARNE (Características metabólicas y productivas)

*Fernández Mayer, A.E (1)*

Al final del proceso de la extracción de grasa de la semilla de girasol, a través de solventes orgánicos (xileno y tolueno), queda un residuo llamado harina de Girasol (HG) que se caracteriza por el alto nivel de Proteína Bruta (PB) (31 al 36%), mediana

Digestibilidad de la materia seca (72 al 76%) y una proporción variable de Fibra Bruta de corta longitud (13 al 22%) (Schingoethe et al, 1976). Además, la HG es deficiente en lisina, aunque el resto del perfil de AA es comparable a la harina de soja (HS) (Tabla 21).

**Tabla 21:** Composición química de la harina de girasol

Parámetros químicos	Media	NRC
Humedad (%)	10.80	10.0
Cenizas (%)	7.74	6.30
Proteína bruta (%)	35.25	25.90
Fibra bruta (%)	24.70	35.10
FDA (%)	30.73	33.0
FDN (%)	38.55	40.0
Grasa (%)	2.69	1.20
Calcio (%)	0.52	0.23
Fósforo (%)	1.25	1.03
Magnesio (%)	0.76	0.75
Energía Metabolizable (Mcal/kg MS)		1.51

(1) *Nutricionista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Bordenave.*

Como resultado de muchos análisis, se determinó que la degradabilidad ruminal de la HG es de alrededor del 74.5% (Santini y Dini, 1986). Mientras, que la de la harina de soja (HS) es de aproximadamente del 60% (Chalupa, 1974). Esa diferencia de degradabilidad de la proteína de am-

bos suplementos puede alterar ciertos parámetros a nivel ruminal. En este mismo sentido, existen una serie de trabajos que compararon la HG con la HS, los cuales obtuvieron un comportamiento diferencial de algunos parámetros ruminales.

(1) *Nutricionista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Bordenave.*

Entre los trabajos que evaluaron a ambos suplementos proteicos se destaca el realizado por Schingoethe et al, (1976). Estos autores encontraron en vacas lecheras en producción que la producción total de ácidos grasos volátiles (AGV) en el licor ruminal (LR) fue ligeramente más alta con HG que con HS, mientras que el pH en el LR tuvo un comportamiento inverso ( $p < 0.05$ ) (6.32 y 6.78, respectivamente). Una explicación de este comportamiento podría deberse a una mayor concentración de AGV. En este mismo estudio se halló que la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), fue similar con ambos suplementos.

Respecto a la digestibilidad de la MS de estos suplementos, Stake et al (1973) y Smith (1979), observaron que aquella no difirió usando ambos tipos de suplementos proteicos. Sin embargo, Nocek y Russel (1988) encontraron que la tasa de digestión de la MS en el rumen de la HG llegaría a casi duplicar a la de la HS.

Entre los trabajos donde se ha usado la HG como suplemento proteico se destaca el realizado en engorde a corral con novillitos de raza británica, empleando distintos niveles proteicos en la dieta (12, 15 y 18% PB sobre base seca) y silaje de maíz, como base de la dieta. En este estudio, existió una respuesta positiva en ganancia de peso y en la tasa de engrasamiento al aumento de la proteína, alcanzando en el tratamiento con 18% PB una ganancia diaria de peso y engrasamiento promedio de 1.15 Kg/cabeza y 4.5 mm/animal, respectivamente (Fernández Mayer et al, 1998). Mientras, que con vacas lecheras en pastoreo produciendo más de 20 litros de leche diarios y usando 6 kg de HG o de harina de carne, como suplementos proteicos de alta y baja degradabilidad ruminal respectivamente, no hubo diferencias significativas de producción ni en la composición de la leche (Rearte, 1992). En este ensayo, el suplemento proteico no constituyó más del 20% del concentrado ofrecido.

A pesar del diferente comportamiento ruminal antes mencionado, se encontró que el valor

nutritivo de la HG en dietas de terminación de novillos para ganancia de peso, eficiencia de conversión y rendimiento de res es equivalente al que se alcanza con la HS y a la harina de semilla de algodón (Stake et al, 1973; Schingoethe et al, 1976).

La alta digestibilidad ruminal potencial (98%) de la proteína de la HG puede ser reducida a través del tratamiento térmico. La aplicación de calor (temperatura y tiempo de exposición), genera en una primera fase una reacción reversible al pH del abomaso donde los aminoácidos son liberados para su posterior absorción en el intestino delgado (ID). En cambio, si la aplicación de calor es en exceso hace que la reacción no sea reversible. En este último caso se logra una mayor protección de la proteína a la degradación ruminal pero su disponibilidad en intestino delgado se vería afectada.

La absorción intestinal no sería afectada, sin embargo, si el Nitrógeno asociado a la FDA (N-FDA) no supera el 12-15% del nitrógeno total (Pavan y Santini, 1998). Estos autores evaluaron este comportamiento tratando a la HG con temperaturas y tiempo de exposición que variaron de 0 a 150°C y de 20 a 90 minutos, respectivamente. La aplicación de calor redujo la solubilidad de la proteína (S) y la tasa de desaparición (Kd) de la fracción potencialmente degradable no soluble (D), mientras que esta última fracción se incrementó. Asumiendo una tasa de pasaje de 5%/hora la degradabilidad ruminal efectiva (De) sólo se lograría reducir con la temperatura más alta (150°C). Sin embargo, los tratamientos con 150°C son los únicos que superaron el valor crítico de N-FDA.

Estos resultados sugieren que la aplicación de calor seco no lograría reducir la degradabilidad ruminal de la proteína de la HG sin afectar su disponibilidad intestinal. El aumento de la fracción insoluble potencialmente degradable se debería a cambios generados por el calor en la estructura de la fracción proteica soluble.

## CÁSCARA DE GIRASOL

La **cáscara de girasol** (CG) es un importante subproducto de la industria aceitera. No obstante, su alto contenido en FDN y FDA y baja digestibilidad "in vitro" de la MS (Tabla 22) reducen su valor nutricional, la cual estaría restringida exclusivamente a vacas de cría.

En la Estación Experimental del INTA en Balcarce en el año 1998 un grupo de técnicos del

área de Nutrición Animal trabajaron con vacas de cría de raza británica en el último tercio de gestación y distintas proporciones de CG en la dieta (0 al 91%) junto con heno de agropiro y de pastura polifítica. Estos investigadores evaluaron el comportamiento de la CG sobre el consumo diario, variación de la Ganancia Diaria de Peso (GDP), peso del ternero al nacer y nivel de Mg en sangre.

**Tabla 22:** Composición química de la cáscara de girasol

Parámetros químicos	Media
P.B (%)	5.30
FDN (%)	74.0
DIVMS (%)	30.1
Magnesio (%)	0.17

DIVMS: digestibilidad "in vitro" de la MS  
Fuente: Van Olphen y otros (1998)

El consumo y la GDP no difirieron entre tratamientos ( $\pm 8.9$  kg MS/cabeza/día y  $-15$  kg/cabeza, respectivamente). El tratamiento con alta proporción de CG fue el único que se debió suspender por un deficiente estado corporal de los vientres, alcanzando una pérdida de peso de 98 kg/cabeza. En cuanto al peso de los terneros al nacer no difirió entre tratamiento, sin embargo existe una tendencia ( $p=0.08$ ) a obtener terneros más

pesados con menor porcentaje de CG en la dieta ( $\pm 27$  kg de pv/ternero).

Tampoco se observaron diferencias en la variación de la concentración de Mg en sangre  $0.004 \pm 0.04$  mg/día). Este estudio concluyó que no es aconsejable suministrar CG como único componente de la dieta, pudiendo ser factible el uso de la misma en forma combinada con otros recursos alimenticios.

### IV° (A). - TRABAJO EXPERIMENTAL

#### **Engorde a corral de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base y diferentes niveles de grano de maíz y harina de girasol.**

##### **1. Efectos sobre el ambiente ruminal**

Fernández Mayer, A.E.<sup>(2)</sup>, Santini, F.J.<sup>(3)</sup>, Rearte, D.H.<sup>(3)</sup>, García, S.C.<sup>(4)</sup>.

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de tres niveles de proteína dietaria aportados por la harina de girasol (HG) y el aporte

adicional de grano de maíz (GM) a una dieta base de silaje de maíz (SM), ofrecido una vez al día "ad libitum", empleando 6 novillos A. Angus fistulados de  $390 \pm 59$  kg., distribuidos en 6 tratamientos (Sin -SG- y con grano de maíz -CG-): T1(12%SG),

(2) Tesis de Magister en Nutrición Animal (3) Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce  
(4) Fac. Cs. Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)

T2(15%SG) y T3(18%SG) con SM + HG a tres niveles de proteína (12 ;15 y 18%PB respectivamente) y T4(12%CG), T5(15%CG) y T6(18%CG) (12,15 y 18%PB respectivamente) con SM+HG+GM, este último al 12% sobre base seca. Se midió pH, amonio y concentración de AGV, todos sobre el licor ruminal en 6 períodos y 6 horarios de muestreo por período cada 4 horas. Además se midió la digestibilidad "in vivo" usando óxido crómico, el llenado ruminal y los momentos de consumo con tacógrafo. El diseño utilizado fue cuadrado latino con 6 animales, 6 períodos y 6 tratamientos, y las medias se compararon por el Test de Duncan al 5%.

Los máximos consumos se observaron entre los minutos 60 a 90 posteriores al suministro del alimento, coincidiendo con los menores niveles de pH (5.6 a 5.9). Sin embargo, el valor medio del mismo fue superior a 6, lo que permitiría un ambiente ruminal adecuado para el desarrollo de los microorganismos celulolíticos. Los valores de N-NH<sub>3</sub> mantuvieron una relación directa con el nivel de proteína consumida, cuyas diferencias fueron significativas (P<0.05). El T1(12%SG) tuvo la concentración de AGV más baja (66 mMol/l) y la más alta el T6(18%CG) (91.9 mMol/l) (P<0.05) en el resto no hubo diferencias, mientras que la relación C2 :C3 , solo fue distinta en el T1 (P<0.05). La digestibilidad "in vivo" y el contenido ruminal no mostraron diferencias (P>0.05) entre tratamientos.

## INTRODUCCION

El silaje de maíz (SM) está muy difundido en los sistemas de producción lechera del país y del mundo (Elizalde et al,1993).Sin embargo, en los planteos de producción de carne esta evolución fue más lenta, los países europeos y EEUU fueron los primeros en incorporarlo (Kilkenny,1978), y más recientemente lo empezaron a usar Australia (Moran y Wales,1992),Argentina (García y Santini,1994) y Uruguay (Vaz Martinz et al,1995).

Las dietas ricas en fibra provocan un intenso proceso de masticación y rumia, favoreciendo el ingreso de una cantidad de saliva que, a través del aporte de fosfatos y bicarbonatos, es capaz de mantener el pH del rumen en un rango que va de 6.6 a 6.8 (Kauffman, 1976). Sin embargo, con altos consumos de carbohidratos -CHO- (>30% del con-

sumo sobre base seca) el pH puede descender por debajo de 6.0. Esto puede ocasionar una reducción en la digestión de la fibra, con una completa cesación de ésta al llegar el pH entre 4.5 y 5.0 (Mould y Orskov,1984 y Rearte y Santini,1989).

Un efecto contrario provoca el agregado de un suplemento proteico degradable en rumen a una dieta fibrosa, el cual puede mejorar la digestión de la fibra, al aumentar el número de microorganismos ruminales, siendo más efectiva la respuesta cuando se usa una fuente de proteína verdadera que NNP (nitrógeno no proteico) (Hoover y Stokes,1991), tal es el caso de la harina de girasol o soja (Santini y Dini,1986).

El objetivo de este estudio fue evaluar los parámetros del ambiente ruminal generados por las distintas dietas empleadas (12,15 y 18% PB, con y sin grano de maíz adicional) usando el silaje de maíz como alimento base y distintos niveles de harina de girasol y grano de maíz, que permitan explicar los resultados alcanzados en el ambiente ruminal de los animales sujeto a las dietas usadas en este trabajo.

## MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se utilizaron 6 animales fistulados (A. Angus de 390±59 kg de peso vivo en promedio) que estuvieron en los corrales del Galpón de Metabolismo de la EEA INTA Balcarce, desde el 23 de agosto al 4 de noviembre de 1996.

Se establecieron 6 tratamientos, con 2 repeticiones, usando como base de la dieta al SM de planta entera picado fino, diferenciados entre sí por 3 niveles de proteína bruta en la dieta (12,15 y 18% PB sobre base de MS), aportados por la harina de girasol (HG) y a su vez dividido en 2 grupos, con (CG) y sin aporte extra de grano de maíz (SG) seco y molido (12% sobre base seca). Los tratamientos fueron T1(12%SG), T2(15%SG), T3 (18%SG), T4 (12%CG), T5 (15%CG) y T6 (18%CG). Se realizaron 6 períodos con un intervalo de 10-12 días entre ellos. Durante los últimos 7 a 9 días de cada período, los animales recibieron a través de la fístula ruminal 2 bolos de óxido crómico/animal/día, (5 gr. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/bolo), uno a la mañana y otro a la tarde, con el objetivo de poder medir la producción de heces y con ésta, descontado al consumo de MS, determinar la digestibilidad "in vivo".

Sobre el licor ruminal, extraído al finalizar cada período, durante 6 veces al día (cada 4 horas) se determinó el pH -in situ- (peachímetro digital Cole Palmer), y sobre una muestra filtrada y centrifugada a 10.000 ppm durante 20' y a 0°C, se midió el N-NH<sub>3</sub> con el Autoanalizador Technicon y AGV por cromatografía en fase gaseosa. Además, se midió al finalizar cada período el contenido ruminal.

Por otro lado, se determinó el tiempo y momentos de consumo, colocando un tacógrafo en la tabla del cuello de los animales fistulados.

El diseño experimental empleado fue un cross over, con 6 animales, 6 períodos y 6 tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El tiempo medio requerido por los animales para el consumo de los alimentos fue de 7 h 33' variando entre las 6 h 45' y las 8 h 9', no observándose diferencias significativas (P>0.05) entre tratamientos (Tabla 23).

Con respecto al patrón de consumo, se observaron 2 picos de consumo coincidentes en todos los tratamientos, el primero se localizó entre 60 a 90 minutos posteriores al suministro de los alimentos., y el segundo al atardecer. Estos resultados

son coincidentes con otros autores, tanto en ensayos pastoriles (Aello y Gómez, 1983) como a corral (Vasilatos y Wangsnee, 1980). Estos mismos autores encontraron que durante las 24 hs se registraron consumos, aunque en las horas diurnas se concentró el 66% del tiempo total, consistente con este trabajo.

Asimismo, el consumo medio de MS fue de 10.53 kg MS/cabeza/día, no registrándose diferencias (P>0.05) entre tratamientos. Algo similar ocurrió con la digestibilidad "in vivo" de la MS, alcanzado una media de 60.5%, la cual tampoco se diferenció significativamente entre tratamiento. Ambos comportamientos se los podría explicar por el corto intervalo ( $\pm$  10-12 días) que hubo entre períodos, imposibilitando que se manifiesten deferencias provocadas por el mayor contenido proteico de las dietas (Santini, comunicación personal).

El contenido ruminal medio (4.62 kg MS/cab./día) fue similar entre tratamientos (P>0.05). Este resultado es lógico, si consideramos que otros parámetros medidos, como el consumo de MS, la digestibilidad de la MS, el tiempo y patrón de consumo, no mostraron diferencias entre dietas.

Además del efecto sobre la digestibilidad de la fibra, el descenso del pH ruminal está asociado a ligeros cambios en la proporción molar de los AGV producidos en el rumen, aumentando el

**Tabla 23:** Evolución de los parámetros del ambiente ruminal entre tratamientos

	T-1 12%PB sin GM	T-2 15%PB sin GM	T-3 18%PB sin GM	T-4 12%PB conGM	T-5 15%PB conGM	T-6 18%PB conGM	Media
Tiempo consumo (hs) X	7h 0' ±8' a	6h 45' ±11' a	8h 9' ±9' a	7h 57' ±10' a	7h 38' ±9' a	7h 38' ±8' a	<b>7h 33'</b>
Ph	6.18 ±0.30 ab	6.16 ±0.28 ab	6.09 ±0.32 bc	6.20 ±0.33 aa	6.08 ±0.30 bc	6.02 ±0.36 cc	<b>6.12 ±0.32</b>
N-NH <sub>3</sub> (mg/dl)	18.7 ±9.11 dd	28.5 ±13.6 bc	37.6 ±13.5 ab	21.1 ±8.35 cd	31.9 ±11.4 ab	40.2 ±8.23 aa	<b>29.17 ±10.3</b>
AGV (mMol/L)	66.2 ±12.7 cc	66.0 ±7.74 bc	77.2 ±19.5 bc	75.3 ±10.3 bc	78.6 ±15.0 bb	91.9 ±18.2 cc	<b>77.66 ±7.55</b>
C2 :C3	1.97 ±0.70 a	1.89 ±0.21 b	1.77 ±0.28 b	1.87 ±0.38 b	1.79 ±0.36 b	1.86 ±0.27 b	<b>1.85 ±0.17</b>
Digestibilidad "in vivo" MS(%)	0.60 ±0.04 a	0.59 ±0.03 a	0.61 ±0.04 a	0.61 ±0.03 a	0.59 ±0.02 a	0.62 ±0.01 a	<b>0.60 ±0.03</b>

C3 en detrimento del C2 (Rearte y Santini, 1989), lo que podría justificar los valores de C2 :C3 registrados. Estos últimos valores junto con las concentraciones molares de AGV obtenidas en este ensayo (media 77.66 mMol/l) están más asociados a una dieta rica en concentrados que a una rica en fibra, donde pudo haber influido el grano del SM ( $\pm 35\%$  de la MS total ensilada).

El valor medio del pH en el rumen fue de 6.11, nivel en el cual podría haber una ligera depresión en la digestión de la fibra (FDN) (Mould y Orskov, 1984 ; Hoover,1986). Sin embargo, durante más del 60% del día los valores del mismo estuvieron dentro del rango óptimo para una buena fermentación de la fibra (Mertens y Ely, 1979). No se observó efecto del agregado de GM sobre el pH ruminal, asociado este comportamiento a la baja proporción empleada (12% de la dieta base MS) (Elizalde et al, 1993). Se observó además, un comportamiento diferencial entre los parámetros ruminales medidos a lo largo del día. Mientras que el pH decreció, la concentración de AGV totales y el nivel de amonio aumentaron entre las 4 a 8 hs posteriores a la entrega de la comida (10 :00 hs) coincidiendo con los momentos de máximo consumo. La respuesta de los AGV al aumento en el consumo se debería a un mayor abastecimiento de materia orgánica a los microorganismos ruminales.

Por otro lado, el tiempo que demoran las bacterias en colonizar la fibra (Lag time) depende del tipo de dieta (Pavan,1996), el cual varía entre las 4 a 6 hs posteriores de recibir el alimento (Pasinato,1990).

Respecto a la relación existente entre el pH ruminal y el N-NH<sub>3</sub>, se observó una relación negativa, disminuyendo la absorción del amoniaco cuanto menor es el pH, y así favorecer su acumulación en el rumen. Esto podría justificar los altos valores de N-NH<sub>3</sub> alcanzados en este trabajo. Se encontró también, que el aumento en el contenido proteico de la dieta tuvo un efecto positivo y significativo ( $P < 0.05$ ) sobre el nivel de amoniaco, coincidiendo con otros autores, entre ellos (Herrera-Saldana et al, 1990). Con estas altas concentraciones de amoniaco (media 29.17 mg/dl) y a lo largo de todo el día, fue evidente que no debieron haber habido limitantes para la síntesis de proteína microbiana (Mehrez et al, 1977).

## CONCLUSIONES

De acuerdo al valor del pH, del amonio y de la concentración de AGV totales alcanzados en cada uno de los tratamientos, y a lo largo de todo el día, se deduce que no hubo limitantes para el desarrollo de los microorganismos celulolíticos ni para la síntesis de proteína microbiana.

## IV° (A).- TRABAJO EXPERIMENTAL

### **Engorde a corral de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base y diferentes niveles de grano de maíz y harina de girasol.**

#### **1. Efectos sobre el ambiente ruminal**

*Fernández Mayer, A.E.<sup>(2)</sup>, Santini, F.J.3, Rearte, D.H.<sup>(3)</sup>, Mezzadra, C.<sup>(3)</sup> García, S.C<sup>(4)</sup>.*

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de tres niveles de proteína dietaria aportados por la harina de girasol (HG) y el aporte adicional de grano de maíz (GM) a una dieta base de silaje de

maíz (SM), ofrecido una vez al día "ad libitum", empleando 6 novillos A. Angus fistulados de 390 $\pm$ 59 kg., distribuidos en 6 tratamientos (Sin -SG- y con grano de maíz -CG-): T1(12%SG), T2(15%SG) y T3(18%SG) con SM + HG a tres niveles de proteína (12 ;15 y 18%PB respectivamente) y T4(12%CG), T5(15%CG)

(2) Tesis de Magister en Nutrición Animal

(3) Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce

(4) Fac. Cs. Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)



y T6(18%CG) (12,15 y 18%PB respectivamente) con SM+HG+GM, este último al 12% sobre base seca. Se midió pH, amonio y concentración de AGV, todos sobre el licor ruminal en 6 períodos y 6 horarios de muestreo por período cada 4 horas. Además se midió la digestibilidad "in vivo" usando óxido crómico, el llenado ruminal y los momentos de consumo con tacógrafo. El diseño utilizado fue cuadrado latino con 6 animales, 6 períodos y 6 tratamientos, y las medias se compararon por el Test de Duncan al 5%.

Los máximos consumos se observaron entre los minutos 60 a 90 posteriores al suministro del alimento, coincidiendo con los menores niveles de pH (5.6 a 5.9). Sin embargo, el valor medio del mismo fue superior a 6, lo que permitiría un ambiente ruminal adecuado para el desarrollo de los microorganismos celulolíticos. Los valores de N-NH<sub>3</sub> mantuvieron una relación directa con el nivel de proteína consumida, cuyas diferencias fueron significativas (P<0.05). El T1(12%SG) tuvo la concentración de AGV más baja (66 mMol/l) y la más alta el T6(18%CG) (91.9 mMol/l) (P<0.05) en el resto no hubo diferencias, mientras que la relación C2 :C3 , solo fue distinta en el T1 (P<0.05). La digestibilidad "in vivo" y el contenido ruminal no mostraron diferencias (P>0.05) entre tratamientos.

## INTRODUCCION

El silaje de maíz (SM) está muy difundido en los sistemas de producción lechera del país y del mundo (Elizalde et al,1993). Sin embargo, en los planteos de producción de carne esta evolución fue más lenta, los países europeos y EEUU fueron los primeros en incorporarlo (Kilkenny,1978), y más recientemente lo empezaron a usar Australia (Moran y Wales,1992), Argentina (García y Santini,1994) y Uruguay (Vaz Martinz et al,1995).

Las dietas ricas en fibra provocan un intenso proceso de masticación y rumia, favoreciendo el ingreso de una cantidad de saliva que, a través del aporte de fosfatos y bicarbonatos, es capaz de mantener el pH del rumen en un rango que va de 6.6 a 6.8 (Kauffman, 1976). Sin embargo, con altos consumos de carbohidratos -CHO- (>30% del consumo sobre base seca) el pH puede descender por debajo de 6.0. Esto puede ocasionar una reducción en la digestión de la fibra, con una completa cesa-

ción de ésta al llegar el pH entre 4.5 y 5.0 (Mould y Orskov,1984 y Rearte y Santini,1989).

Un efecto contrario provoca el agregado de un suplemento proteico degradable en rumen a una dieta fibrosa, el cual puede mejorar la digestión de la fibra, al aumentar el número de microorganismos ruminales, siendo más efectiva la respuesta cuando se usa una fuente de proteína verdadera que NNP (nitrógeno no proteico) (Hoover y Stokes,1991), tal es el caso de la harina de girasol o soja (Santini y Dini,1986).

El objetivo de este estudio fue evaluar los parámetros del ambiente ruminal generados por las distintas dietas empleadas (12,15 y 18% PB, con y sin grano de maíz adicional) usando el silaje de maíz como alimento base y distintos niveles de harina de girasol y grano de maíz, que permitan explicar los resultados alcanzados en el ambiente ruminal de los animales sujeto a las dietas usadas en este trabajo.

## MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se utilizaron 6 animales fistulados (A. Angus de 390±59 kg de peso vivo en promedio) que estuvieron en los corrales del Galpón de Metabolismo de la EEA INTA Balcarce, desde el 23 de agosto al 4 de noviembre de 1996.

Se establecieron 6 tratamientos, con 2 repeticiones, usando como base de la dieta al SM de planta entera picado fino, diferenciados entre sí por 3 niveles de proteína bruta en la dieta (12,15 y 18% PB sobre base de MS), aportados por la harina de girasol (HG) y a su vez dividido en 2 grupos, con (CG) y sin aporte extra de grano de maíz (SG) seco y molido (12% sobre base seca). Los tratamientos fueron T1(12%SG), T2(15%SG), T3 (18%SG), T4 (12%CG), T5 (15%CG) y T6 (18%CG). Se realizaron 6 períodos con un intervalo de 10-12 días entre ellos. Durante los últimos 7 a 9 días de cada período, los animales recibieron a través de la fístula ruminal 2 bolos de óxido crómico/animal/día, (5 gr. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/bolo), uno a la mañana y otro a la tarde, con el objetivo de poder medir la producción de heces y con ésta, descontado al consumo de MS, determinar la digestibilidad "in vivo".

Sobre el licor ruminal, extraído al finalizar cada período, durante 6 veces al día (cada 4 horas) se determinó el pH -in situ- (peachímetro digital Cole

Palmer), y sobre una muestra filtrada y centrifugada a 10.000 ppm durante 20' y a 0°C, se midió el N-NH<sub>3</sub> con el Autoanalizador Technicon y AGV por cromatografía en fase gaseosa. Además, se midió al finalizar cada período el contenido ruminal.

Por otro lado, se determinó el tiempo y momentos de consumo, colocando un tacógrafo en la tabla del cuello de los animales fistulados.

El diseño experimental empleado fue un cross over, con 6 animales, 6 períodos y 6 tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El tiempo medio requerido por los animales para el consumo de los alimentos fue de 7 hs 33' variando entre las 6 hs 45' y las 8 hs 9', no observándose diferencias significativas (P>0.05) entre tratamientos (Tabla 23).

Con respecto al patrón de consumo, se observaron 2 picos de consumo coincidentes en todos los tratamientos, el primero se localizó entre 60 a 90 minutos posteriores al suministro de los alimentos., y el segundo al atardecer. Estos resultados son coincidentes con otros autores, tanto en ensayos pastoriles (Aello y Gómez, 1983) como a corral (Vasilatos y Wangsnee, 1980). Estos mismos autores en-

contraron que durante las 24 hs se registraron consumos, aunque en las horas diurnas se concentró el 66% del tiempo total, consistente con este trabajo.

Asimismo, el consumo medio de MS fue de 10.53 kg MS/cabeza/día, no registrándose diferencias (P>0.05) entre tratamientos. Algo similar ocurrió con la digestibilidad "in vivo" de la MS, alcanzado una media de 60.5%, la cual tampoco se diferenció significativamente entre tratamiento. Ambos comportamientos se los podría explicar por el corto intervalo ( $\pm$  10-12 días) que hubo entre períodos, imposibilitando que se manifiesten diferencias provocadas por el mayor contenido proteico de las dietas (Santini, comunicación personal).

El contenido ruminal medio (4.62 kg MS/cab./día) fue similar entre tratamientos (P>0.05). Este resultado es lógico, si consideramos que otros parámetros medidos, como el consumo de MS, la digestibilidad de la MS, el tiempo y patrón de consumo, no mostraron diferencias entre dietas.

Además del efecto sobre la digestibilidad de la fibra, el descenso del pH ruminal está asociado a ligeros cambios en la proporción molar de los AGV producidos en el rumen, aumentando el C3 en detrimento del C2 (Rearte y Santini, 1989), lo que podría justificar los valores de C2 :C3 registrados. Estos últimos valores junto con las concentraciones

Tabla 23: Evolución de los parámetros del ambiente ruminal entre tratamientos

	T-1 12%PB sin GM	T-2 15%PB sin GM	T-3 18%PB sin GM	T-4 12%PB conGM	T-5 15%PB conGM	T-6 18%PB conGM	Media
Tiempo consumo (hs) X	7h 0' ±8' a	6h 45' ±11' a	8h 9' ±9' a	7h 57' ±10' a	7h 38' ±9' a	7h 38' ±8' a	<b>7h 33'</b>
Ph	6.18 ±0.30 ab	6.16 ±0.28 ab	6.09 ±0.32 bc	6.20 ±0.33 aa	6.08 ±0.30 bc	6.02 ±0.36 cc	<b>6.12 ±0.32</b>
N-NH <sub>3</sub> (mg/dl)	18.7 ±9.11 dd	28.5 ±13.6 bc	37.6 ±13.5 ab	21.1 ±8.35 cd	31.9 ±11.4 ab	40.2 ±8.23 aa	<b>29.17 ±10.3</b>
AGV (mMol/l)	66.2 ±12.7 cc	66.0 ±7.74 bc	77.2 ±19.5 bc	75.3 ±10.3 bc	78.6 ±15.0 bb	91.9 ±18.2 cc	<b>77.66 ±7.55</b>
C2 :C3	1.97 ±0.70 a	1.89 ±0.21 b	1.77 ±0.28 b	1.87 ±0.38 b	1.79 ±0.36 b	1.86 ±0.27 b	<b>1.85 ±0.17</b>
Digestibilidad "in vivo" MS(%)	0.60 ±0.04 a	0.59 ±0.03 a	0.61 ±0.04 a	0.61 ±0.03 a	0.59 ±0.02 a	0.62 ±0.01 a	<b>0.60 ±0.03</b>

molares de AGV obtenidas en este ensayo (media 77.66 mMol/l) están más asociados a una dieta rica en concentrados que a una rica en fibra, donde pudo haber influido el grano del SM ( $\pm 35\%$  de la MS total ensilada).

El valor medio del pH en el rumen fue de 6.11, nivel en el cual podría haber una ligera depresión en la digestión de la fibra (FDN) (Mould y Orskov, 1984 ; Hoover, 1986). Sin embargo, durante más del 60% del día los valores del mismo estuvieron dentro del rango óptimo para una buena fermentación de la fibra (Mertens y Ely, 1979). No se observó efecto del agregado de GM sobre el pH ruminal, asociado este comportamiento a la baja proporción empleada (12% de la dieta base MS) (Elizalde et al, 1993). Se observó además, un comportamiento diferencial entre los parámetros ruminales medidos a lo largo del día. Mientras que el pH decreció, la concentración de AGV totales y el nivel de amonio aumentaron entre las 4 a 8 hs posteriores a la entrega de la comida (10 :00 hs) coincidiendo con los momentos de máximo consumo. La respuesta de los AGV al aumento en el consumo se debería a un mayor abastecimiento de materia orgánica a los microorganismos ruminales.

Por otro lado, el tiempo que demoran las bacterias en colonizar la fibra (Lag time) depende del

tipo de dieta (Pavan, 1996), el cual varía entre las 4 a 6 hs posteriores de recibir el alimento (Pasinato, 1990).

Respecto a la relación existente entre el pH ruminal y el N-NH<sub>3</sub>, se observó una relación negativa, disminuyendo la absorción del amoníaco cuanto menor es el pH, y así favorecer su acumulación en el rumen. Esto podría justificar los altos valores de N-NH<sub>3</sub> alcanzados en este trabajo. Se encontró también, que el aumento en el contenido proteico de la dieta tuvo un efecto positivo y significativo ( $P < 0.05$ ) sobre el nivel de amoníaco, coincidiendo con otros autores, entre ellos (Herrera-Saldana et al, 1990). Con estas altas concentraciones de amoníaco (media 29.17 mg/dl) y a lo largo de todo el día, fue evidente que no debieron haber habido limitantes para la síntesis de proteína microbiana (Mehrez et al, 1977).

## CONCLUSIONES

De acuerdo al valor del pH, del amonio y de la concentración de AGV totales alcanzados en cada uno de los tratamientos, y a lo largo de todo el día, se deduce que no hubo limitantes para el desarrollo de los microorganismos celulolíticos ni para la síntesis de proteína microbiana.

## IV° (B).- TRABAJO EXPERIMENTAL

### **Engorde a corral de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base y diferentes niveles de grano de maíz y harina de girasol. <sup>(1)</sup>**

#### **2. Efectos sobre el comportamiento productivo**

*Fernández Mayer, A.E.<sup>(2)</sup>, Santini, F.J.3, Rearte, D.H.<sup>(3)</sup>, Mezzadra, C.<sup>(3)</sup> García, S.C.<sup>(4)</sup>.*

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de tres niveles de proteína dietaria aportados por la harina de girasol (HG) y el aporte adicional del grano de maíz molido (GM) a una

dieta base de silaje de maíz (SM), ofrecido una vez al día "ad libitum". El experimento tuvo una duración de 165 días (6/6 al 21/11/96), empleando 120 novillitos de razas británicas (Aberdeen Angus, Shorthorn y cruza), cuyo peso medio inicial fue de 160.76 $\pm$ 2.23 kg, distribuidos en 6 tratamientos con

<sup>(2)</sup> Tesis de Magister en Nutrición Animal <sup>(3)</sup> Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce  
<sup>(4)</sup> Fac. Cs. Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)

2 repeticiones : T1(12% sin grano-SG-), T2(15%SG) y T3(18%SG) con SM+HG a tres niveles de proteína (12,15 y 18 %PB respectivamente), y T4(12% con grano-CG-), T5(15%CG) y T6(18%CG) (12,15 y 18%PB respectivamente) con SM+HG+GM, este último al 12% sobre base MS. Se midió: evolución del peso vivo, consumo de MS, espesor de la capa de grasa dorsal, eficiencia de conversión, y se realizó un análisis económico.

El diseño experimental fue un completamente aleatorizado con arreglo factorial 3x2. Los tratamientos se compararon mediante contrastes ortogonales. La ganancia de peso media del ensayo fue  $1.02 \pm 0.043$  kg. Se observó que la ganancia del T6 (18%CG) ( $1.115$  kg/cabeza) se diferenció estadísticamente del resto ( $p=0.008$ ), mientras que la de las dietas con 12%PB ( $0.979$  kg/cab) fueron significativamente inferiores ( $P<0.05$ ) encontrándose una "interacción positiva" entre los niveles de proteína y el agregado de grano de maíz ( $p=0.048$ ). El engrasamiento medio del ensayo fue  $4.62 \pm 0.93$  mm/cab., no se registró efecto de los distintos niveles de proteína dietaria, pero sí fue significativo ( $p=0.024$ ) el aporte de GM. Mientras que el consumo aumentó ( $p=0.008$ ) a medida que se incrementó el nivel de PB en la dieta y también con el agregado de GM ( $p=0.005$ ). La eficiencia de conversión no fue diferente entre tratamientos ( $6.88 \pm 0.08$  kg p.v./kg MS alimento). Se destaca una respuesta inversa entre el resultado económico y el productivo. T1(12%SG) tuvo un ADPV de  $0.976$  kg y produjo el mayor margen bruto parcial y porcentaje de carne libre ( $59.9$  u\$s/cabeza y 45% respectivamente) de todo el experimento, triplicando tanto el margen bruto parcial como el porcentaje de carne libre del T6(18%CG) dando  $21.31$  u\$s/cabeza y 14% respectivamente. Si bien existió una respuesta diferencial en los parámetros productivos medidos ante las distintas dietas, se sugiere que todavía no se han alcanzado los niveles máximos de producción de carne individual, por los resultados tan disímiles hasta ahora obtenidos entre distintos autores y con dietas variadas.

## INTRODUCCION

El SM se caracteriza por tener un nivel medio de energía (2.2-2.5 Mcal EM/kg MS) y bajo contenido proteico (5-10%PB/kg MS), que resultan insuficientes para cubrir los requerimientos en pro-

teína de vacunos en crecimiento como los de energía en los animales en terminación (Kilkenny, 1978).

En los sistemas de engorde a corral (feedlot) en EEUU, al SM se lo combina con concentrados en altas proporciones, los cuales podrían ocasionar problemas en la salud animal y eleva los costos de producción (Fluharty et al, 1996). En Argentina (García y Santini, 1994) y en Australia (Kaiser y Simmul, 1992), se están obteniendo muy buenos resultados en ganancia de peso (superiores a 1 kg/día) con animales jóvenes alimentados con altas proporciones de SM y el agregado de un suplemento proteico de alta degradabilidad ruminal, como la harina de soja o de girasol.

También se encontró que la adición de grano de cereal (fuente energética) a una dieta base de SM produce una respuesta positiva en el grado de terminación de los vacunos, permitiendo una mayor producción de ácido propiónico en rumen y con él, un aumento en la síntesis de glucosa en hígado (gluconeogénesis).

Este carbohidrato (CHO) provoca incrementos en los niveles de insulina en sangre aumentando la síntesis de grasa en tejido adiposo y asegurando una rápida terminación.

Sin embargo, falta información sobre cuál o cuales son los niveles de energía y de proteína bruta dietaria necesarios para obtener una alta tasa de crecimiento y un grado de terminación de los animales apropiados a las demandas del mercado.

En base a estos antecedentes se ha trazado la siguiente hipótesis de trabajo:

La incorporación de grano de maíz y de proteína dietaria (harina de girasol) al silaje de maíz provoca una respuesta en ganancia de peso diferencial entre tratamientos (12, 15 y 18% PB, con y sin grano de maíz adicional) a lo largo del ciclo de engorde.

A partir de esta hipótesis, los objetivos generales a alcanzar son:

- 1) Estudiar los efectos de distintos niveles de proteína (aportados por la HG), combinados con SM solo, SM más GM y su posible interacción sobre la ganancia de peso.

2) Determinar la combinación de alimento que logre la mejor eficiencia de conversión.

3) Realizar un análisis económico de las distintas dietas utilizadas para determinar cuál produce mayor beneficio económico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en los corrales de la Reserva 7 (EEA INTA Balcarce) desde el 6 de junio de 1996 hasta el 21 de noviembre del mismo año.

Se establecieron 6 tratamientos con 2 repeticiones diferenciados entre sí por 3 niveles de proteína bruta en la dieta (12,15 y 18% PB sobre base de MS) y a su vez dividido en 2 grupos con y sin aporte extra de grano de maíz (GM) seco y molido (12% sobre base de MS de la dieta) (Tabla 24).

En todos los casos, la dieta base fue el silaje de maíz de planta entera, de picado fino, y el nivel

proteico se ajustó variando la cantidad de harina de girasol (HG) para cada tratamiento.

Se utilizaron 120 novillitos de razas británica (60 Shorthorn (S), 38 A. Angus (AA), 6 Angus colorado (AC), 16 Angus x Hereford (C) con un peso ponderado de  $160.7 \pm 2.23$  kg/cabeza variando el peso entre los 127 kg/cab. (AA) y los 219 kg/cab. (S). Todos los animales nacieron en la primavera de 1995. Los animales no recibieron ningún tipo de implantes.

Los animales fueron distribuidos en 12 corrales (10 cabezas/corral), tratando de repartir proporcionalmente los tipos genéticos disponibles en cada uno de los corrales. Los terneros al llegar al ensayo el 28/5/96 luego de ser asignados a los corrales correspondientes, recibieron una ración con 12% de PB sobre base seca durante el período de acostumbramiento que duró hasta el 5/6/96. La misma estuvo compuesta por 80% de silaje de maíz y 20% de harina de girasol sobre base seca.

**Tabla 24:** Composición de las distintas dietas (% MS de la dieta).

Tratamientos	Silaje de maíz	Harina de girasol	Grano de maíz
T1 :12%PB sin GM (12%SG)	80	20	-
T2 : 15%PB sin GM (15%SG)	70	30	-
T3 : 18%PB sin GM (18%SG)	60	40	-
T4 : 12%PB con GM (12%CG)	70	18	12
T5 : 15%PB con GM (15%CG)	62	26	12
T6 : 18%PB con GM (18%CG)	48	40	12

A partir del 6/6/96 se dio comienzo al período experimental hasta su finalización el 21/11/96. La ración se suministró 1 sola vez al día (entre las 11 :00 y 12 :00 hs. a.m.), distribuyendo el SM a través de un mixer (Mainero) con balanza digital incorporada, añadiendo las cantidades predeterminadas de GM y HG según tratamiento.

En todos los casos, se prepararon los suplementos (en bolsas) para consumo de una semana y fueron colocadas frente a cada corral.

El criterio empleado para la venta de los animales fue la combinación del peso vivo y nivel de engrasamiento (> 320 kg pv/cabeza y > 6 mm

grasa dorsal medido a la altura de 12 y 13 costilla, respectivamente), el cual se considera un adecuado grado de terminación para nuestro mercado interno, según los frigoríficos. En base a este criterio se debieron realizar 2 ventas (14/11/96 y 22/11/96).

En la Tabla 25 se resumen los resultados de los análisis químicos de los distintos suplementos usados y del silaje de maíz. Los mismos fueron secados y molidos en molinos de Wiley con malla de 1 mm previo a realizar los siguientes análisis químicos:

\*Nitrógeno total (NT) por semi microdeterminación (Ovejero,1987)

\*Nitrógeno amoniacal, mediante Autoanalizador Technicon, modelo 2,1970

\* Fibra detergente neutro (FDN) y Fibra detergente ácido (FDA) (Goering y Van Soest, 1970)

\*Digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIVMS) (Tilley Terry,1963)

\*Almidón (Mc Rae y Armstrong,1968)

**Tabla 25:** Composición química promedio de los alimentos (%)

	MS	FDN	FDA	PB	Almidón	Mcal EM/kg MS <sup>1</sup>	DIVMS
Silaje de maíz	32	47	23.9	6.85	15.8	2.36	65.5
Harina de girasol	90.8	34.4	25.2	34.1	vestigios	2.44	67.8
Grano de maíz	84.2	3.5	1.63	9.05	67.8	3.02	83.7

(1) Cálculo de la energía metabolizable (EM) según ARC (1965):  $4.4 \text{ Mcal E.bruta/kg MS} \times 0.82 \times \text{DIVMS} (\%) = \text{Mcal EM/kg MS alimento}$

## Mediciones

• **Consumo de MS:** Por diferencia entre ofrecido y rechazado. Se midió una vez por semana pesando el material con una balanza electrónica (TrueTest).

• **Evolución del peso vivo:** Con pesadas cada 21 días, sin desbaste. El peso inicial de cada tratamiento se muestra en la Tabla 26.

• **Espesor de la capa de grasa dorsal:** Se usó un ecógrafo (Pie Medical 480) con transductor lineal de 3.5/5.0 Mhz de 96 mm de largo, para estas determinaciones se utilizó aceite vegetal mezcla como acoplante. La medición se efectuó entre las 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costillas cada 21 días, coincidiendo con el día de la pesada de los animales.

• **Análisis económico:** Se realizó un análisis económico, al finalizar el ensayo, empleando, para ello, el método de los presupuestos parciales, que consiste en comparar si los ingresos adicionales que se reciben son superiores o no a los costos adicionales en que se incurre. Ello con la finalidad de evaluar a los distintos tratamientos y determinar cual/es produjeron mayor beneficio marginal.

• **Diseño experimental y análisis estadístico:** La unidad experimental en este ensayo se consideró al corral. El análisis de los datos se realizó mediante un ANOVA bajo diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial 3x2 (3 niveles de proteína y 2 de grano), considerando al corral como la unidad experimental, con el siguiente modelo:

**Tabla 26:** Peso medio inicial por tratamiento (kg/cabeza)

TRATAMIENTO	PESO (kg/cabeza)	STD
T-1 (12%SG)	162.9	±19.4
T-2 (15%SG)	162.9	±16.7
T-3 (18%SG)	161.4	±16.0
T-4 (12% CG)	158.8	±15.8
T-5 (15%CG)	160.0	±18.1
T-6 (18%CG)	160.7	±19.7
PROMEDIO	160.7	

$$Y_{ijk} = U + P_i + M_j + (PM)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  es la variable observada

$U$  es la media poblacional

$P_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo nivel de proteína

$M_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo nivel de grano de maíz

$(PM)_{ij}$  es el efecto de la interacción (nivel de proteína y nivel de grano de maíz)

$E_{ijk}$  es el error experimental

Las medias se compararon mediante contrastes ortogonales, de acuerdo a las hipótesis del experimento previamente planteadas.

**Contraste 1:** efecto grano (singrano vs con grano)

**Contraste 2:** respuesta lineal al aumento proteico (sin grano)

**Contraste 3:** respuesta lineal al aumento proteico

(con grano)

**Contraste 4:** respuesta cuadrática al aumento proteico (sin grano)

**Contraste 5:** respuesta cuadrática al aumento proteico (con grano)

Y se empleó el SAS (1989) para analizar estadísticamente los datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consumo de MS

Los consumos de MS respondieron positivamente al incremento de la proteína dietaria ( $P=0.008$ ), al de grano de maíz ( $P=0.005$ ) y a la interacción de ambos ( $P=0.048$ ), incrementando de 6.8 a 7 kg de MS/día cuando se pasó de 12 a 18% PB sin grano y de 6.7 a 7.7 kg MS/día, con grano (Tabla 27).

**Tabla 27:** Evolución de los parámetros productivos según tratamiento

	T-1 12%SG	T-2 15%SG	T-3 18%SG	T-4 12%CG	T-5 15%CG	T-6 18%CG	Media
días de engorde	166.6 ±5.2	165.5 ±4.5	166.8 ±3.7	163.8 ±4.8	164.2 ±2.5	161.9 ±3.2	165.3 ±1.71
Consumo (Kg M.S./día)	6.81 ±1.02	6.88 ±0.99	7.0 ±1.0	6.75 ±1.05	7.18 ±1.03	7.68 ±0.98	7.05 ±0.31
GDP (kg/cabeza/día)	0.976 ±0.29 c	1.006±0.26 ab	1.005 ±0.29 ab	0.982 ±0.24 c	1.06 ±0.34 ab	1.115 ±0.34 a	1.02 ±0.05
Deposición Grasa (mm/cabeza)	3.97 ±1.29 c	4.08 ±1.25 c	3.81 ±1.25 d	4.98 ±1.69 ab	5.16 ±1.69 ab	5.73 ±1.72 a	4.62 ±93
Engrasamiento Final (mm/cab)	6.13 ±1.05 c	5.98 ±1.1 c	5.88 ±1.5 c	7.15 ±1.06 ab	7.25 ±1.08 ab	7.73 ±0.98 a	6.68 ±0.71

Letras distintas indican diferencias significativas al 5% (test Duncan)  
GDP: ganancia diaria de peso

La suplementación con proteína dietaria a una dieta con SM favorece el consumo de MS, conclusión arribada por numerosos autores, entre ellos Moran and Wales, (1992). Sin embargo, Anderson et al (1988) no encontraron diferencias significativas en consumo de MS con novillos británicos de 333 kg pv y dietas a base de SM y harina de soja, cuyos niveles proteicos variaron entre 11 al 14%PB.

Entre las posibles teorías que tratan de explicar la respuesta en consumo a la suplementación

con proteína dietaria, se menciona la existencia de ciertos receptores específicos a "péptidos" ubicados en el tracto gastrointestinal, que permitiría actuar a través de impulsos nerviosos sobre el "hipotálamo en el cerebro" estimulando el consumo de MS y con él, de energía (Morley,1990).

Otra teoría, sugiere que al incrementar el consumo de proteína dietaria degradable en rumen aumentaría la tasa de crecimiento microbiano a nivel ruminal, la eficiencia de síntesis de

la proteína bacteriana y la digestión de la MS, y con ello, la tasa de pasaje (Nocek y Russel, 1988).

El otro factor sería el consumo de grano que tendría un efecto positivo ( $P < 0.05$ ) hasta valores no superiores al 30% (MS total) de grano. Este aumento se debería a un incremento en la digestibilidad de la MS, de la FDN y FDA de la dieta y a un aumento en el contenido energético de la misma (Hart, 1987), pero a mayores niveles de grano se produciría una depresión en el consumo de la MS y EM, al descender el pH ruminal y con éste la digestión de la fibra (Brennan et al, 1987).

### **Ganancia de peso y eficiencia de conversión**

En cuanto a la ganancia de peso, el valor medio fue 1.02 kg peso vivo -p.v.-/cab/día. En este estudio se observa un efecto diferencial y significativo ( $P < 0.05$ ) al aumento en el nivel de proteína, de GM y la interacción de ambos ( $P = 0.048$ ).

Respecto entonces, al contenido de proteína bruta de las dietas, se encontró una relación positiva entre los niveles proteicos y la ganancia de peso, observándose un comportamiento diferencial entre las distintas dietas. El T-6 (18%CG) obtuvo la ganancia más alta respecto del resto ( $P = 0.008$ ), mientras que no existieron diferencias estadísticas entre los niveles con 15 y 18% de los tratamientos 2,3 y 5 (15%SG, 18%SG y 15%CG respectivamente). En cambio, las ganancias de las dietas con 12% PB (0.979 kg GDP) tanto con como sin GM, fueron significativamente inferiores ( $P < 0.05$ ) (Tabla 27).

El comportamiento productivo fue consistente con muchos otros autores que usaron distintas fuentes proteicas y en distintas proporciones con dietas a base de SM, entre ellos (Fluharty y Loerch, 1996). Incluso, Kaiser y Simmul (1992) concluyeron que usando dietas con un contenido cercano al 12% PB, aportados con alguna fuente proteica degradable en rumen, como lo es la harina de soja o de girasol, alcanzarían para cubrir los requerimientos proteicos de novillos británico de mediano peso para una ganancia de aproximadamente 1 kg/día. No obstante, estos mismos autores consideran que este nivel proteico no sería suficiente para lograr ganancias superiores, en esos casos, se debería elevar el contenido de proteína de la dieta. Estos resulta-

dos son consistentes con este trabajo.

Con respecto al efecto de los granos sobre la ganancia de peso, varios autores encontraron un incremento significativo sobre el GDP, al aumentar la proporción de grano a una dieta con SM, entre ellos Jacob y Zorrilla, 1994, aunque una muy alta proporción de esa ganancia se debería un mayor engrasamiento, habiendo un menor efecto en la retención de tejido magro (kg).

Obviamente, el agregado de grano de maíz permitiría aumentar la disponibilidad de almidón en duodeno y por ende de glucosa, generándose además precursores gluconeogénicos a nivel ruminal, como el C3 que en este trabajo aumentó ligeramente en los tratamientos que tuvieron la adición del GM.

En lo que se refiere a la eficiencia de conversión (kg MS de alimento/kg GDP) del ensayo, ésta fue de 6.88 kg, no registrándose diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, similar a lo hallado por Lomas et al, (1982). Sin embargo, otros autores encontraron un aumento lineal significativo de la eficiencia de conversión, al incrementar los niveles energéticos y proteicos en la dieta (Veira et al, 1994).

### **Depósito de grasa dorsal**

El nivel de engrasamiento medio del tratamiento fue  $4.62 \pm 0.93$  mm grasa dorsal/cabeza (cuadro 27). No se registró efecto de los distintos niveles proteicos, y sí en cambio, fue altamente significativo ( $P = 0.0024$ ) el aporte de grano adicional a la dieta. Este comportamiento fue similar al encontrado por numerosos autores, entre ellos Anderson et al, (1988). Los contrastes ortogonales confirmaron el efecto significativo del grano sobre la tasa de engrasamiento y en cambio no fue significativo el incremento en los niveles de proteína dietaria (Tabla 28).

### **Análisis económico**

El resultado económico obtenido (Tabla 29) contradice al productivo, ya que el tratamiento 1 (12%SG) de menor ganancia de peso y engrasamiento, produjo el mayor margen bruto parcial y porcentaje de carne libre (59.7 u\$/cab.



**Tabla 28:** Contrastes ortogonales

	Efecto Grano SG vs CG <sup>1</sup>	Efecto lineal Sin grano	Efecto cuadrático Sin grano	Efecto cuadrático Con grano
Consumo	0.005	NS	NS	NS
Ganancia de peso	0.012	NS	NS	NS
Grasa	0.0024	NS	NS	NS

NS: efecto no significativo ( $P > 0.05$ ) / (1) sin grano (SG) vs con grano de maíz (CG)

y 45% respectivamente) de todo el experimento, triplicando tanto el margen bruto parcial como el porcentaje de carne libre del tratamiento 6 (18%CG) (21.31 u\$/cab y 14% respectivamente), tratamiento que desde el punto de vista productivo alcanzó la mejor performance.

En este último tratamiento los mayores costos de los suplementos usados impactaron muy negativamente sobre el Margen bruto parcial.

## CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos se aceptaría la hipótesis de trabajo, pues la respuesta en ganancia de peso fue diferencial a lo largo del ciclo de engorde, si bien el T-6 (18%CG) fue diferente estadísticamente ( $P = 0.008$ ) del resto, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos 2, 3 y 5 (15%SG, 18%SG y 15%CG, respectivamente) con 15 y 18% PB. En cambio, las dietas con 12%PB (12%SG y

12%CG) fueron significativamente inferiores ( $P > 0.05$ ), encontrándose una interacción entre los niveles de proteína y de grano ( $P = 0.048$ ), es decir, hubo una respuesta positiva en ganancia de peso al aumento en el nivel proteico de las dietas con la presencia del grano, mostrando además el agregado de grano de maíz un efecto positivo sobre dicho parámetro ( $P = 0.012$ ).

Se concluye que existió parcialmente una respuesta diferencial, en los parámetros productivos medidos en este trabajo, ante la presencia de distintos niveles proteicos y energéticos en las dietas. Sin embargo, se debiera profundizar estos estudios para determinar los niveles óptimos de proteína dietaria y de concentrados energéticos, que permitan la máxima tasa de crecimiento para las distintas edades y para animales de distinta madurez. Estos resultados sugerirían que todavía no se han alcanzado los niveles máximos de producción de carne individual, por los resultados tan disímiles hasta ahora encontrados entre distintos autores y con dietas variadas.

**Tabla 29:** Resultado económico

	T-1 12%SG	T-2 15%SG	T-3 18%SG	T-4 12%CG	T-5 15%CG	T-6 18%CG	Media
Ingreso Bruto (u\$/cab) -1-	133	136	137	131	142	148	135.5
Costo alimentación (u\$/cab) -2-	73.5	85.5	98.4	88.3	105	126.7	96.33
Margen bruto parcial (u\$/cab) -3-	59.7	51.0	38.9	43.5	37.2	21.31	39.17
Producción de Carne Libre (%) -4-	45	37	28	33	26	14	29

### Referencias

1) Kilos ganados x 0.82 u\$/kg (precio neto/kilo de carne); 2) Costo total de los suplementos y silaje de maíz;  
3) Margen bruto parcial : Ing. Bruto- costo de alimentación; 4) Prod. de carne libre : Margen bruto parcial/Ing. bruto x 100  
Costo de los insumos (precios a noviembre de 2000): Silaje de maíz: 0.043 u\$/kg MS / Harina de girasol: 0.13 u\$/kg MS  
Grano de maíz (molido): 0.143 u\$/kg MS

## SUBPRODUCTOS DEL MANÍ

### HARINA DE MANÍ

Otro subproducto de la extracción de aceite pero en este caso de la semilla de maní, es la **harina de maní** (HM). Si la extracción es por métodos mecánicos –expeller- puede tener cerca de un 6% más de grasa y 8% más de energía que cuando es a través de solventes orgánicos –harinas-. La HM contiene menos energía que la harina de soja y un nivel inferior de proteína indegradable en rumen (by pass) (25% y 30% respectivamente) (Tabla 30) (Harris, 1992).

Entre los suplementos proteicos es quizás el más palatable, lo cual junto a su alto nivel en proteína, hacen de este subproducto un excelente suplemento para ser usado solo o en combinación con algún otro de menor degradabilidad ruminal en animales de alta producción,

tanto de leche como de carne. A pesar de estas características nutricionales y de palatabilidad, su uso está restringido por problemas de costos, salvo en zonas vecinas a las industrias donde se extrae el aceite.

La HM es deficiente en lisina y la proteína es de baja digestibilidad, posiblemente debido a los taninos incluidos en el tegumento. Y similar a lo que ocurre con otros suplementos es fácilmente atacada por los hongos generadores de Aflatoxina.

En cuanto a las características nutricionales de la cáscara de maní, éstas son bajas debido a su alto tenor en celulosa -70%- y de baja digestibilidad para rumiantes, afectado por el alto nivel de lignina que suele acercarse al 30%.

**Tabla 30:** Composición química de la harina de maní

Parámetros	Composición porcentual (% de la MS)
Proteína bruta	52.3
FDA	6.0
Digestibilidad “in vitro” de la MS	77.0
Energía neta de lactancia	1.75 Mcal/kg MS

Fuente: Harris, 1992

## SUBPRODUCTOS DE LA SOJA O SOYA

### POROTO DE SOJA O SOYA

El poroto de soja o soya se caracteriza por tener un alto contenido proteico y un perfil muy completo de AA y minerales. No obstante, debido a su alto contenido en aceites -4 al 6%- la proporción de este suplemento en una dieta no debiera superar el 10% de la materia seca de la ración total. Si así no lo fuere puede ocasionar disturbios metabólicos, por la presencia del aceite y de sustancias inhibitorias, afectando el consumo y la síntesis de proteína microbiana (Tabla 31).

**Tabla 31:** composición nutricional del poroto de soja (%)

Componente	Nivel medio
Humedad	10.20
Cenizas	6.01
Proteína bruta	40.74
Fibra bruta	8.53
Grasa	18.31
Calcio	0.25
Fósforo	0.56
Magnesio	0.22

*Adaptado de Forrajes Journal, 1997*

La presencia de estas sustancias inhibitorias, afectan en especial a ciertas enzimas proteolíticas, propias del poroto de soja cruda, reduciendo la actividad de dos proteínas como la tripsina y la quimiotripsina. Estos inhibidores determinan una mayor secreción de enzimas pancreática y la hipertrofia del páncreas.

Gracias a la característica termolábil de dichos inhibidores, permiten que se destruya el efecto de las mismas con un tratamiento con calor (superior a 80°C). En otras palabras, dicho factor "antitripsina" reduce la digestibilidad de algunas proteínas al alterar la acción de las enzimas antes mencionadas.

La harina de soja no presenta este problema porque en su procesamiento se expone al calor, el cual destruye dichas sustancias inhibitorias.

Sin embargo, cuando el tratamiento térmico es excesivo se reduce el valor de la proteína, al formarse sustancias complejas entre ciertos azú-

cares con los grupos amino de la cadena peptídica, en especial con el grupo amino de la lisina, que hacen inutilizable a este AA para la nutrición del animal (Bondi, 1988).

Merchen et al, 1998, evaluando el efecto de la temperatura del tostado del poroto de soja sobre la digestión de la proteína y de los ácidos grasos en novillos -Angus x Simmental-, encontraron un incremento en la fracción proteica "by pass" hasta 140°C, luego decreció. Mientras, que el flujo de N bacteriano a duodeno no sufrió modificaciones en los distintos tratamientos. Sin embargo, fue significativo el efecto del tostado de la soja sobre la tasa de desaparición del N -gramos/día- en el intestino delgado respecto al testigo sin tostar, observándose una mejora en la digestibilidad del N en dicha porción del tracto digestivo, al desactivar el inhibidor de la tripsina y mejorando su utilización.

Otro trabajo reciente usando poroto de soja tratado con calor fue el realizado por Armentano et al (1997), quienes evaluaron la respuesta en leche y en la proteína de la leche con vacas lecheras de alta producción (41.5 kg/día) y una dieta basada en henolaje de alfalfa (silo pack) y poroto de soja desactivado por temperatura vs sin tratar. Con el objetivo de verificar la baja proporción de meteonina -AA limitante- que tiene este tipo de dietas, no así en lisina, estos autores suministraron meteonina protegida y meteonina más lisina vía ruminal.

Ni la producción de leche ni el contenido de grasa (3.26%) se afectaron por los AA suplementados. Sin embargo, la adición de meteonina protegida incrementó linealmente la producción y concentración de proteína láctea, pasando de 2.89 a 2.99% con la adición de 10.5 gramos /día de meteonina protegida.

Estos efectos negativos afectan, principalmente, a los NO rumiantes (aves y cerdos). Mientras que en los rumiantes por efecto de los procesos vinculados con el ambiente ruminal (pH, medio reductor, metabolitos secundarios, etc.) se reducen significativamente los efectos negativos. Sin embargo,

por los altos niveles de grasas (18-20%) que tienen estos granos se produce un efecto depresor de la digestibilidad de la fibra, y con ella, se alteran los metabolitos ruminales (AGV, amonio, etc.) afectando marcadamente los resultados productivos.

El consumo de ácidos grasos (AG) totales y AG de C-18 fue ligeramente superior respecto al control (soja cruda). Mientras, que la biohidrogenación en rumen de los AG insaturados de C-18 fue similar entre tratamiento -promedio 78%-. Este resultado estaría indicando que no habría un efecto del calor sobre la biohidrogenación de los AG

insaturados. Sin embargo, se observó una mayor digestibilidad de los AG de C-18 de la soja tratada con calor comparada con la soja cruda, 86.3 vs 81.0 % respectivamente.

Respecto a la degradabilidad de la fracción proteica, se destaca un reciente trabajo realizado por Cechetti y otros,(1998), quienes evaluaron con animales fistulados en rumen a la soja de descarte o sojilla (S) junto con otros subproductos de la agroindustria, la harina de soja (HS), la harina de girasol (HG) y la semilla de algodón (SA). Los resultados de este estudio se describen en la Tabla 32.

**Tabla 32:** Degradabilidad ruminal de la materia seca y proteína de subproductos de la agroindustria (en %).

Suplemento	PB	DPMS	PBS	PBD24	DPPB
Sojilla	35.0	100.0	49.5	49.2	98.7
H. de soja	43.7	96.5	36.2	52.0	88.2
H. de girasol	39.0	80.0	27.6	59.2	86.8
S. de algodón	20.3	50.3	68.8	6.6	75.4

*PB: proteína bruta DPMS: degradabilidad potencial de la materia seca  
PBS: proteína bruta soluble PBD24: degradab. de la PB a las 24 horas  
DPPB: degradabilidad potencial de la proteína bruta*

La MS y la fracción proteica de S, HS y HG, se caracterizaron por ser altamente degradables en rumen y en menor proporción le siguió la SA. En conclusión, los subproductos evaluados aparecen como interesantes fuentes de nutrientes para los microorganismos ruminales, y considerando los

altos niveles de nitrógeno degradable, se debe tener en cuenta un adecuado suministro de energía disponible a nivel del rumen o la posibilidad de utilizar métodos de protección tendientes a reducir la degradabilidad ruminal de la fracción proteica.

## CASCARA DE SOJA O SOYA

Durante el procesamiento del poroto de soja, uno de los subproductos posibles es la **cáscara de soja**. Este subproducto se caracteriza por tener un 91% de materia seca, 12.1% de PB, 67% de FDN, 5.1% de cenizas, 14.0% de almidón, 77% digestibilidad de la MS, 0.49% de calcio, 0.21% de fósforo y 1.27% de potasio (NRC, 1984).

Crawford y Garner,(1993) realizaron un trabajo con novillos alimentados con heno de Festuca y suplementados al 0.7% del peso vivo, usando grano de maíz y cáscara de soja respecto al control sin suplemento.

En la Tabla 33 se describen los resultados alcanzados.

El uso de suplemento redujo el consumo de heno, cerca del 13%. No se observó diferencias estadísticas significativas entre ellos. Mientras, que las ganancias de peso de los animales suplementados se duplicaron respecto al control.

Estos resultados indican que la cáscara de soja puede aportar un nivel de energía ligeramente inferior al grano de maíz, siempre y cuando la proporción de aquel no supere el 0.5-0.7% del

**Tabla 33:** Performance de novillos alimentados con heno de festuca y distintos suplementos (grano de maíz y cáscara de soja).

Items	Consumo de Materia Seca (% peso vivo)		
	Control	Grano de maíz	Cáscara de soja
Heno	2.09	1.79	1.85
Suplemento	0	0.7	0.7
ADPV (kg)	0.33	0.62	0.7

Adaptado: Crawford and Garner, 1993

p.v.. En cambio, cuando la proporción de cáscara de soja supera dicho valor, se produce una caída significativa en su digestibilidad, y por ende, en su

valor energético debido a un aumento en la tasa de pasaje de las partículas más finas que pasan sin ser fermentadas en rumen.

## HARINA DE SOJA O SOYA

La **harina de soja (HS)** proviene de la extracción del aceite en forma industrial por distintos métodos. Cuando la misma se lo hace por métodos mecánicos, el producto que se obtiene recibe el nombre de expeller de soja, el cual contiene alrededor de 5 a 6% de grasa, en cambio, cuando la extracción es vía solventes orgánicos se conoce al subproducto como harina de soja (Tabla 34). En este caso, el nivel de aceite no supera el 4% de la materia seca (Harris, 1992).

Numerosos trabajos de nutrición animal utilizan a la harina de soja -HS- como suplemento proteico. Esto se debe al alto valor biológico de la

proteína y por tener uno de los perfiles de aminoácidos -AA- más completo, en especial, en cuanto al contenido de metionina y treonina (46 gr. y 86 gr. /kg de proteína, respectivamente), aunque en lisina (80 gr./kg) es deficitario, como la mayoría de los suplementos proteicos de origen vegetal (Tabla 34). Además, si bien la HS tiene un nivel bajo de almidón, la fibra es altamente digestible lo que favorece la producción de AGV, en especial, de acetatos.

Recientemente, Campbell et al (1997) evaluaron el efecto de distintos niveles de AA -sin proteger-, el de la HS (4.7% base seca) y sin suplemen-

**Tabla 34:** Performance de novillos alimentados con heno de festuca y distintos suplementos (grano de maíz y cáscara de soja).

Componente	Nivel medio
Materia seca	88.8
Cenizas	7.4
Proteína bruta	48.10
Fibra cruda	7.20
FDN	13.50
FDA	8.65
Grasa	3.12
Calcio	0.43
Fósforo	0.77
Magnesio	0.29
Hierro (partes por millón)	48.00
Cobre (ppm)	3.40
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	3.29

Fuente: NRC (1984)

to proteico, como control -C-, sobre el crecimiento y terminación de novillos de razas británica (315 kg) usando una dieta basada en silaje de sorgo, durante el crecimiento, y silaje de maíz más grano de maíz, en la etapa de terminación de los animales, todas las dietas, incluso el control, tuvieron urea al 1% base seca...

En este estudio se usó un nivel bajo de AA compuesto por 2 gramos/animal de metionina, de lisina y de treonina, y 4 gramos de triptofano, y un nivel alto de AA, compuesto por el doble de los AA recién citados.

#### Los resultados de este trabajo fueron:

- El consumo de MS fue mayor con el nivel bajo de AA y con HS respecto al nivel alto de AA y la urea -C-.
- Las ganancias de peso -durante el crecimiento- fueron mayores con la HS, intermedios para ambos niveles de AA y resultaron inferiores para la urea -C-.
- Mientras que las ganancias de peso -en todo el ensayo- fueron numéricamente mayores para la HS, aunque estadísticamente no significativas.

Entre los numerosos ensayos que existen sobre la respuesta animal a la suplementación proteica con HS se destaca el de Bolsen et al, (1976) trabajando con novillos Aberdeen Angus obtuvo una ganancia diaria promedio de 1.12 Kg/cabeza/ día usando silaje de maíz (86%) y harina de soja (14%), dieta que alcanzó el 12.5% de PB. También, Loerch y Berger (1981) obtuvieron una buena respuesta al suministrar al silaje de maíz, harina de soja a un nivel del 13% de la MS total, en animales jóvenes (239 kg p.v.), disminuyendo a medida que los animales eran más pesados.

Esto sugiere que la eficiencia en la síntesis de proteína microbiana mejora con el agregado

de una fuente nitrogenada con AA preformados (proteína dietaria degradable en rumen) como es el caso de la harina de soja (Loerch y Berger, 1981) y la harina de girasol (Santini y Dini,1986).

Si bien se observa que la ganancia de peso responde positivamente al incremento de la proteína dietaria, por lo menos hasta llegar a niveles del 12-13% PB, no ocurre lo mismo con la composición de esa ganancia, que no se alteraría significativamente por la concentración ni por la degradabilidad de la proteína de la dieta (Aharoni et al,1995).

## Vº TRABAJO EXPERIMENTAL

### **Efecto de la semilla de girasol o soja "cruda" sobre la característica productiva y calidad de res en terneras "bolita" a corral**

Navarro, J <sup>(1)</sup>

Con la finalidad de establecer los efectos sobre el metabolismo animal de los granos con alto contenido en sustancias grasas y otras sustancias que cumplen un efecto inhibitorio sobre los diferentes procesos metabólicos, se diseñó este ensayo donde se evaluaron 8 tratamientos con dietas isoproteica ( $\pm 15\%$  PB) y isoenergética ( $\pm 2.6$  Macal EM/kg MS).

Además, en este trabajo se analizaron diferentes parámetros de calidad de carne.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### Dietas:

- Silaje de maíz "planta entera"
- Grano de maíz
- Harina de girasol "pelleteada"
- Semilla de girasol (aplastada)
- Semilla de soja "cruda"
- Urea y sales minerales

##### Tratamientos

- 1) T1: Control "c" (silaje de maíz + grano maíz + H. de girasol + urea + sales minerales)
- 2) T2: Semilla de Girasol<sup>(2)</sup> (SG) al 4% ms (BG) + dieta "c"
- 3) T3: SG al 6% ms (MG) + dieta "c"
- 4) T4: SG al 8% ms (AG) + dieta "c"
- 5) T5: Semilla de Soja<sup>(3)</sup> (SS) al 15% ms (BS) + dieta "c"
- 6) T6: SS al 20% ms (MS) + dieta "c"
- 7) T7: SS al 25% ms (AS) + dieta "c"

**Animales:** 105 terneras Angus

- Peso inicial:  $\pm 147$  kg p.v./cabeza
- Peso final:  $\pm 247$  kg p.v./cabeza

**Duración:** 120 días

#### RESULTADOS

En la Tabla 35 se presentan los resultados productivos de este trabajo.

**Tabla 35:** Evolución de los diferentes parámetros físicos y de calidad de carne

Suplemento	C	BG	BS	MG	MS	AG	AS	Media
GDP (kg/cab/día)	0.9	0.8	0.79	0.8	0.7	0.77	0.8	0.822 kg
Consumo de MS (kg/cab/día)	5.3	4.8	4.42	4.8	4.2	4.52	3.9	4.6 kg
Ef. de conversión (kg alimento/kg carne)	5.7	5.9	5.8	5.6	5.6	5.9	5.1	5.6
EGD inicial (mm)	2.4	2.5	2.52	2.6	2.2	2.49	2.3	2.46 mm
EGD final (mm)	6.6	5.7	5.25	5.1	5.0	5.06	4.5	5.36 mm
TEM (mm/mes)	1.0	0.7	0.66	0.6	0.7	0.57	0.5	0.71

GDP: ganancia diaria de peso

EGD: engarzamiento dorsal (12 y 13 costilla)

TEM: tasa de engarzamiento mensual

(1) Resumen de Tesis de Maestría UNMDP-INTA Balcarce 2004; (2) Semilla de Girasol: 17 % Proteína Bruta y 45% de grasa

(3) Grano de Soja: 32% PB y 15 % grasa

No se observaron diferencias significativas al 5% para las distintos parámetros de calidad de carne (músculo longuísimo dorsi entre 12 y13 costilla) para:

**1)** Color: (espectrofotómetro de reflectancia, escala CIEL ab)

Medias: (L) 34.34, (a) 12.65, (b) 14.76

**2)** pH: (media) 5.49

**3)** Veteado (escala USDA) (media): 1.72

**4)** Terneza (cizalla de Warner-Bratzler) (media): 7.5 lbs

**5)** Merma c cocción (71 °C) (media): 32.03 %

**6)** Área de ojo de bife (planímetro digital) (media) 45.5 cm<sup>2</sup>

## SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BIODIESEL

### ALIMENTACIÓN DE BOVINOS CON SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BIODIESEL

*Facundo Javier Galvani <sup>(1)</sup>*

#### INTRODUCCIÓN

La superficie utilizada para la producción animal, más precisamente la producción bovina, se ha visto reducida en los últimos años a causa de la mayor rentabilidad de los productos agrícolas y la posibilidad de utilización de suelos que antiguamente no podían destinarse a la agricultura.

Rearte (2010) considera que el cultivo de la soja, que este año ocupa 16.900.000 hectáreas, es responsable de la retracción de la superficie ganadera, pero que en el futuro también lo será el maíz a partir del "protagonismo que está adquiriendo a nivel mundial como materia prima de biocombustibles". El hecho de que la ganadería y la agricultura compartan superficie hace que el avance de esta última repercuta sobre aquella.

La diferencia de rentabilidad entre la agricultura y la ganadería podría llevar a pensar que difícilmente la producción de carne pueda tener un crecimiento mientras se mantenga la demanda y el precio actual del mercado internacional del "cultivo divisa" (Rearte, 2010).

El incremento de la superficie dedicada a la soja se comporto de diferente manera de acuerdo a la región donde se producía, tal es así que en

la Pampa Húmeda fue ocupando en mayor medida superficie que antes se utilizaba para otros cultivos, en cambio en otras zonas como las que incluyen a las provincias de Santa Fe y Córdoba y Entre Ríos el mayor aumento de producción se produjo sobre tierras que dedicaban a la ganadería.

En este contexto es necesario intensificar la producción ganadera y maximizar los recursos para poder mantener la producción. Como una herramienta fundamental para cumplir este propósito se encuentra la suplementación, ya sea de animales 100% estabulados o aquellos que combinan este instrumento con el pastoreo a campo. Esto permite mantener el número de cabezas en menor superficie y acelerar los procesos.

Gran parte de los productos agrícolas son utilizados para la elaboración de biocombustibles, estos son una fuente de energía proveniente de recursos renovables (productos agrícolas en su mayoría), los dos biocombustibles más importantes son el etanol y el biodiesel.

En cuanto al biodiesel, la USDA (United States Department of Agriculture) proyecta un incremento de los galones de biodiesel producidos de casi 10 veces en los próximos 9 años a nivel mundial.

---

*(1) Trabajo final de Nutrición Animal Facultad de Agronomía. UBA (Argentina)*



La previsión, entonces, es que Argentina reafirmará su participación dominante en el comercio mundial biodiesel de soja, donde en 10 años las ventas locales constituirán el 50 por ciento del total mundial.

Hasta hace pocos años el biodiesel en Argentina la producción de biodiesel se realizaba a pequeña escala a partir del año 2000 comienza a crecer la industria que en el 2006 produjo 50 mil metro cúbicos de biodiesel según estimaciones de la USDA.

La producción de nuevas plantas ya autorizadas, sumadas a las otras más pequeñas lograran cuadruplicar la producción en poco tiempo. Así como otras industrias cuyas materias primas provenientes del agro brindan subproductos que pueden ser utilizados para la alimentación animal, es factible pensar que la industria del biodiesel no sería la excepción.

El fin de este trabajo es investigar la existencia de estos subproductos y en caso de que no fuera ya conocidos y utilizados, caracterizarlos nutricionalmente, saber si se pueden utilizar en alimentación bovina y en qué forma, conocer experiencias sobre su uso y describir ventajas y desventajas de su implementación.

#### **Para cumplir tal fin se plantearon los siguientes objetivos:**

- Conocer cuáles son los pasos generales de la industrialización del biodiesel para poder saber cuáles son los residuos.
- Propiedades nutricionales del glicerol, forma de presentación, límite de inclusión y consumo por parte de los bovinos para saber si es factible su uso.
- Conocer los resultados de experiencias de alimentación con el glicerol.

#### **PASOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL BIODIESEL PARA PODER SABER CUALES SON LOS RESIDUOS**

La ASTM (American Society for Testing and Materials) define al biodiesel como el "éster monoalquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables", como por

ejemplo aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores Diesel".

El aceite vegetal virgen se puede obtener de muchas fuentes, tales como los porotos de soja, de las semillas de girasol, del aceite de palma o colza/canola e incluso de algunos tipos de algas. El aceite vegetal reciclado de restaurantes locales y otras de otras fuentes son también una reserva útil del combustible renovable para los motores diesel (Giunta, 2007).

En la Argentina la principal fuente de aceites vegetales es el poroto de soja es por ello que este estudio se basa en su utilización. El biodiesel se puede usar puro (B100) o mezclado con gasoil en cualquier porcentaje, por ejemplo 20% de biodiesel con 80% de gasoil (Secretaría de Agricultura, 2008). El proceso de elaboración del biodiesel esta basado en la llamada transesterificación de los glicéridos, utilizando catalizadores. Desde el punto de vista químico, los aceites vegetales son triglicéridos, es decir tres cadenas moleculares largas de ácidos grasos unidas a un alcohol trivalente, el glicerol.

Si el glicerol es reemplazado por metanol, se obtienen tres moléculas más cortas del ácido graso metilester. El glicerol desplazado se recupera como un subproducto de la reacción.

Por lo tanto en la reacción de transesterificación, una molécula de un triglicérido reacciona con tres moléculas de metanol o etanol para dar tres moléculas de monoésteres y una de glicerina. En esta explicación podemos apreciar, claramente, la obtención de glicerol o glicerina (ambos términos se refieren a la misma molécula) como resultado de la reacción química de transesterificación que permite conseguir biodiesel.

Antes de describir los pasos a realizar en la fabricación del biocombustible es conveniente detallar brevemente la estructura de la fábrica, esta se divide en tres módulos:

#### **ESQUEMA DE LA PLANTA**

La descripción de cada módulo de la planta es la siguiente:

### **a) Molino de aceite.**

Los productos obtenidos son:

- Aceite vegetal crudo.
- Harina de alto contenido proteico (soja).

El aceite crudo es posteriormente procesado, transformado en biodiesel y glicerol, y la harina se vende como alimento para animales, eventualmente después de un proceso de estabilización de enzimas y acondicionamiento.

Este punto es de suma importancia ya que en esta etapa surge la harina que en el caso de ser de soja contiene alto porcentaje proteico siendo clasificado como un "concentrado proteico" el cual posee las mismas características de aquel proveniente de la industria aceitera.

### **b) Unidad de refinamiento y transesterificación.**

Esta unidad produce el filtrado y remoción, catalítica o por destilación, de ácidos grasos libres. El producto es aceite vegetal refinado y sin ácidos, que constituye el material de alimentación para la: Unidad de transesterificación. En esta etapa del proceso el aceite es transformado catalíticamente, mediante agregado de metanol o etanol con el catalizador previamente mezclado, en metil o etiléster y glicerol.

### **c) Unidad de purificación y concentración de glicerol.**

Consiste en una etapa de filtrado y purificación química, un equipo de concentración del glicerol, y el posterior almacenamiento del glicerol puro. En esta fase podemos observar que tenemos dos tipos de glicerol: uno es el glicerol sin purificar, también llamado crudo y el otro es aquel que a pasado por la unidad de purificación denominado puro, ambos con diferentes grados de pureza, diferentes costos y ambos aptos para consumo animal.

#### **Transesterificación**

El aceite con ácidos y gomas eliminados (parte refinada) se transforma en metil o etiléster por

medio de un proceso catalítico de etapas múltiples, utilizando metanol o etanol (10% de la cantidad de aceite a ser procesado). El metilester crudo se refina posteriormente en un lavador en cascada.

Si el producto se utiliza como combustible para motores, no necesita el proceso de destilación pero puede ser fácilmente integrado en el esquema de proceso si se desea un metilester de calidad química.

#### **Refinamiento del glicerol**

El proceso de transesterificación produce como subproducto derivado aproximadamente 10 % de glicerol. Este glicerol en bruto contiene impurezas del aceite en bruto, fracciones del catalizador, mono y diglicéridos y restos de metanol. Con el objeto de venderlo en el mercado debe ser refinado para llegar a la calidad del glicerol técnico o, con una posterior destilación, a la del glicerol medicinal.

#### **Proceso de producción**

Hay tres maneras de producir biodiesel a partir de aceites y grasas:

- Transesterificación del aceite catalizada por bases.
- Transesterificación del aceite catalizada por ácidos.
- Descomposición del aceite en sus ácidos grasos, y luego, obtención del biodiesel.

La mayoría del biodiesel se produce con la reacción catalizada por bases, por varias razones:

- Se utilizan presiones y temperaturas bajas.
- Tiene un alto porcentaje de conversión (98%), las reacciones secundarias son mínimas y el tiempo de reacción es muy corto.
- Es una conversión directa del aceite o grasa a biodiesel sin formación de compuestos intermedios.
- No se necesitan materiales de construcción especiales.

La reacción química para la producción de biodiesel catalizada por bases es la siguiente:

Cien Kg. de grasa o aceite reaccionan con 10 Kg. de un alcohol de cadena corta (metanol o etanol), en presencia de un catalizador (KOH o NaOH), para producir 10 Kg. de glicerina y 100 Kg. de biodiesel. El alcohol se agrega en exceso para aumentar la velocidad de reacción. El catalizador es previamente mezclado con el alcohol. R', R'', y R''' indican las cadenas de ácidos grasos que componen el aceite o grasa.

Comprendiendo el esquema brindado por el autor podremos entender de raíz el proceso de elaboración del biodiesel, como surge el subproducto y que contaminantes puede acarrear el mismo como es el caso del metanol utilizado.

## ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

Se observan en el gráfico los distintos pasos a seguir y en cuál de ellos surge la glicerina y la existencia de purificación de la misma.

La producción de Biodiesel mediante catálisis básica consiste en los siguientes pasos:

### 1. Mezclado de alcohol y catalizador:

Los catalizadores más utilizados son hidróxido de sodio o hidróxido de potasio. La base se disuelve en metanol usando un agitador o mezclador.

**2. Reacción:** La mezcla alcohol / catalizador se carga en un reactor cerrado, y se agrega el aceite o grasa.

Desde este momento el sistema permanece cerrado para evitar la pérdida de alcohol. La mezcla se mantiene a una temperatura apenas superior al punto de ebullición del metanol (alrededor de 70°C) para acelerar la reacción. El tiempo de reacción varía de 1 a 8 horas. Se usa un exceso de alcohol para asegurar la total conversión del aceite o grasa en sus esteres.

Se debe controlar la cantidad de agua y ácidos grasos libres en el aceite o grasa utilizado. Si las cantidades de ácidos grasos libres o de agua son

muy elevada se pueden producir dos problemas: formación de jabones y dificultades en la separación de la glicerina en la etapa siguiente.

**3. Separación:** Una vez terminada la reacción, se obtienen dos productos principales: glicerina y biodiesel. La glicerina es mucho más densa que el biodiesel, por lo tanto las dos fases se separan por acción de la gravedad. Para acelerar la velocidad de separación se usan centrifugas. Si es necesario, la mezcla de reacción se neutraliza. Ambas fases contienen una cantidad importante de metanol, la cual es recuperada para poder ser usada nuevamente. Es en esta etapa donde surge, como subproducto, el glicerol.

**4. Eliminación del alcohol de ambas fases y posterior recuperación:** Una vez que la glicerina fue separada del biodiesel, el exceso de alcohol de cada fase es eliminado por evaporación rápida o por destilación. En otros sistemas, los procesos de eliminación del alcohol y de neutralización se realizan antes que la glicerina y el biodiesel se hayan separado en dos fases. En ambos casos el alcohol eliminado es recuperado y reutilizado. Hay que asegurarse que el alcohol recuperado no contenga agua.

Cabe destacar que esta fase es clave ya que aquí es donde se saca la mayor parte de alcohol y esto se hace para reutilizarlo evitando la presencia en altas cantidades en la glicerina.

**5. Neutralización de la glicerina:** La glicerina obtenida contiene restos del catalizador sin usar y jabones, los cuales son neutralizados con ácido. Esta glicerina se almacena como glicerina cruda. En algunos casos las sales formadas se separan de la glicerina y se utilizan como fertilizantes. El agua y el alcohol se eliminan, obteniéndose así glicerina al 80-88%, la cual se vende como glicerina cruda. Usando procesos más sofisticados se puede obtener glicerina con un grado de pureza de 99% o superior, la cual es vendida a la industria farmacéutica o cosmética.

En este punto el autor señala los diferentes grados de pureza que podemos encontrar, el de baja pureza (80-88%) que da origen a la glicerina cruda. Esta se puede utilizar para alimentación animal y además es la más económica. Por el otro lado se encuentra la glicerina de alta pureza (99%)

que se utiliza habitualmente para la industria, es mas costosa pero también se puede utilizar en alimentación animal.

**6. Lavado del Biodiesel:** Una vez separado de la glicerina, el biodiesel es purificado mediante un lavado cuidadoso con agua tibia para eliminar restos de catalizador y jabones, luego secado, y almacenado. En algunos procesos este paso es innecesario. Normalmente este es el fin del proceso de producción, obteniendo como producto un líquido claro, de color amarillo-ámbar con una viscosidad similar al gasoil. Algunos procesos incluyen una destilación adicional, para eliminar pequeñas cantidades de sustancias coloreadas, logrando un producto incoloro.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta en la producción del biodiesel, para asegurar un correcto desempeño en el motor Diesel son:

- Reacción de transesterificación completa.
- Eliminación de la glicerina.
- Eliminación del catalizador.
- Eliminación del alcohol.
- Ausencia de ácidos grasos libres en el producto final.

Analizando el proceso descrito podemos afirmar que: en la elaboración de los biocombustibles se originan subproductos factibles de ser aprovechados para alimentación animal.

En estos momentos, la mayor parte del glicerol lo compra las industrias cosmética, alimentaria y de fabricación de explosivos, con valores de U\$S 0,10 de promedio, pero que podría caer debajo de U\$S 0.05 centavos por kilogramo según aumente la producción de biodiesel. Otra parte muy importante pero no dimensionada, es desechada. Cuando la fabricación de biodiesel crezca, la cantidad de glicerol desechado va a representar una amenaza ambiental para ríos, arroyos y otros cuerpos de agua.

Otro subproducto a tener en cuenta es aquel que se genera en la fase de obtención de aceites, se trata de pellets o expellers de soja que se produce en grande volúmenes de la misma manera que

la tradicional industria aceitera.

La Soja, tiene una baja eficiencia en la obtención de aceites (18% en promedio, en los sistemas de extracción por solvente y algo menos, en los sistemas por prensado), por lo que genera altos volúmenes de pellets o expellers (Giunta, 2007). Si no se planifica bien su colocación podría ser una limitante para la expansión de nuevas industrias agroenergéticas. Estudios realizados demuestran que la producción de pellets y expellers de soja, en la fabricación de aceites para consumo humano o el biodiesel superan las demandas de los bovinos en producción de la Argentina (Giunta, 2007).

Entonces, la agricultura mediante la industrialización de su productos nos brinda una herramienta para lograr los objetivos nutricionales de los bovinos y esta herramienta es la glicerina la cual no deberíamos dejar de tenerla en cuenta para alimentar a nuestros animales. Así como no dejar pasar por alto la gran producción de pellets y expellers de soja.

Para hacer un aporte adicional, sin que este forme parte de los objetivos de este trabajo podemos informar, brevemente sobre otro biocombustible, el etanol. La materia prima principal de esta industria es el maíz y los subproductos del etanol son los granos secos de destilería los cuales constituyen una fuente de proteína para alimentación animal.

#### **PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL GLICEROL, FORMAS DE PRESENTACIÓN, LÍMITES DE INCLUSIÓN Y CONSUMO POR PARTE DE LOS BOVINOS**

Las fuentes tradicionales del glicerol en la dieta de los rumiantes provienen de los lípidos contenidos en los forrajes y en los granos, más precisamente de los glicerolípidos, formados por la esterificación del glicerol con ácidos grasos.

Los glicerolípidos se dividen en dos grandes grupos: los triacilglicéridos (comúnmente llamados triglicéridos), compuestos por una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos grasos y los fosfoglicéridos o fosfolípidos, compuestos por una molécula de glicerol, dos moléculas de ácidos grasos, una molécula de ácido fosfórico y una de alcohol aminado.

Los ácidos grasos que componen estas macromoléculas y forman parte de la dieta habitual son en alta proporción insaturados y de cadena larga, lo que brinda un alto punto de fusión razón por la cual se encuentran en estado líquido a temperatura ambiente (por ejemplo aceites comestibles extraídos de semillas de soja girasol o maíz entre otros)

En los forrajes estos se encuentran como parte de las membranas de las células vegetales ricas en fosfolípidos, en los granos se encuentran importantes cantidades de triacilglicéridos, las hojas de los forrajes verdes son ricas en galactolípidos (Giunta, 2007).

De todos los alimentos posibles para un rumiante sólo las semillas de oleaginosas, como el **girasol, la soja, el algodón**, etc, tienen niveles muy altos de grasas, especialmente, saturadas (> al 18% base seca). Le siguen los granos de cereal, como el maíz, sorgo, etc, cuyas proporciones de sustancias lipídicas pueden llegar al 4 -6 % sobre base MS. El resto de los alimentos como los **forrajes frescos**, en especial en las hojas de gramíneas y tréboles, tienen un bajo contenido de ácidos grasos ( $\pm$  4-5% de la MS), predominando el ác. linoléico (C 18 :2). En cambio, los suplementos de origen vegetal (harinas o expeller de girasol, soja, maíz, etc.) tienen un nivel muy superior de ác. grasos insaturados, en especial, el linoléico (C 18 :3). Estos últimos sufren en el rumen una fuerte hidrogenación hasta llegar a ác. esteárico (C18 :0) (Machado y Manterola, 1994).

A diferencia de lo que sucede en los monogástricos, en los pre-estómagos de los rumiantes, los lípidos van a ser profundamente transformados. Esto trae como consecuencia que la composición de las grasas de depósito permanezca relativamente constante a pesar de la variación cualitativa de los lípidos de la dieta. En contrapartida, los monogástricos como el cerdo, reflejan la composición química de los lípidos del alimento en la grasa de depósito, debido a que estos no sufren mayores transformaciones a lo largo de su digestión.

La digestión ruminal de los lípidos esta dividida en dos etapas: hidrólisis y biohidrogenación. Casi la totalidad de los lípidos (el 95%) al ingresar al compartimiento ruminal sufrirá la hidrólisis lleva-

da a cabo por enzimas(hidrolasas)bacterianas. La hidrólisis lipídica se puede decir que es completa debido a que la misma da como resultado ácidos grasos libres, glicerol (como producto de la hidrólisis de triacil glicéridos), galactosa (proveniente de galactolípidos) y alcoholes aminados (provenientes de los fosfolípidos).

El glicerol (también producto de la hidrólisis lipídica) será transformado por las bacterias en ácido propiónico, la galactosa en ácido acético y ácido butírico, y los alcoholes aminados son metabolizados hasta amoníaco y ácidos grasos volátiles.

Los ácidos grasos libres van sufrir una biohidrogenación importante. La biohidrogenación transforma los ácidos grasos insaturados en saturados y en transisómeros de ácidos grasos monoinsaturados.

El glicerol ingresa, previa fosforilación (con gasto energético) a la vía glucolítica de la célula bacteriana y es transformado a ácido propiónico. El principal destino metabólico, en el rumiante, del ácido propiónico es la gluconeogénesis (Giunta, 2007).

### **El esquema muestra como ingresa el glicerol a la glucólisis:**

El siguiente esquema resume lo ocurrido en el rumen:

- Cuando existe un exceso de glicerol este puede ser absorbido tanto por la mucosa ruminal como por la intestinal proporcionando fuente gluconeogénica directa para el rumiante al igual que lo ocurrido con el glicerol endógeno producto de la lipólisis de las grasas de depósito. El glicerol ingresa a la vía de la neoglucogenesis previa transformación en gliceroltrifosfato catalizada por la enzima gliceroquinasa.

El siguiente esquema sintetiza la neoglucogénesis a partir de glicerol:

- Proporcionar sustratos gluconeogénicos constituye una ventaja, en especial en vacas de alta producción, ya que disminuye la probabilidad de contraer cetosis. Esto ocurre debido a que reduce la formación de cuerpos cetónicos.

**El glicerol posee las siguientes propiedades:**

- Es un hidrato de carbono de fácil absorción.
- Antiséptico, esta propiedad permite higienizar los piensos mediante el uso del glicerol.
- Alto grado de palatabilidad debido a su sabor dulce.
- Posee ciertas propiedades aglomerantes debido a su poder higroscópico.

Estas características indican que el glicerol puede ser utilizado en la dieta de los rumiantes. Posee capacidad de ser absorbido, tanto por la mucosa ruminal como la intestinal en caso de excesos en la dieta, aunque la mayoría será fermentada a ácido. Otras características a tener en cuenta, para poder incluir el glicerol en la dieta, es que no afecta el consumo, la degradación ruminal de nutrientes ni la digestibilidad. Siempre y cuando se use hasta un 10% independientemente del grado de pureza. Existen estudios que probaron que la digestibilidad de la materia orgánica y de la pared celular (fibra detergente neutro) fueron similares entre dietas con almidón y con un 15% de reemplazo de este (Schröder, et al 1999).

Existe un moderado descenso del pH postprandial cuando se administra el glicerol, que es más pronunciado que el que se observa con almidón. Una advertencia a tener en cuenta para prevenir la acidosis. Existe un cambio hacia una menor relación acético/propiónico cuando se reemplaza parte almidón por un 15% de glicerol (Schröder, et al 1999).

Una ventaja adicional, brindada por el poder antiséptico del glicerol, es que amplía el margen de seguridad higiénica de los alimentos. Evitando o retrasando la contaminación y putrefacción de los piensos tanto en el almacenaje como en el comedero de los animales.

El uso del glicerol en la formación de pellets, mejora su calidad, en especial la calidad higiénica.

Debido a su saber dulce tiene un alto grado de palatabilidad. Una ventaja adicional es que facilita el aglomerado de alimentos cuando es necesario mezclarlos gracias a su poder higroscópico.

Además de las características nombradas cabe destacar el valor energético que posee que es del orden de 4,316 Mcal por kilogramos de materia seca, teniendo en cuenta la energía bruta. Si nos referimos a la energía metabolizable esta es de 3,346 Mcal por kilogramos de materia seca. Estos datos junto con el bajo contenido en fibra nos indican que puede ser clasificado como un concentrado energético para dieta de los rumiantes.

Estudios de digestibilidad realizados in vivo demuestran que la energía neta de lactación varía cuando este se acompaña de mayores o menores proporciones de concentrados de almidón, entre 1,98 y 2,27 Mcal por Kg. de glicerol respectivamente. Esto quiere decir que si se utilizan como concentrados energéticos almidón y glicerol será más eficiente el glicerol a mayores concentraciones siempre que no superen el 20% (Schröder, et al 1999). Esto debe tenerse en cuenta a la hora de formular una dieta, concluyendo que se debe utilizar el máximo posible (20%) para optimizar los beneficios de su implementación.

En el rumen el glicerol va a sufrir una rápida fermentación por parte de las bacterias ruminales obteniéndose ácido propiónico como producto final, cabe destacar que el ácido propiónico es aprovechado por el rumiante para la síntesis de glucosa en el hígado. Existe una proporción que es absorbida directamente como glicerol el cual también es gluconeogénico. La adición de glicerol a la dieta no provoca alteraciones en el consumo, incluso puede llegar a ser estimulado en dietas con 10% de glicerol, se cree que esto es debido a su dulce sabor.

El color de la glicerina puede variar cuando varía la materia prima de origen esto no se relaciona con el grado de pureza, el cual ronda el 85% cuando proviene de la industria del biodiesel.

Es necesario conocer el grado de pureza del glicerol ya que se pueden llegar a encontrar

sustancias indeseables que afecten la fisiología ruminal y el consumo. Conociendo todos los componentes de este subproducto podremos formular la dieta con seguridad y conocer los límites de su inclusión.

El glicerol derivado de la industria del biodiesel posee distintos grados de pureza. El glicerol para consumo animal posee un 80% de pureza y el destinado a la industria posee un 99% de pureza. Los distintos grados de pureza no afectan los valores de energía neta de lactación obtenidos en base materia seca.

El contenido de agua varía de 1 a 26,8 %, debemos tener en cuenta este valor tanto para su transporte como efecto limitante del consumo. Los valores de extracto etéreo se encuentran entre 0,44 y 0,71% de MS (Schröder et al, 1999).

Se han observado variaciones en el contenido del metanol en materia seca, el cual es utilizado en la elaboración del biodiesel, oscilan entre 1,3 y 26,7%. Cabe destacar que el metanol es tóxico, pero es metabolizado por bacterias ruminales y transformado a metano. Por lo tanto este dato es relevante si el glicerol se utiliza en terneros cuando estos todavía actúan como monogástricos.

El glicerol derivado de la industria del biodiesel contiene sal en su composición, con máximos valores de 11,3%. Las sales nombradas están constituidas por potasio, sodio y fósforo. El potasio oscila entre 2,2 y 2,3 % en materia seca y el de fósforo entre 1,02 y 2,36%. El sodio se encuentra en muy bajos porcentajes entre 0,09 y 0,11%. Es importante conocer la cantidad de sal y su composición para saber el grado de toxicidad y también como limitante del consumo (Tablas 36 y 37).

**Tabla 36:** Variación de los distintos componentes del glicerol derivado de la industria del biodiesel (en base materia seca).

% de agua	% de metanol	% de sales
1,2 - 6,8 %	1,3 - 26,7%	Hasta 11,3%

**Tabla 37:** Variación en el contenido de sales del glicerol derivado de la industria del biodiesel (en base materia seca).

sodio	potasio	fósforo
0,09-0,11%	2,2-2,3%	1,05-3,6%

Estas variaciones mencionadas no representan una causa por la cual deberíamos restringir al glicerol en la dieta. Existen otros factores que si provocan un límite en la inclusión del mismo en la ración, uno de ellos está relacionado con el efecto que ejerce el glicerol en la composición de la dieta. Esto quiere decir que a niveles superiores al 10% puede afectar negativamente la calidad del alimento cuando su forma de presentación es el pellet. Cuando se administra en los comederos, posee efectos benéficos por sus propiedades ya nombradas en especial su poder aglomerante, ya que evita la selección de los alimentos por parte del ganado. Por ello se puede incluir en este tipo de presentación hasta un 20 % de glicerol.

Otro factor limitante está en relación

con los otros componentes de la dieta, como ya sabemos, por lo antes explicado el glicerol es líquido y para ser suministrado con otros ingredientes debe ser adsorbido por los mismos y la adsorbancia varía en los distintos componentes. Por ejemplo tenemos al maíz pelado entero con una baja adsorbancia y a la cáscara de algodón con una elevada adsorbancia.

La última limitante para la inclusión de glicerol en la dieta esta relacionada con la capacidad animal y microbiana de fosforilación del glicerol, paso necesario para entrar en la vía gluconeogénica y glucolítica respectivamente y poder ser utilizado como fuente energética cuando ingresan al organismo grandes cantidades la capacidad enzimática de fosforilación se ve superada.

Los resultados obtenidos con la investigación sobre el glicerol bruto han hecho que se limite su inclusión en la dieta a un máximo de un 20% debido a los efectos en la composición de la dieta, la adsorbancia del glicerol en otros ingredientes de la dieta, o a la capacidad de fosforilación de la especie animal sobre la que se ha estudiado.

El glicerol permanece estable durante al menos un año, esto nos permite almacenarlo durante ese tiempo y así poder disponer de la cantidad para todo el año desde el principio del mismo si así fuera necesario.

### **Sugerencias para el manejo de la glicerina.**

La glicerina es líquida deberá almacenarse en tanques. Estos se colocaran a cierta altura para favorecer su distribución. La cual se hará mediante mangueras plásticas de diámetro considerable dada la elevada viscosidad. Previo a su distribución en los comederos deberá mezclarse en un mixer con los otros ingredientes de la dieta en una proporción de 20% de la materia seca.

Deberán hacerse controles periódicos de la calidad de la glicerina. Estos controles deberán incluir, la pureza, % de agua % de alcohol y % de sales.

## **GLICERINA COMO SUPLEMENTO PARA RUMIANTES**

Hay quienes piensan que el glicerol podría reemplazar al maíz para vacas lecheras en la mitad de su lactancia. Es tentadora la idea de reemplazar al maíz de la dieta de los rumiantes, ya que su precio se encuentra en alza debido a la creciente industria del etanol, otro biocombustible cuya fuente principal es el maíz. Se sugiere el reemplazo de maíz por glicerol porque ambos ingredientes poseen similar contenido energético por lo tanto podrían utilizarse como base energética en un sistema con suplementación.

Hasta la actualidad se han utilizado variantes del glicerol como el propilenglicol en vacas lecheras en transición. "Nuestra investigación sugiere que uno podría quitar todo el maíz de la ración y sustituirlo con glicerol", plantea el nutricionista lechero Shawn Donkin, de la Universidad de Purdue. Esta afirmación realizada por el autor no puede tomarse en cuenta en un 100% debido a que los límites de inclusión del glicerol en la dieta todavía no están claramente establecidos.

Se presentan ciertas preocupaciones potenciales de toxicidad, porque el glicerol de calidad de consumo animal contiene ciertas cantidades de metanol. Dicho alcohol puede ser tóxico, aunque las bacterias ruminales pueden detoxificarlo (Dickrell, 2007).

Shawn Donkin incluyó diferentes niveles de glicerol en la dieta desde 5 hasta el 15% de materia seca de la ración a vacas lecheras alrededor de los 120 días de lactancia. Las vacas en la prueba, a pesar del nivel de glicerol, dieron un promedio de 36 litros de leche por vaca por día. No hubo diferencias en los componentes de leche (Dickrell, 2007).

El consumo de alimento tampoco cambió en su totalidad, aunque las vacas alimentadas con 15% de glicerol comieron menos alimento los primeros 7 a 10 días de la prueba, al acostumbrarse al glicerol comieron igual que las otras vacas de la prueba (Dickrell, 2007).

Estos estudios comprueban que se puede administrar glicerol a vacas en lactancia, fuera del periodo de transición (como se procedía exclusivamente hasta el momento) sin que por esto afecte el consumo, las características composicionales de la leche ni la cantidad de leche producida.

El glicerol es un líquido similar en viscosidad a la melaza, a pesar de ello Donkin manifiesta que, "no tuvimos problemas con el flujo, el atascar máquinas o dejar capa en las aspas de la mezcladora". Debido a su viscosidad se debe mantener a



una temperatura arriba de 13,3°C para asegurar que fluya en invierno.

El glicerol también se adhiere a las partículas fibrosas de henos (alfalfa), henolajes y ensilajes de maíz. Debido a ello, es conveniente realizar una buena mezcla (glicerol + componente fibroso) con un mixer o alguna mezcladora que nos asegure un buen trabajo.

En cuanto a su valor nutritivo, el glicerol tiene mucho menos variación que granos secos de destiladores estos provienen de la elaboración de etanol, otro biocombustible pero con diferentes propiedades nutricionales, ya que son fuente proteica más que energética como lo es el glicerol es importante conocer que existen variaciones en el grado de pureza del glicerol dependiendo si este sufrió o no purificación como se menciono anteriormente los grados de pureza del glicerol varían entre 80 y 99 % . Glicerol de calidad de consumo animal tiene como impurezas, además del metanol, algunos aceites residuales.

El Glicerol puede aliviar los síntomas de la cetosis suministrada en forma oral. La adición de glicerol a la dieta eliminaría la necesidad de restringir la alimentación de vacas por ofrecer un sustrato glucogénico, aliviar el hígado graso, el complejo cetosis, y mejorar el rendimiento de la lactancia.

Las vacas alimentadas con glicerina han experimentado una mejora en la disponibilidad energética evidenciadas por mayores concentraciones de glucosa en plasma, menores concentraciones de betahidroxibutirato en suero y menores

cantidades de cuerpos cetónicos en orina. Se han realizado experiencias alimentando a vacas lecheras con 13,4 kg de MS, en promedio de los cuales 1,1 kg estaba compuesta por glicerol y 1,4 de almidón. Esta dieta fue comparada con una que contenía 2,1 kg de almidón sin encontrarse diferencias entre ambas dietas en la degradabilidad de la materia orgánica. Cuando el animal consume glicerina, ésta se absorbe y es utilizada en la producción de glucosa.

En Uruguay algunos productores están dando glicerina destilada (producto derivado de la plantas de biodiesel). Lo que se está haciendo es abrir al fardo y, luego, le ponen un chorro de la glicerina a lo largo del fardo tendido sobre el piso. La concentración energética puede alcanzar los 7000 Kcal/ litro.

El glicerol obtenido de la reacción para obtener biodiesel contiene entre 16 y 18 % de humedad y algún residuo de metanol. Por glicerina se debe entender glicerol desecado y eventualmente purificado por destilación, sin embargo para nutrición animal bastara con que venga desecado y un bajo contenido de metanol (inferior a 150 ppm). Siendo un alcohol graso tiene un contenido energético asimilable a un carbohidrato y no a una grasa.

Este suplemento de carácter netamente energético debe incluirse en porcentajes entre el 5 y 10% de la materia seca de la ración. Cantidades mayores no han sido probadas pero probablemente puedan comprometer la digestibilidad de la fibra a nivel ruminal. El glicerol paralelamente humecta y edulcora los alimentos.

#### **La composición química del glicerol utilizado fue la siguiente:**

Energía Bruta Base seca: 4,5 Mcal/Kg/MS  
Energía Bruta Base Húmeda: 3,98 Mcal/kg tal cual  
Contenido de Glicerol Mínimo: 8 %  
Cenizas Sulfatadas (Máximo): 1 %  
MONG (Máximo): 0,5 %  
Contenido de Agua (Máximo): 12%  
Na Cl Máximo: 1%  
Ácidos Grasos y esteres (Máximo): 0,5%  
Metanol (Máximo): 50 ppm

## CONCLUSIÓN

La industria del biodiesel genera subproductos que pueden ser utilizados por los rumiantes. Estos subproductos son: los pellets o expellers de soja y la glicerina (glicerol).

Los pellets y expellers de soja son bien conocidos debido a que son los mismos que se producen en la elaboración de aceites comestibles, se sabe que se pueden utilizar en el ganado bovino y que poseen alto contenido proteico. Mientras que la glicerina es un subproducto muy poco usado hasta el momento.

La glicerina se produce luego de un proceso químico llamado transesterificación que consiste en separar los ácidos grasos de los triglicéridos provenientes de los lípidos de los aceites vegetales para esterificarlos nuevamente a un alcohol llamado metanol. La glicerina no es utilizada en la industria por lo tanto constituye un desecho que se produce en grandes cantidades.

La glicerina contiene alto contenido de energía metabolizable, de orden de 4,32 Mcal/kg MS, comparable a los valores energéticos del maíz.

Distintas investigaciones demuestran que posee una energía neta de lactación que varía entre 1,98 y 2,27 Mcal/kg MS de glicerina. Por lo tanto puede ser utilizado como fuente energética para la dieta de los rumiantes.

## RECOMENDACIONES

Para su uso debe tenerse en cuenta que existen limitantes dadas por la capacidad de las bacterias, así como del rumiante para asimilarlo. Otro límite de uso depende de la forma de presentación de los alimentos, ya que en exceso empeora la calidad de los pellets.

Al mezclarse con otros ingredientes es necesario que sea adsorbido por estos, el grado de absorción varía con las distintas mezclas. La pureza del glicerol depende de los procesos que sufra. Estos procesos lo realiza la industria para darle valor agregado y recuperar mayor cantidad de metanol. La purificación genera la llamada glicerina pura que

posee 90 a 99 % en relación con la glicerina cruda, la que no ha sido purificada que tiene una pureza del de 80 a 88%.

Ambas pueden ser utilizadas en alimentación de los rumiantes. Dependiendo del grado de pureza antes mencionado encontraremos en el subproducto variables cantidades de metanol entre 1,3 a 26,7%. El metanol es un alcohol tóxico en monogástricos generando problemas renales y cegueras, pero las bacterias ruminales de los poligástricos pueden detoxificarlo en las cantidades mencionadas lo cual implica que su contenido no es una limitante para su consumo pero sí lo es en los terneros pre-rumiantes.

El contenido de sales no representa limitantes ya que no se encuentran en grandes cantidades. El contenido de agua varía pero siempre por debajo del 27% el cual si se compara con otros ingredientes utilizados en la formulación de dietas, representa un valor bajo brindando ventajas para la para el transporte y además, en estas cantidades, no representa una limitante del consumo. Por todo lo mencionado anteriormente, puede ser utilizado en suplementación animal como fuente energética hasta un 20%.

La glicerina es precursor de la síntesis de glucosa, y de ésta, el ácido propiónico como producto de la fermentación ruminal, cuyo principal destino metabólico es la gluconeogénesis. Además, se reduce los riesgos de cetosis en vacas de alta producción.

Debido a que la glicerina es líquida y de alta viscosidad, para su manejo debe colocarse en tanques que estén a cierta altura y emplear mangueras con un diámetro adecuado (< 2 pulgadas de diámetro). Puede mezclarse en el mixer sin problemas ya que no genera atascamiento del mismo.

La glicerina se puede conservar hasta un año sin sufrir alteraciones, en recipientes adecuados y a temperatura > 14°C.

## SUBPRODUCTOS DE FRUTAS Y DE HORTICULTURA

### UTILIZACIÓN DE RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS DE FRUTAS DE ZONAS TEMPLADAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

**Héctor Manterola y Dina Cerda.**

*Profesores del Departamento de Producción Animal  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile*

#### INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria y agroindustrial generan una inmensa cantidad de residuos y subproductos, de los cuales un elevado porcentaje se quema o se incorpora al suelo como abono. Un menor porcentaje se deriva a la alimentación animal, principalmente a rumiantes. En la medida en que la actividad agrícola y agroindustrial generadoras de estos residuos y subproductos descubren posibles usos de estos residuales, adquieren un valor agregado y ya pasan a ser un producto secundario de la empresa. Las limitantes generales más comunes a este tipo de sustancias son que no existe cultura en el uso de los residuos; hay desconocimiento en cuanto a las formas de almacenarlo y emplearlo; problemas de almacenamiento especialmente aquellos con alto contenido de agua o de azúcares; bajo interés de las empresas generadoras por procesarlos.

Por otra parte los factores que deciden su uso en alimentación de rumiantes son: el origen, características físicas y químicas, disponibilidad, volúmenes disponibles, localización, necesidad de tratamiento, sanidad y la calidad nutricional.

A diferencia de las zonas tropicales y subtropicales, en las zonas templadas se producen menor variedad y cantidad de residuos de frutas y hortalizas, lo que está dado por las condiciones climáticas y de irradiación solar. Sin embargo, al igual que en las otras zonas, muchos de estos residuos y subproductos presentan altos contenidos de agua y carbohidratos solubles, con niveles muy variables de energía metabolizable. Los contenidos de proteína son igualmente variables según el residuo y dentro de ellos hay un efecto significativo de la especie vegetal. En la presente monografía se han selecciona-

do tres cultivos hortícolas con dos variedades cada uno y desarrollados bajo condiciones de invernadero o al aire libre y que generan una gran cantidad de frutos y follaje. . Ellas son cultivo del melón, cultivo del pepino y cultivo del tomate.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Para medir el residuo de cultivares de hortalizas, se utilizó un cuadrante de 0,5 x 0,5 m el cual se arrojaba al azar cinco veces y se colectaba el material dentro del perímetro.

Este material se pesaba y posteriormente se secaba a 60°C para determinar MS. De este material se tomaron muestras representativas para realizar las determinaciones del valor nutritivo.

En el caso de los residuos agroindustriales, los muestreos se realizaron en cada partida de producto que llegaba de las agroindustrias y se analizaban por separado para determinar posibles variaciones. El muestreo era al azar y las muestras eran sometidas a secado 60°C para determinar materia seca y luego se realizaban las diferentes determinaciones del valor nutritivo. La degradabilidad de la MS, PB y FDN se determinó mediante el método "in situ" propuesto por Orskov, (1980) de incubación en bolsas de dacrón de muestras por períodos de tiempo.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En este trabajo, se presentan tres residuos hortícolas destinados a generar frutos: el melón, el pepino de ensalada y el residuo del cultivo de tomate. Estos dos últimos bajo dos condiciones: aire libre y bajo invernadero.

### **a) Residuo del cultivo del pepino de ensalada.**

El residuo del cultivo del pepino está compuesto de dos estructuras vegetales: el follaje (tallos y hojas) y los frutos de desecho, con una producción total de 16 ton/ha de MS, de las cuales, 9 corresponden a follaje y 7 a frutos de desecho. Estos valores varían en función de la cantidad de frutos de desecho que se dejen. Valores similares fueron reportados por Moreno (1988) y Boza y Ferrando (1989). El contenido de materia seca es de 72% para follaje y 11% para frutos. El valor nutritivo varía según la variedad y según estructura.

Este residuo se caracteriza por su alto contenido de proteína de los frutos (15-16%) con una digestibilidad de la materia seca de 78% para follaje en ambas variedades y de 65% para fruto de la variedad Encore y 86% para la variedad Marketer, valores mayores a los obtenidos por Escandon (1983). El contenido de FDN es bajo comparado con otros residuos, con un promedio ponderado de 32,5%, lo que concuerda con los datos de otros autores (Escandon, 1983), Boza y Ferrando (1989)

La degradabilidad de la MS y PB en las dos variedades se presenta en las Fig. 2 y 3. Se observa que la tasa de degradación es lenta, con una fase de espera (Lag time) para PB pero no para MS y FDN en ambas variedades. La degradabilidad potencial fue mayor en pepino v. Encore.

### **b) Residuo del cultivo del melón.**

Las dos variedades estudiadas resultaron ser muy diferentes en cuanto a producción de biomasa residual. Para la variedad Cantalupe, la producción de MS fue de 2.5 ton/ha en cambio para la variedad Honey Dew, fue de 1,7 ton/ha. De los tres componentes del residuo (hojas, tallos y frutos) las hojas constituyeron el mayor porcentaje, sin embargo, los frutos fueron los responsables de la diferencia entre variedades. Escandon (1983) reportó valores semejantes para otras variedades de melón. En cuanto al valor nutritivo no hay grandes diferencias entre las dos variedades, con contenidos de PB entre 8 y 15% según estructura. En general la variedad Cantalupe presentó un leve mejor valor nutritivo.

La degradabilidad de la MS, PB y FDN, en general fue baja, lo cual es inconsistente con la alta digestibilidad determinada mediante el método enzimático (Cerdeira et al, 1998).

La variedad Honey Dew, presentó degradabilidades más altas que la V. Cantalupe, tanto en hojas como en frutos. Llama la atención la elevada degradabilidad potencial de la PB y FDN que presentan los frutos de melón Honey Dew que es alrededor de 75% y 88% respectivamente.

### **c) Residuo del cultivo del tomate.**

El tomate se cultiva bajo dos sistemas, uno al aire libre y otro bajo invernadero. El primero presenta una altura de 40 a 50 cm en cambio el de invernadero alcanza fácilmente los 2 m. Esta diferencia induce cambios en las estructuras de tallos, los cuales en el cultivo al aire libre son más tiernos y cubiertos de hojas, en cambio en los de invernadero son muy duros, sin hojas y no aprovechables para la alimentación de rumiantes.

El residuo del cultivo bajo invernadero produjo 11 ton/ha de MS. En cambio el cultivo al aire libre produjo 3,6 ton/ha de MS, sin embargo es necesario indicar que un porcentaje importante de la MS generada en invernadero no tiene aplicación en alimentación animal, dado la lignificación y engrosamiento que experimentan los tallos principales. En este estudio, se seleccionaron dos de las variedades más comúnmente utilizadas, una de cultivo al aire libre, llamada Mentado Duque y la otra, de invernadero, llamada Carmelo. El valor nutritivo no difiere en las diferentes estructuras, entre las dos variedades, al considerar solo las partes con potencial de consumo, pero al tomar en cuenta los tallos lignificados de la variedad invernadero, hay una diferencia a favor de la variedad al aire libre. En cambio en lo que se refiere a tallos secundarios y terciarios y hojas, la variedad Mentado Duque (exterior) presentó menor contenido de FDN y mayor digestibilidad.

El contenido de PB fue diferente al comparar similares estructuras. Es así que las hojas de la variedad Carmelo presentó un mayor contenido de PB (17% vs 11%); en cambio en frutos la variedad Mentado Duque presentó 21% vs 13% de la variedad Carmelo. En tallos no hubo diferencias importantes.

Estos valores son más elevados que los citados por Wernli (1983) que determinó un 11% para frutos.

La variedad Carmelo, presentó un mayor porcentaje de lignina en la pared celular, lo cual se explica por el mayor crecimiento y estructura arquitectónica de la planta bajo invernadero.

La degradabilidad de la MS y PB en hojas fue diferente en ambas variedades siendo superior en la variedad al aire libre, lo cual se explica por el menor contenido de FDN de esa variedad. Esto podría atribuirse a que bajo invernadero, las plantas crecen más rápido y deben formar más estructuras de resistencia, además la presión de enfermedades dentro del invernadero es mayor, lo que obliga a las plantas a generar estructuras más resistentes.

La degradabilidad de la MS y PB de los frutos fue superior en la variedad al aire libre, lo cual puede atribuirse a que la variedad al aire libre presenta una menor proporción de estructuras internas de división y menor contenido de semillas, que tienden a ser menos degradables por la envoltura que poseen.

## ORUJOS DE ACEITUNA

### Características físicas

Los orujos brutos contienen la cáscara del hueso en trozos, la piel y la pulpa molida de la aceituna, alrededor del 25 por ciento de agua y aún una pequeña cantidad de aceite que favorecen su rápida alteración.

Los orujos agotados se diferencian sobre todo por su menor contenido de aceite y un bajo contenido de agua, ya que han sido deshidratados durante el proceso de extracción.

Los orujos agotados parcialmente deshuesados están formados fundamentalmente por la pulpa (mesocarpio) y todavía contienen una pequeña proporción de cáscaras que no pueden ser separadas completamente utilizando los procedimientos del tamizado y la corriente de aire.

## CONCLUSIONES

*\* Los tres residuos estudiados constituyen una fuente potencial de energía y proteína para ser incorporado en dietas de rumiantes, debiendo considerarse el costo de recolección y el contenido de humedad.*

*\* Los rendimientos en MS/ha del tomate bajo invernadero y del pepino superaron las 11 ton, lo que los hace comparable a los rendimientos de diferentes praderas de riego.*

*\* En cuanto al contenido proteico de los frutos, en las tres especies y respectivas variedades, superó el 16% y en algunos casos alcanzó 21%, lo que los hace comparables al contenido proteico de la alfalfa.*

*\* La degradabilidad de las hojas y frutos en las tres especies no superó el 45%, alcanzando el valor asintótico en tiempos que fluctuaron entre 12 y 24 h. Esta baja degradabilidad asegura un mayor aporte de proteína sobrepasante al rumiante.*

### Tipos de orujos

- El orujo bruto: Es el residuo de la primera extracción del aceite por presión de la aceituna entera, y su contenido relativamente elevado de agua (24%) y aceite (9%) hacen que se altere rápidamente cuando se expone al aire.
- El orujo agotado: Es el residuo que queda después de haber extraído el aceite del orujo bruto mediante disolventes, generalmente el hexano.
- El orujo parcialmente deshuesado: Es el residuo que queda después de la separación parcial del hueso y la pulpa por tamizado o por corriente de aire.
- Se dirá que este orujo es "graso" si el aceite que contiene no se extrae con disolventes.

- Se dirá que está “desgrasado o agotado” si el aceite se extrae con disolventes.

### Condiciones de conservación de los orujos

El principal problema que plantea la conservación de los orujos es su contenido de agua relativamente alto y la presencia de una cantidad aún importante de sustancias grasas. Expuestos al aire, estos orujos se enrancian rápidamente y resultan pronto no aptos para el consumo animal.

Se estima que los orujos brutos obtenidos por centrifugación, que son más húmedos, se deterioran después de 4 a 5 días, mientras que los orujos obtenidos por presión lo hacen después de unos 15 días y cuando están deshidratados nos se conservarían más allá de 45 días. Por el contrario, los orujos agotados que además han sido deshidratados en el proceso de extracción podrían conservarse más de un año.

La deshidratación es hoy un proceso caro habida cuenta de los elevados costos de la energía que para ello se requiere. Además, su eficacia como forma de conservación de los orujos brutos aún ricos en sustancias grasas parece muy limitada.

Los pocos ensayos efectuados en pequeña escala de conservación por ensilado indican una posibilidad de conservación más sencilla, económica y eficaz utilizando el método de ensilado por

amontonamiento, que permite almacenar cantidades muy variables que oscilan desde algunas toneladas a varios centenares.

Dado que el orujo bruto fresco se conserva muy poco tiempo, debe distribuirse muy rápidamente a los animales o ensilarse lo antes posible para que no se altere. Sin embargo, debe observarse que económicamente suele ser más rentable extraer antes el aceite de orujo, pero cuando por razones concretas no se realiza esta extracción, el orujo bruto puede conservarse para ser distribuido posteriormente a los animales.

### Composición química de los orujos

A diferencia de las otras tortas oleaginosas, los orujos brutos son pobres en sustancias nitrogenadas y ricos en celulosa bruta. Son relativamente ricos en sustancias grasas. Su agotamiento con disolventes disminuye el contenido de sustancias grasas y aumenta relativamente el de otros componentes. El deshuesado parcial por tamizado o por corriente de aire reduce el contenido de celulosa bruta (Tabla 38).

Las pulpas, al haber sido totalmente separadas del hueso antes de la presión, son las que contienen menos celulosa bruta.

Los valores que acaban de indicarse varían mucho sobre todo en el caso de los orujos bru-

**Tabla 38:** Composición química indicativa de los distintos tipos de orujos

Tipo	Materia seca	Materias minerales	% de materia seca		
			Sustancias nitrogenadas totales	Celulosa bruta	Materias grasas
Orujo bruto	75-80	3-5	5-10	35-50	8-15
Orujo graso parcialmente deshuesado	80-95	6-7	9-12	20-30	15-30
Orujo agotado	85-90	7-10	8-10	35-40	4-6
Orujo agotado parcialmente deshuesado	85-90	6-8	9-14	15-35	4-6
Pulpa grasa	35-40	5-8	9-13	16-25	26-33

Fuente: Diversos autores.

tos y los orujos grasos parcialmente deshuesados, y son sólo indicativos.

Debe tenerse en cuenta que estos distintos orujos provienen de aceitunas de diverso origen y han sido sometidos a tratamientos diferentes, lo que explica la heterogeneidad de algunos resultados.

### a) La celulosa bruta

Como se ha indicado anteriormente, la proporción de celulosa bruta en los orujos no deshuesados es alta. El deshuesado parcial reduce considerablemente este contenido, pero incluso la pulpa pura contiene alrededor del 20 por ciento de celulosa bruta.

Del análisis de las fibras con el método de Van Soest et al (1984) se desprende que los

orujos tienen un contenido muy elevado de componentes de pared celular (NDF), lignocelulosa (ADF) y lignina (ADL) (Tabla 39).

En consecuencia, resulta paradójico que el tamizado reduzca sobre todo el contenido de celulosa y muy poco el de lignina. El contenido de los orujos de aceituna de componentes de pared celular es comparable al de la paja de cereal, pero con un grado de lignificación aparentemente más alto.

### b) Las sustancias nitrogenadas totales

Su contenido varía según el tipo de orujo (Tabla 38), pero sigue siendo relativamente reducido. El nitrógeno proteico constituye más del 95 por ciento del nitrógeno total y su solubilidad es muy pequeña. Además, gran parte de las proteínas (80 a 90 por ciento) está vinculada a la parte de lignocelulosa (Nitrógeno asociado con FDA).

**Tabla 39:** Características de los componentes de pared celular de los orujos

	Orujo agotado (Túnez)	Orujo agotado parcialmente deshuesado		
		Túnez	España	Grecia
FDN	72	55	70	83
FDA	60	45	-	64
Lignina	31	29	31	24

Fuente: Diversos autores.

### c) Los lípidos

Las sustancias grasas de los orujos son muy ricas en ácidos grasos C16 y C18 saturados, que constituyen el 96 por ciento del total de los ácidos grasos. Los orujos son muy vulnerables al oxígeno de la atmósfera, que en gran parte es el causante de la alteración de las propiedades organolépticas. Sin embargo, se observó que el aceite rancio de los orujos parece no ser la causa de la disminución de la digestibilidad observada in vitro, ya que los resultados obtenidos con orujos almacenados durante más de un año son iguales a los de los orujos frescos.

Las sustancias grasas del orujo bruto pueden constituir una aportación importante de

energía, pero en el caso de los orujos agotados dicha aportación es limitada.

### DIGESTIBILIDAD DE LOS ORUJOS

La digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica es reducida (20 a 50 por ciento), independientemente del tipo de orujo de que se trate.

Las sustancias grasas son siempre muy digestibles (60 a 90 por ciento). Mientras que, las sustancias nitrogenadas tienen una digestibilidad reducida (promedio del 20 al 25 por ciento), pero muy variable. En tanto, la celulosa bruta es de una digestibilidad estimada que oscila de 0 al 40 por ciento.

## **Factores que pueden afectar la digestibilidad de los orujos**

Muchos experimentos han indicado una "mala digestibilidad" de los orujos de aceituna, lo que podría deberse a una disminución de la actividad de la flora del rumen, que (si se mide por los gases desprendidos) puede reducirse en un 40 por ciento tras la ingestión del orujo bruto. La amoniogénesis del líquido del rumen de los ovinos al recibir los orujos confirma también la disminución de la actividad de la flora del rumen.

### **Pueden formularse tres hipótesis:**

#### **a) Influencia de las sustancias grasas** (orujos no agotados)

La fuerte concentración de ácidos grasos libres en el rumen puede producir alteraciones en la digestión y el apetito. Las sustancias grasas pueden actuar por uno o varios de los factores siguientes:

- **La cantidad.** Los rumiantes son sensibles a una ingestión de grasa superior al 5 por ciento de la materia seca de la ración.
- **La naturaleza de los ácidos grasos.** Se ha observado que la ingestión de 90 g. de una mezcla de ácidos grasos C16 y C18 (de alto contenido en los orujos) durante un período de 24 horas produce una disminución en un 5 por ciento aproximadamente del metano desprendido.
- **Los posibles productos de oxidación,** cuya toxicidad puede alcanzar niveles peligrosos, si bien la digestibilidad in vitro es idéntica tanto en los orujos brutos frescos como en los de un año.

#### **b) Factores inhibidores**

Se podrían adjudicar efectos inhibidores a ciertos compuestos simples, del tipo de los fenoles, que inhibirían la fermentación, o más complejos, del tipo de los taninos, que harían insolubles las proteínas de la ración o del propio orujo. Sin embargo, los resultados generalmente mencionados en la bibliografía se refieren al fruto antes de la extracción del aceite, cuando

precisamente mediante esta operación se elimina gran cantidad de polifenoles y de taninos.

Los análisis de orujos realizados han indicado niveles de tanino inferiores al 1 por ciento, que son insuficientes para ejercer una influencia negativa en la actividad de los microorganismos del rumen y la digestibilidad de las proteínas, y niveles de polifenoles entre el 0,15 y el 0,75 por ciento de la materia seca, lo que es insuficiente para ejercer una acción inhibidora en la fermentación.

#### **c) Influencia de la lignina**

Los orujos de aceituna son particularmente ricos en lignina y pobres en contenido celular. Parece que, como con la paja, se produce un fenómeno de "protección" de los hidratos de carbono vinculados a la lignina. En efecto, cuando se han tratado los orujos con álcalis, su digestibilidad in vitro casi se ha cuadruplicado.

## **DEGRADABILIDAD**

Los orujos de aceituna, que tienen un alto contenido de lignocelulosa, se degradan muy lentamente, y los valores máximos que se alcanzan son muy reducidos (el 32 por ciento de la MS se degrada después de haber permanecido 72 horas en el rumen, en el caso del orujo tamizado agotado).

Las proteínas también se degradan poco porque del 75 al 90 por ciento del nitrógeno está unido a la parte de lignocelulosa, lo que hace que la solubilidad del nitrógeno sólo sea del 2,3 por ciento (N soluble como porcentaje del N total) en el caso de orujo bruto y del 0,2 al 0,4 por ciento en el caso de los orujos tamizados.

## **CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS EN EL RUMEN**

La amoniogénesis es limitada cuando este orujo se distribuye ad libitum a ovinos. En efecto, la producción de NH<sub>3</sub> es inferior al umbral límite de 5 mg/dl de jugos de rumen. Cuando en las raciones se sustituye un 40 por ciento de cebada por un 40 por ciento de orujos, la producción



de NH<sub>3</sub> oscila entre 6.4 y 7.8 mg/dl, con arreglo a la hora de la muestra.

La ingestión de orujo de aceituna sólo engendra una débil producción de ácidos grasos volátiles totales (51 mM/1) La proporción de los distintos ácidos grasos volátiles (71 por ciento de ácido acético, 19 por ciento de ácido propiónico y 10 por ciento de ácido butírico) corresponde al tipo de fermentación característica de los alimentos bastos (paja, heno).

El pH del jugo del rumen de los animales alimentados con orujos de aceituna varía de 6,6 a 7,2, por lo que favorece una actividad celulolítica óptima.

## COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO

Las características físicas de los orujos tamizados agotados (partículas de 1 a 4 mm) permiten una rumia y una ingestión completamente normal e idéntica a las del heno picado. Este aspecto favorable de los orujos es consecuencia de su riqueza en elementos estructurales (contenido elevado de componentes de pared celular y sobre todo de lignocelulosa).

### Posibilidades de mejoramiento del valor nutritivo de los orujos

Como en el caso de la paja, es sobre todo el tratamiento con álcalis el que ha sido objeto de más investigaciones.

#### a) Tratamiento con soda cáustica (hidróxido de sodio)

Las pequeñas cantidades de soda cáustica, inferiores al 4 por ciento, sólo tienen efectos limitados en la digestibilidad in-vitro de la materia seca. La digestibilidad aumenta gradualmente hasta alcanzar valores del 50 al 70 por ciento cuando se emplean cantidades del 6 al 8 por ciento de soda. El lavado y la filtración del orujo para eliminar el exceso de soda reducen la digestibilidad.

#### b) Ensilado con álcalis

Estudios realizados en microsilos (1,51) han demostrado que la digestibilidad "in-situ"

mejora de manera importante utilizando grandes dosis de soda (8 por ciento) y es superior a la obtenida con el amoníaco.

#### c) Tratamiento mecánico

El único tratamiento mecánico práctico consiste en la separación parcial de la cáscara del hueso por tamizado o por corriente de aire. Con este tratamiento se reduce considerablemente la proporción de celulosa bruta (Tabla 38) y de celulosa pura, pero paradójicamente muy poco la de lignina (Tabla 39).

En consecuencia, parece que el tamizado es un método de tratamiento muy eficaz para mejorar el valor nutritivo de los orujos agotados.

#### d) Tratamientos biológicos

Se han realizado pocos experimentos en este campo. Sin embargo, se encontró que los tejidos contenidos en los orujos de aceituna son resistentes a la degradación microbiana. La realización de cultivos de hongos (fungi) en el residuo no ha reducido de manera apreciable el contenido en fibras, incluso después de un tratamiento con álcalis. El cultivo de *Sporotrichum pulverulentum* en el residuo tamizado ha aumentado el contenido en sustancias nitrogenadas, pero no disminuye apreciablemente el contenido de celulosa bruta.

## UTILIZACIÓN DE LOS ORUJOS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Tradicionalmente, los orujos de aceituna, en sus distintas formas, se utilizan en la mayor parte de los países productores. Es curioso que se hayan realizado pocos estudios a fondo para determinar el efecto que sus distintos grados de incorporación tienen en las raciones de los animales.

### Los orujos grasos parcialmente deshuesados

**a) Ovinos:** Utilizando un concentrado que contenía de 0 al 40 por ciento de orujo con melaza-urea, ha obtenido aumentos de peso de 125 a 101 g/día en ovinos de pastoreo a los que se distribuyó 500 g de

heno y el concentrado en función del peso en vivo (20 a 30 g/kg de peso en vivo).

**b) Bovinos** Varios ensayos realizados en Italia parecen indicar que los orujos tienen un efecto positivo en el contenido de sustancias grasas de la leche de vaca, con una producción de leche (4% de materia grasa) sensiblemente equivalente, cuando las vacas reciben de 1,8 a 4 kg de orujos/día.

Utilizando vaquillas de 295 kg a las que se alimentó durante 60 días con heno y ensilado de alfalfa más harina de maíz u orujos, obtuvieron aumentos de peso, respectivamente, de 630 g/día (habiéndose consumido 922 g/día de grano de maíz) y 370 g/día (cuando se consumieron 775 g/día de orujos).

### Los orujos parcialmente deshuesados agotados

#### a) Ovinos

En Túnez, han utilizado estos orujos en raciones de "hambre" constituyendo de 0 al 35 por ciento o el 70 por ciento del concentrado distribuido a ovejas primero gestantes y luego lactantes, además de 300 g de paja por día durante 17 semanas. Los resultados obtenidos en las ovejas que recibieron un 35 por ciento de orujos fueron comparables a los de los testigos. Las que recibieron una proporción del 70 por ciento de orujos perdieron el 20 por ciento del peso, el peso de los corderos al nacer fue menor y el índice de mortalidad de éstos fue muy superior (61 por ciento frente al 29 por ciento).

#### b) Bovinos

La sustitución en la alimentación de bovinos jóvenes de heno de avena de calidad mediocre por 0-20-40-60 por ciento de orujo agotado tamizado supuso una disminución constante de la tasa de aumento de peso, que fue respectivamente de 536-260-190-39 g/día.

### CONCLUSIONES

**1.** Los orujos son alimentos lignocelulósicos por:

- Su elevado contenido de fibras (FDN y FDA) y lignina,

- su bajo contenido de sustancias nitrogenadas,
- Su reducida digestibilidad de la materia seca y de las sustancias nitrogenadas,
- su fermentación en el rumen de tipo acético,
- el comportamiento alimentario de los animales que los consumen,

**2.** Los orujos probablemente no contienen sustancias tóxicas o inhibitorias. Su mala utilización digestiva y metabólica se debería principalmente a su alto grado de lignificación y a los procesos tecnológicos empleados en la extracción del aceite, en los que son objeto frecuentemente de un fuerte calentamiento.

**3.** Administrados solos:

- Son poco apetecibles (aunque el hecho de agregar del 8 al 10 por ciento de melaza de remolacha permite un nivel de ingestión elevado),
- provocan pérdidas de peso en el animal,
- son mal digeridos,
- suponen una producción reducida de amoníaco y de ácidos grasos volátiles, lo que demuestra su limitado valor nutritivo.

**4.** La película y las cáscaras son poco digestibles. El valor nutritivo del orujo mejora con el tamizado, que elimina parcial o totalmente las cáscaras. Un tamizado "a fondo" que no dejara más que un producto muy ligero constituido principalmente por la película tendría un efecto contrario. En la operación del tamizado se deben conservar los trozos de la almendra triturada, que son particularmente ricos en proteínas y son muy digestivos.

**5.** Su utilización sin ningún tipo de tratamiento previo puede garantizar:

- resultados normales (engorde de los corderos), a niveles de aporte inferiores al 30 o el 40 por ciento y un complemento adecuado de proteínas y minerales,
- el mantenimiento y la salvaguardia del ganado en condiciones difíciles, a niveles de aporte más elevados (70 por ciento).

**6.** Algunos tratamientos pueden mejorar el valor nutritivo de los orujos:

- a)** El tratamiento industrial con soda, a pesar de que produce un indudable mejoramiento, sigue teniendo un alcance limitado, ya que las inversiones son elevadas;

**b)** el tratamiento mediante ensilado, con dosis del 6 al 8 por ciento de soda, sería eficaz, pero también demasiado costoso;

**c)** el tratamiento con amoníaco gaseoso (ensilado) sería más prometedor por el hecho de mejorar la digestibilidad y representar un aporte de nitrógeno suplementario.

**7.** Indudablemente sería rentable complementar los orujos con una fuente nitrogenada de buena calidad y de bajo costo, y los primeros ensayos con excrementos de aves parecen prometedores.

## ESTUDIO COMPARATIVO DE ALGUNOS RESIDUOS DE AGROINDUSTRIAS

Actualmente existe gran interés por parte de los ganaderos y profesionales del sector pecuario en incorporar desechos y/o residuos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Su utilización se ha visto estimulada en los últimos años debido al elevado costo alcanzado por los insumos tradicionalmente empleados en alimentación animal, como también por la modernización de los sistemas de producción de carne. En efecto, los sistemas de engorda a corral (feed-lot) han significado la sustitución parcial o total del aporte nutritivo que tradicionalmente hacía la pradera por otros recursos de menor costo.

En el país, se dispone de una gran diversidad de desechos agroindustriales que pueden constituirse en recursos alimenticios para rumiantes. La mayoría de estos desechos, se caracterizan por ser altamente fibrosos o bien poseer una alta proporción de Nitrógeno no proteico (NNP), por lo que su mejor alternativa de empleo como fuente de nutrientes está en la alimentación de los rumiantes. En estas especies la acción de la microflora ruminal degrada la fibra dietaria a la vez que transforma el NNP en Nitrógeno bacteriano.

La información que se presenta en esta oportunidad se refiere a las características nutritivas de algunos desechos agroindustriales que pueden incorporarse en la alimentación de rumiantes.

La Tabla 40, muestra la composición

química y la digestibilidad de los distintos nutrientes de tres desechos agrícolas. En el orujo de aceituna destaca su alto contenido en aceites, que alcanza al 20%, lo que lo hace un buen recurso energético; por el contrario su aporte proteico es bajo y no alcanza a cubrir las necesidades de proteínas en rumiantes. Su digestibilidad oscila alrededor del 45%, con la excepción de la fibra cruda, que sólo alcanza al 15%, debido a que se encuentra principalmente en el carozo. Para su incorporación en dietas de rumiantes es necesario suplementario con un concentrado proteico y se debe suministrar en forma fresca para evitar su enranciamiento.

El Orujo de uva es, sin dudas el subproducto más abundante de los tres, pero a diferencia de los anteriores su valor nutritivo es bastante bajo, debido a su pobre digestibilidad que sólo alcanza a alrededor de 30% de la materia seca.

Experiencias nacionales realizadas en ovinos y bovinos donde se suministró orujo de uva como única fuente de alimento, mostraron que los animales rápidamente perdían peso, lo que sólo se traduce en leves ganancias, cuando se restringe al 50% de la materia seca de la dieta y se suplementa con un concentrado energético y proteico (Tabla 41). Como recomendación general, su incorporación en la dieta no debe exceder el 20%, ya que niveles superiores afectarían la ganancia de peso y la eficiencia de utilización del alimento.

**Tabla 40:** Composición química y digestibilidad de los Orujos de Aceituna (olivo), de Almendra y Uva.

I Análisis (%)	Orujo de Aceituna*	Orujo de Almendra	Orujo de uva**
Materia Seca	91.4		89.7
Cenizas	3.2		8.8
Materia Orgánica	88.2		80.9
Proteína Cruda	6.5		10.7
Extracto etéreo	19.7		7.2
Fibra Cruda	28.0		24.9
Extr. no nitrogenado	33.8		37.9
II Digestibilidad (%)			
Materia Seca	44.0		28.3
Materia Orgánica	45.1		30.4
Proteína Cruda	48.0		31.3
Extracto etéreo	64.3		74.2
Fibra Cruda	16.1		10.7
Extr. no nitrogenado	52.6		33.7

\*con carozo \*\*uva deshidratado Fuente: Tesis C. E. Neira: Fac. Agron., Universidad de Colombia

**Tabla 41:** Consumo de alimentos y variación del peso vivo en Vaquillas alimentadas con ensilaje de Orujo de Uva dulce.

	TRATAMIENTOS		
	Ensilaje de Orujo de Uva Dulce		
	Solo	+250g AC	+500g AC
Consumo M. O. (kg/día)			
Ensilaje	4.29	4.50	4.49
Afrecho de Colza (AC)	-	.22	.43
TOTAL	4.29	4.72	4.92
Consumo proteína total (g/día)	495	587	670
Variación de peso vivo			
Peso final ajustado (kg)	292	299	300
Ganancias diarias ajustada (g/día)	(-).790	(-).366	(+).450

AC = Afrecho de Colza (-) = Pérdida de peso / Fuente: C. Werni y Claudia Avendaño. IV Conferencia Mundial de Producción Animal.

**Tabla 42:** Composición química, digestibilidad y valor energético de la pomasa u orujo de Tomate (g/100 g del producto fresco).

COMPOSICION QUIMICA		DIGESTIBILIDAD	
Materia Seca	43	Materia Seca	59.4
Proteína Cruda	8.5	Proteína Cruda	58.5
Extracto etéreo	5.0	Extracto etéreo	76.0
Fibra Cruda	13.5	Fibra Cruda	31.6
Extracto libre de N	13.8	-	-
VALOR ENERGETICO			
N. D. T. (%)		30.4	
E. Digestible(Mcal 1/kg)		1.22	
E. Metabolizable (Mcal 1/kg)		1,0	
E. Neta Mantenición (Mcal 1/kg)		0.61	
E. Neta Ganancia (Mcal 1/kg)		0.34	

Fuente: N. Hinman y col.: California Agrie. Vol. 32, N° 8

## ORUJO DE MANZANA

El orujo o pomasa de manzana es un sub-producto del procesamiento del fruto (residuo de la industria de jugos y de la sidra), compuesto por la pulpa, cáscara y endocarpio –centro- e incluye cáscaras, semillas, restos fibrosos de pulpa y jugo agotado pobre en azúcares, generándose a razón de 15-19 kg/100 kg de manzana.

La pomasa puede alcanzar un nivel de materia seca cercano al 15%, es pobre en proteína y moderado en energía, proveniente de un contenido importante de fibra digestible y de carbohidratos solubles, y se considera un recurso altamente palatable para bovinos.

Los componentes más variables de la pomasa son la materia seca (MS, 14-26%), la fibra cruda (FC, 14-23% base MS) y la proteína bruta (PB, 4-8% base MS), variación influida por el tipo de manzana, su estado de madurez y diferencias en el procesamiento (Hardy, 1992). Este autor encontró que a pesar del bajo pH inicial de la pomasa fresca, el ensilado permite una acidificación adicional con formación de ácido láctico y alcoholes, asociado a incrementos en PB y FC del orden de 20% y 30%, respectivamente, y a una reducción del contenido de energía metabolizable (EM, 14%), explicable principalmente por una concentración de la fibra y por la pérdida de nutrientes solubles en los líquidos efluentes o escurridos.

La pomasa es un producto resistente a la descomposición aeróbica, que se atribuye a un pH bajo y estable, y a una consistencia pastosa que limita el ingreso de aire, situación que se acentúa con el ensilado. Esto representa una ventaja en la conservación, ya que un llenado lento, que es frecuente debido a entrega de volúmenes limitados por las plantas en período de elaboración, no tendría efectos negativos (Anrique, 1992).

La degradabilidad potencial de la pomasa fresca en el rumen es elevada (Valderrama, 1993), sin embargo, la degradabilidad efectiva, que es dependiente de la tasa de pasaje, puede disminuir entre 16 y 40% debido al escape de partículas parcialmente fermentadas. Los cambios de composición que experimenta la pomasa al ser ensilada, particularmente el aumento de fibra, debiera influir en una menor degradabilidad y también debiera reflejarse en cambios en la dinámica fermentativa, información que es necesaria para orientar un eficiente uso de estos recursos que han sido poco estudiados desde esta perspectiva.

Baeck, (1989) evaluó al orujo de manzana bajo la forma de silaje –tipo puente- (18 kg/día base húmeda) junto con heno de alfalfa (17% de PB/kg MS) con novillitos Angus de 220 kg p.v. al inicio. El ensayo se desarrolló en Lujan de Cuyo (Mendoza) durante octubre de 1987 y abril de 1988 (Tabla 43).

**Tabla 43:** Composición química del silaje de orujo de manzana (en %)

	Valores
Materia seca	15.5
Proteína bruta	8.40
FDN	60.10
Azúcares totales	23.3
Calcio	0.40
Fósforo	0.32

*Adaptado de Baeck (1989)*

La ganancia de peso media fue de 0.897 kg/día. Y el grado de terminación fue muy bueno, con una grasa de cobertura muy blanca y buen

veteado. En ningún caso se observó efectos organolépticos negativos en la carne.

## VI°.- TRABAJO EXPERIMENTAL

### **UTILIZACIÓN DE POMASA DE MANZANAS EN TORITOS HEREFORD DE 8 MESES DE EDAD**

*Manterola, H; Porte, E; Cerdá, D; Sirhan, L y Casanova, G<sup>1</sup>*

En Chile se produce una gran variedad de desechos agroindustriales que tienen como característica común el ser muy abundantes y estar subutilizados en relación con su potencial nutritivo.

Dentro de los desechos o sub productos provenientes de la agroindustria de la fruta, la pomasa de manzana es uno de los que mayor potencial tiene en la alimentación animal. El potencial nutritivo de la pomasa de manzana estaría dado fundamentalmente por su contenido energético, comparable al de otros alimentos de uso habitual en las raciones de rumiantes.

Diversas investigaciones realizadas con pomasa de manzana señalan respuestas productivas positivas en los animales al ser incorporada en sus dietas en bajas proporciones. Así es como en engordas intensivas de toritos Hereford alimentados hasta con un 30% de este subproducto, se han registrado ganancias de peso vivo superiores a 1,0 kg/día.

#### **Investigación realizada**

En el Programa Bovinos de Carne de la Estación Experimental Agronómica Rinconada de Maipú, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, los investigadores señores Héctor Manterola, Eduardo Porte, Dina Cerda, Luis Sirhan y Gabriela Casanova, realizaron un estudio que tuvo por objetivo cuantificar los efectos de incluir nive-

les crecientes de pomasa de manzana ensilada en la dieta de toritos Hereford, sobre las características productivas y de canal.

El ensayo se realizó con 24 toritos Hereford de 8 meses de edad y 225 kg de peso vivo promedio, los cuales se trataron de la siguiente manera.

**T1:** 80% ración basal + 20 % pomasa de manzana

**T2:** 60% ración basal + 40 % pomasa de manzana

**T3:** 40% ración basal + 60 % pomasa de manzana

**T4:** 20% ración basal + 80 % pomasa de manzana

Las dietas se calcularon de modo de aportar entre 15 y 16% de proteína bruta y 2,4 Mcal/kg. de EM, para permitir ganancias de 1,15 kg./día. La ración basal estuvo compuesta por heno de alfalfa 78%; afrecho de raps 5%; paja de trigo 15%, sal y tricafos 2%; aportando 16,4% de proteína bruta, 3,03 Mcal/ de EM. La pomasa de manzana presentó una materia seca de 20% y una digestibilidad de la materia seca de 62%, muy similar a la usada en otros ensayos.

Las dietas compuestas en cada tratamiento fueron similares en cuanto a aporte proteico (14,85 16,0%) y energético (2,39 a 2,45 Mcal/kg. EM). Las diferencias en proteína bruta provocadas por los mayores niveles de inclusión de pomasa se compensaron agregando urea. Estas dietas fueron suministradas una vez al día y en forma separada con el fin de estimar el consumo de ambos componentes (Tabla 44).

*1) Comportamiento productivos de toritos Hereford alimentados con altos niveles de pomasa de manzana. Héctor Manterola, Eduardo Porte, Dina Cerda, Luis Sirhan y Gabriela Casanova. Avances en Producción Animal N° 23 (1-2): 73-79, 1998.*

## RESULTADOS

### Efecto sobre el consumo de alimentos

Durante los primeros 6 días se presentaron problemas de rechazo de la pomasa, consumiendo los animales principalmente la ración basal; sin embargo, luego se acostumbraron a la pomasa

y no hubo rechazos en los primeros 3 tratamientos, pero en el T4 (80% de pomasa) se presentó rechazo durante todo el período experimental, pero éste no fue de gran magnitud. Los consumos promedios de pomasa fueron de 19,8% (T1), 39,0% (T2), 60,5% (T3) y 78,6% (T4) de la materia seca consumida.

En todos los tratamientos el consumo aumentó paulatinamente hasta el día 44, para luego ten-

**Tabla 44:** Niveles de consumo registrados en los distintos tratamientos a través del período experimental.

Niveles de consumo (kg./día de MS)				
Período (días)	T1	T2	T3	T4
16	6,67	6,55	6,28	6,77
44	7,32	7,18	6,94	6,06
72	6,76	7,50	7,33	6,19
100	9,15	9,09	9,64	7,92
128	9,53	9,31	9,23	8,49
141	9,41	9,32	9,19	8,21
Promedio	8,15	8,17	8,14	7,10

der a estabilizarse. A los 100 días se ajustó lo ofrecido, lo cual se tradujo en un incremento en el consumo.

En cuanto al consumo de materia seca total (Tabla 44), sólo el T4 presentó consumo inferior a los otros, lo cual se mantuvo durante todo el período experimental y que puede atribuirse al alto contenido de agua que tiene la pomasa, que actuaría limitando del consumo.

### Efecto sobre los pesos vivos

Los pesos empezaron a ser diferentes a partir del segundo pesaje (16 días de ensayo), donde el T1 lo fue con respecto a T2, T3 y T4. A partir del cuarto pesaje (100 días) se presentan diferencias entre T2, T3 y T4 y entre T1 y T4, manteniéndose éstas hasta el término del ensayo (Tabla 45).

**Tabla 45:** Pesos vivos registrados durante el período experimental.

Período	T1	T2	T3	T4
días	Kg			
0	225,2	224,3	224,3	224,3
16	252,1	247,7	241,9	238,9
44	284,2	283,5	273,0	257,7
72	319,8	322,0	312,0	293,2
100	356,2	362,5	341,2	318,9
128	389,5	396,9	377,7	347,7
141	401,4	414,0	391,7	354,0

## Efectos sobre las ganancias diarias

Las ganancias diarias de peso (GDP) fueron variables

pero se pudo apreciar una tendencia a disminuir a medida que se aumentaba el nivel de inclusión, lo cual es la respuesta a la menor ingestión de nutrientes, especialmente de proteína bruta, que es la limitante mayor de la pomasa de manzana (Tabla 46).

Tabla 46: Resumen de parámetros productivos en los 4 tratamientos.

Parámetro	T1	T2°	T3	T3
Consumo (kg./día)	8,1	8,2	8,1	7,1
Consumo (g/kg.)	104,5	104,0	106,8	97,9
Peso vivo inicial (kg.)	225,2	224,3	224,3	224,3
Peso vivo final (kg.)	401,4	414,1	391,7	354,1
Ganancia peso total (kg.)	176,2	189,7	167,4	129,7
Ganancia peso (kg./día)	1,2	1,3	1,2	0,9
Kg. consumidos/kg. ganados (eficiencia de conversión)	6,7	6,1	7,0	8,4

## Eficiencia sobre la eficiencia de conversión.

Las eficiencias promedios totales presentaron una tendencia a aumentar entre T1 y T2 (Tabla 46), lo cual se debió a que el T2, consumiendo una cantidad de materia seca prácticamente igual a T1, presentó mayores ganancias de peso. Con mayores niveles de inclusión (T3 y T4), la eficiencia bajó, requiriéndose mayores cantidades de materia seca para una misma ganancia.

## CONCLUSIONES

- Es factible incluir pomasa de manzana en dietas de toritos en crianza engorda, sin provocar efectos negativos o alteraciones de tipo fisiológico.
- Niveles de inclusión de hasta 60% de la dieta no afectan ni el consumo ni los niveles productivos normales de los animales. Cantidades superiores afectan negativamente el consumo y los parámetros productivos, provocando un retraso del momento de beneficio.

## APROVECHAMIENTO Y USO DE LA MANZANA DE DESECHO EN LA GANADERIA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.

M en C. Daniel Díaz Plascencia

Correo: danyboy2878@hotmail.com

Facultad de Zootecnia y Ecología / Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

## RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar nutricionalmente un alimento producido mediante fermentación en estado sólido (FES) de subproductos de manzana, se desarrolló una metodología para producir "manzarina" nombre que se le dio al producto fermentado utilizando bagazo y manzana de desecho. Posteriormente a partir de este producto fermentado se desarrolló un inóculo de levaduras, "el Yakult para los animales" por así nombrarlo, dichas levaduras fueron identificadas a través de la amplificación del ADNr 18S mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), posteriormente fueron multiplicadas a escala mediante la fermentación sólida sumergida (FSS).

Se llevaron a cabo diversas evaluaciones a nivel laboratorio a fin de determinar el valor nutritivo de este subproducto; los resultados mostraron que la manzarina posee características nutritivas para ser utilizado como un suplemento proteico en la alimentación de los animales y como un producto benéfico para la salud de los mismos, ya que se encontró un alto nivel de levaduras y polifenoles los cuales presentan cualidades antioxidantes y debido a esto, podemos considerar que la manzarina posee grandes propiedades nutraceuticas. El inóculo de levaduras está enfocado principalmente en la reducción del uso indiscriminado de antibióticos en la producción animal, formando parte de los probióticos, prebióticos y simbióticos que se perfilan como las opciones más destacadas respecto de la utilización de antibió-



ticos en animales y como una solución promotora de la calidad y de la seguridad alimentaria, actuando de manera directa en el sistema inmunológico del animal que lo consume, reduciendo de esta manera la frecuencia del uso de antibióticos.

## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

La fermentación en estado sólido (FES), fermentación en estado líquido (FEL) y la fermentación sólida sumergida (FSS) son un proceso que permite el aprovechamiento de fuentes no convencionales de carbohidratos para la alimentación animal mediante el uso de microorganismos. A nivel mundial se producen aproximadamente 60 millones de toneladas de manzana al año en una superficie de 5.6 millones de hectáreas, siendo China el principal productor con más de 20 millones de toneladas, seguido de Estados Unidos de América con 5.0 millones. Estos países aportan el 45% de la producción mundial, mientras que México aporta 0.46 millones de toneladas al año; de este total en la región Noroeste del Estado de Chihuahua, México; se produjeron alrededor de 409,778 toneladas de manzana (SAGARPA, 2007) de este total, cerca de 145,000 toneladas se comercializaron como manzana de desecho (UNIFRUT, 2007).

Este desecho, no apto para consumo humano, es utilizado en su mayoría en la industria de la extracción para la elaboración de jugo; proceso del cual se obtiene un residuo o subproducto conocido como bagazo de manzana o pomasa. Gran parte de este bagazo es utilizado inadecuadamente en la alimentación animal y el resto, junto con buena parte de manzana de desecho que se queda en la huerta sin utilización alguna, dan origen a un problema de contaminación del medio ambiente por su alta velocidad de putrefacción, con la consecuente pérdida de nutrientes y dinero para el productor. Se estima una producción de pomasa de aproximadamente 32,000 toneladas al año 2 (UNIFRUT, 2007) la cual no es aprovechada, o en algunos casos, se sub-utiliza en la alimentación animal.

Durante la fermentación en estado sólido de algunos subproductos agroindustriales ricos en azúcares y celulósicos, la energía que se libera y la urea como fuente de nitrógeno son utilizados para el crecimiento de la micro flora epifita de los sub-

productos (Pandey et al,2001; Elias, 2004; Becerra et al., 2008; Rodríguez, 2009; Rodríguez-Muela et al., 2010). De esta manera, se logra duplicar la biomasa en alrededor de 5 minutos (Meyer et al., 1992; Nigan, 2000), lo que permite un incremento en la población de bacterias y levaduras principalmente, esto aun en la fase de secado, sin la utilización de inóculo en el sistema (Elías y Lezcano, 1994).

La utilización del desecho de manzana ha recibido muy poca atención, a pesar de considerarse como una fuente de energía barata y debido a su gran contenido de humedad (70-80%). Estos parámetros pudieran ser aprovechados por la flora microbiana nativa y potencialmente elevar su valor nutritivo mediante adiciones como el caso de nitrógeno no proteico (Rodríguez-Muela et al., 2007; Becerra et al., 2008). Tanto la manzana de desecho como los subproductos que aporta la industrialización de esta fruta, representan una potencial fuente de alimento para los animales, con la ventaja de ser de bajo costo y de poseer nutrientes altamente fermentables por microorganismos como levaduras y bacterias (Rodríguez-Muela et al., 2006a; Rodríguez-Muela et al., 2010).

Como resultado de este proceso, la producción de proteína microbiana será de gran utilidad en la nutrición animal.

## **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar una metodología para el aprovechamiento de la manzana de desecho en estado sólido y la elaboración de un inóculo líquido a base de levaduras, obtenidas del bagazo de manzana para ser usado como una alternativa en la alimentación animal.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Obtener un alimento proteico resultado de la fermentación en estado sólido de la manzana de desecho; monitorear los cambios de temperatura, pH, conteos de levaduras y proteína durante el proceso de fermentación usando urea y pasta de soya como ingredientes para el desarrollo de microorganismos.
- 2) Evaluar dos cepas de levaduras mediante la fer-

mentación sólida sumergida para la preparación de un inoculante bajo condiciones aeróbicas utilizando oxigenadores en un medio de cultivo líquido.

Los resultados obtenidos de estas investigaciones serán de utilidad para productores, profesionales del área e investigadores interesados en conocer la importancia de los microorganismos presentes en la manzana de desecho de forma natural en esos subproductos; este trabajo permitirá también tener una base para elegir cual subproducto, o cual combinación es la mejor opción para la obtención de un inóculo de levaduras con propiedades nutraceuticas.

### **Producción de Manzarina**

En el año 2006, investigadores de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, desarrollaron un proceso biotecnológico del cual obtuvieron un producto al que llamaron manzarina el cual usan en la alimentación animal, que se obtiene de la fermentación en estado sólido de la manzana. En este proceso la energía de los carbohidratos disponibles y la urea como fuente de nitrógeno son utilizadas para el crecimiento de la microbiota epifita de la manzana.

El crecimiento microbiano es el factor principal en la obtención de la manzarina, es un fenómeno complejo por el número de variables que se involucran y por la interacción de especies que se origina en este ecosistema. Para la obtención de manzarina, se requiere un molino de martillos o un extrusor, superficie de asfalto o cemento para la fermentación, secado y disponer de urea y sales minerales para su enriquecimiento. En los últimos años ha cobrado gran importancia el enriquecimiento proteico de residuos agroindustriales y subproductos ricos en celulosa mediante sistemas de fermentación en fase sólida con destino a la producción de proteína microbiana.

El desarrollo biotecnológico de la manzarina como alimento alternativo para consumo animal, está llamada a constituir un elemento importante en el desarrollo de la producción animal en el Estado de Chihuahua, demostrando la factibilidad de aprovechar los recursos alimenticios de bajo valor nutritivo, como son los subproductos de manzana a través de la fermentación en estado sólido.

El uso de la fermentación en estado sólido de subproductos de manzana constituye una alternativa para el aprovechamiento de estos, evitando la contaminación ambiental provocada por la rápida descomposición de los mismos (Díaz-Plascencia et al., 2010a).

### **La Manzarina en la Alimentación Animal**

La manzarina ha sido utilizada como ingrediente en la elaboración de bloques multinutricionales (Rodríguez-Muela et al., 2006a) los cuales fueron evaluados en la alimentación de becerros en engorda (Rodríguez-Muela et al., 2006c). Se ha obtenido a mediana escala en condiciones rusticas para utilizarla y evaluarla como ingrediente en dietas para rumiantes. Se encontró que puede sustituir parte de los ingredientes en dietas de vacas lecheras, con incrementos en la producción láctea (Gutiérrez, 2007) y beneficios en la salud del animal (Gallegos, 2007). Han sido evaluadas como ingrediente en la dieta para la alimentación de borregos en engorda (Hernández, 2008) y como parte del suplemento en alimentación de bovinos de carne (Rodríguez-Muela et al., 2006b). Se encontró que puede disminuir el costo de las raciones.

Rodríguez-Muela et al., (2006c) reportaron que becerros en engorda, alimentados con bloques multinutricionales, elaborados con un 14.6% de manzarina como ingrediente puede tener ganancias diarias de peso de 0.570 kg d<sup>-1</sup>; la dieta se baso en el uso de forraje verde picado, ensilaje y rastrojo de maíz y como concentrado proteico, mineral y energético, se utilizaron los bloques multinutricionales.

El consumo de bloque fue de 1.52 Kg a-1 d-1, el costo de la materia prima para la elaboración de los bloques fue menor al utilizar la manzarina (Rodríguez-Muela et al., 2006a), comparado con el costo de la materia prima que se requiere para elaborar bloques multinutricionales con harinolina como principal fuente de proteína.

### **Fermentación Sólida**

La fermentación sólida puede ser definida como un cultivo de microorganismos adheridos a

un soporte sólido poroso y humedecido en el cual el medio líquido está extendido en una capa muy fina en contacto con una interface aérea. Las bacterias, levaduras y hongos son los microorganismos que pueden crecer en la fermentación sólida, pero la mayoría de las investigaciones se llevan a cabo con hongos filamentosos. El crecimiento en forma de micelio y su tolerancia a bajas actividades de agua y condiciones de alta tensión osmótica hacen que los hongos sean la microflora natural más adecuada para la fermentación sólida.

Pandey et al., (2010) define como fermentación en estado sólido al crecimiento de microorganismos en un material sólido y húmedo, siendo el material sólido la fuente energética, el sustrato también puede estar formado por un material sólido inerte y húmedo, al cual se le adiciona una fuente energética. A este proceso, por sus iniciales se le conoce como FES.

En un proceso de FES, generalmente no se requiere agregar agua si el sustrato tiene un contenido alto de humedad (Pandey et al., 2010) y no necesariamente se tiene que inocular con alguna especie de microorganismo, si existe la posibilidad de potencializar el crecimiento de algunas de las especies microbianas de las que se encuentran de manera natural en los sustratos; algunos de estos tienen una amplia diversidad de microorganismos, en este caso se tiene un sistema heterogéneo (Valiño et al., 2002).

El modelo de crecimiento miceliar da una ventaja adicional los hongos filamentosos sobre los microorganismos unicelulares en la colonización de la matriz sólida y en la utilización de los nutrientes del medio de cultivo.

El modelo básico de crecimiento de los hongos es una combinación del crecimiento apical con la generación de nuevas hifas por ramificación. Mientras que el crecimiento apical se lleva a cabo de manera lineal, la ramificación se lleva a cabo de manera exponencial y como resultado se logra una alta velocidad de crecimiento y una gran capacidad de cubrir eficientemente la superficie de cultivo.

La estructura de la pared celular unida al crecimiento por las puntas y la ramificación da a los hongos una estructura sólida y firme que les

permite penetrar en el interior de la matriz sólida. Las enzimas hidrolíticas son excretadas por las puntas de las hifas sin que se diluyan como en el caso de la fermentación líquida lo que hace la acción de las enzimas hidrolíticas muy eficiente y les permite penetrar en la mayoría de los sustratos sólidos, lo que aumenta la disponibilidad de los nutrientes del interior de los sustratos (Raimbault, 1998).

Existe un gran interés en la utilización de *S. cerevisiae* para transformar desechos agroindustriales en productos bioquímicos de valor comercial, por medio de la fermentación sólida (FS), porque se ha encontrado que durante la FS se manifiestan características fisiológicas diferentes en los microorganismos en comparación con la Fermentación líquida (FL). Entre los productos comerciales más importantes, se encuentran algunas enzimas que son excretadas al medio y cuya producción por FL se presenta en forma muy disminuida debido a los fenómenos de represión catabólica (Solís-Pereira et al., 1996). A veces, las enzimas producidas por FS tienen características modificadas, como un aumento en su termo resistencia, menores tiempos de producción y mayor actividad (Solís-Pereira et al., 1996).

Los efectos que se derivan de la utilización de FS sobre los microorganismos son múltiples como modificaciones en el transporte de azúcares, la composición de la pared, la membrana celular y en la actividad enzimática (Pandey et al., 1992). Mientras que las bacterias y las levaduras requieren de alta actividad de agua ( $A_w > 0.98$ ), los hongos filamentosos pueden crecer con valores de  $A_w$  tan bajos como 0.85, y por esta razón, son microorganismos muy bien adaptados para la fermentación sólida. Pandey, (1992) sugiere incluso que un bajo nivel de  $A_w$  favorece la germinación y el crecimiento miceliar de los hongos (Pandey, 1992; Raimbault, 1998).

De acuerdo con Raimbault (1998) el soporte de la fermentación sólida debe cumplir con varios requerimientos como son: Poseer una matriz porosa que puede ser biodegradable o inerte, y requiere presentar una gran superficie de área por volumen dentro del rango de 103 o 106 cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup> que permita el crecimiento microbiano en la interface sólido-líquido. Debe absorber agua en una o varias veces su propio peso con una actividad de agua relativamente grande en la interface sólido-líquido para poder permitir una alta velocidad de los procesos bioquímicos.

La mezcla de oxígeno con otros gases y aerosoles deben pasar a través del cultivo con relativa facilidad, la superficie sólido-líquido debe ser un buen hábitat para permitir el crecimiento de microorganismos que crecen rápidamente como bacterias y hongos. La matriz sólida debe resistir la compresión y un mezclado suave que podría requerir cada tipo de fermentación. Esto requiere partículas pequeñas y granulosas que no tiendan a unirse unas a otras.

### **Fermentación Semi Sólida**

Es este tipo de fermentación, utilizada básicamente para hongos, el microorganismo se desarrolla en la superficie húmeda de un material sólido, el cual generalmente es algún grano de cereal procesado, aunque se han realizado intentos para utilizar materiales de desecho. Esto permite al hongo crecer en condiciones similares a las encontradas en la naturaleza; las esporas, mediante los cuales el hongo sobrevive e infecta insectos, son producidas en el aire. Aunque las fermentaciones semi sólidas son relativamente fáciles de desarrollar en pequeña escala, el escalado de las mismas a las proporciones necesarias para productos comerciales es bastante difícil (Tavorsky, 1992).

En el caso de los hongos entomopatógenos, los países en vías de desarrollo han aplicado métodos de fermentación en sustrato sólido, pero estos presentan muchas restricciones para la producción a nivel comercial. Por un lado, el escalado se dificulta por problemas asociados con la esterilización del sustrato, intercambio gaseoso, control de la temperatura, mantenimiento de cultivos puros y recuperación del producto a partir del sustrato.

Por otra parte, el tiempo de fermentación necesario para la esporulación en sustratos sólidos (generalmente requiere semanas), la cantidad de personal y la infraestructura (grandes espacios físicos), son factores que aumentan los costos de gran manera en este tipo de metodologías (Jackson et al., 2004).

### **Fermentación Sumergida**

Frente al panorama descrito antes para la fermentación semi sólida, la fermentación sumer-

gida se perfila como el método más económico para la producción de agentes biocontroladores. Se trata, como su nombre lo indica, del crecimiento de microorganismos en sistemas totalmente líquidos (Tavorsky, 1992). Existen gran cantidad de ventajas que hacen de esta metodología más efectiva, entre las que se destaca la necesidad de menos mano de obra para operar el fermentador y manejo del producto. Se cuenta además con la posibilidad de controlar de manera más sencilla factores ambientales como la temperatura, aireación y pH, manteniendo más estable el medio de crecimiento, cuya homogeneidad favorece las etapas de procesamiento posteriores (Jackson, 1997).

### **Fermentación Líquida**

Se puede definir a la fermentación líquida (FL) o sumergida como un cultivo de células microbianas dispersas en forma homogénea en un recipiente agitado que puede no ser aireado por medios mecánicos. La forma de fermentación líquida más utilizada en los laboratorios de investigación es el matraz agitado.

El desarrollo de esta técnica ha sido importante porque ha permitido el cultivo de organismos aeróbicos en condiciones homogéneas con una densidad moderada de la biomasa y ha simplificado el estudio de la fisiología de los organismos. A su vez, el cultivo de suspensiones de células en fermentadores agitados ha evolucionado a gran escala, pues no es raro ver fermentadores con volúmenes superiores a 10 mil litros, en los cuales se producen todo tipo de compuestos derivados del metabolismo microbiano.

En estos sistemas, la agitación mecánica permite aumentar la transferencia del gas a la biomasa de tres formas básicas: 1) Dispersa el gas en burbujas más pequeñas incrementando el área de interface gas-líquido. 2) Incrementa el tiempo de contacto de líquido con las burbujas de gas. 3) Disminuye el grueso de la capa estacionaria del líquido al aumentar la turbulencia del cultivo. Además, la agitación mezcla el cultivo manteniéndolo homogéneo. Esto es particularmente importante para la dispersión de la biomasa y la transferencia de calor (Henzler y Schedel, 1991).

Los productos metabólicos y el calor se dispersan fácilmente, por lo que, no son un factor limitante para el crecimiento del microorganismo. La barrera principal de transferencia del O<sub>2</sub> en la FL, es su baja solubilidad en el agua y, al hacerse mayor la capa de agua que debe cruzar, aumenta la dificultad para que llegue a la célula. Gran parte del gasto energético que debe realizarse en la FL está relacionado con la necesidad de satisfacer la demanda de oxígeno en el crecimiento de los microorganismos, esto es muy claro en el caso de *Aspergillus niger*, que es un organismo aeróbico estricto y necesita una alta tasa de transferencia de oxígeno para mantener su crecimiento y producir muchos de los metabolitos de interés (Raimbault, 1998).

### **Principales características del cultivo microbiano**

Jones y Thomas (1987) mencionan que los cultivos de levadura presentan varias características importantes: 1) No son patógenos, ni tóxicos, 2) No se absorben en el tracto digestivo, 3) No dejan residuos en los tejidos animales, 4) Se utilizan en pequeñas cantidades, 5) Proliferan in vivo e in vitro, 6) Promueven el crecimiento de bacterias celulolíticas, 7) Son estables a temperaturas elevadas y 8) No causan mutación.

### **Condiciones de Crecimiento de *Saccharomyces Cerevisiae***

Las levaduras requieren para su óptimo crecimiento un ambiente acuoso, pH con rango de 3.5 a 5.0, posiblemente debido a que la actividad de las proteínas plasmáticas de las levaduras en los límites de su membrana se da en estos valores de pH (Rose et al., 1987a); en estas condiciones de pH requerido para el crecimiento de la levadura, la actividad bacteriana a nivel ruminal tendría consecuencias para los microorganismos y para los rumiantes.

Las levaduras mantienen su actividad metabólica y resisten el estrés físico asociado con el secado, calentamiento y exposición al pH ácido en condiciones anaeróbicas (Dawson et al., 1989).

No obstante, se ha demostrado que *S. cerevisiae* presenta crecimiento limitado bajo esas

condiciones y es incapaz de mantener una población productiva dentro del ecosistema ruminal (Arambel y Rung-Syin 1987), no pueden mantener una población viable en el rumen y son incapaces de establecerse permanentemente (Williams et al., 1990); por tal motivo, no es común que desarrolle crecimiento a nivel ruminal, en forma adicional a lo anterior el crecimiento de las levaduras se ve afectado por la presencia de ácidos grasos insaturados, tales como el colesterol y el ácido nicotínico (Rose et al., 1987b).

Sin embargo, se ha observado cierto grado de viabilidad ruminal (Dawson et al., 1990; Hession et al., 1992), que se puede explicar en parte por los estudios in vitro realizados por Cobos (1996) en condiciones anaeróbicas y con una concentración de bacterias similar a la esperada en el rumen, donde se observó que la viabilidad de las diferentes cepas de levadura *S. cerevisiae* es mínima después de 12 h; por lo tanto, se estima una alta tasa de degradación de las levaduras por parte de las bacterias ruminales.

El rango de temperatura óptima para el crecimiento de las levaduras es de 28 a 30°C, con sobrevivencia a 37°C por medio de la formación de ascosporas (Dengis et al., 1995), aunque a 39°C que es la temperatura del ambiente ruminal, se ve afectado su crecimiento y disminución de la viabilidad de la levadura a 48 h de incubación (Mendoza et al., 1993).

### **Fermentación en estado Sólido comparada con el sumergido en líquido**

Doelle et al., (1992) consideran como ventajas los siguientes aspectos: Los medios de cultivo son simples, generalmente subproductos agrícolas que presentan un alto contenido de los nutrientes necesarios. La baja actividad del agua es de gran ayuda para evitar las contaminaciones, especialmente de bacterias y levaduras.

La aireación forzada es facilitada por la porosidad del soporte, lo que permite una alta transferencia de oxígeno al microorganismo. Pueden emplearse, frecuentemente conidios como inóculo en los procesos de crecimiento de hongos, lo cual disminuye los costos y las manipulaciones en la preparación del inóculo. Los conidios de los hongos que se producen son mucho más resistentes y tienen mejor adaptabilidad a las condiciones en las

que se aplican como agente de biocontrol. El proceso de recobrado es simplificado. Algunos productos son utilizados integralmente, como alimento animal, productos para el control biológico. Los procesos se consideran generalmente como tecnologías limpias.

Entre las principales desventajas se encuentran: Su aplicación se limita a microorganismos que crecen en bajos contenidos de humedad. La extracción del calor metabólico puede ser un problema, sobre todo cuando se trabaja a gran escala y no se controla el proceso. La naturaleza sólida del sustrato trae problemas al medir los parámetros de la fermentación tales como el pH, la temperatura, el contenido de humedad y la concentración de sustrato y productos. Los procesos de transferencia de masa son limitados por la difusión.

Muchos aspectos ingenieriles como el diseño de reactores y el escalado están muy poco caracterizados. El tiempo de fermentación es mayor debido a que generalmente se utilizan microorganismos que presentan bajas velocidades específicas de crecimiento.

Es bueno recalcar que algunas de estas desventajas son relativas, por ejemplo, el tiempo de fermentación ya que actualmente se están empleando bacterias en los procesos de FES. Se realizan grandes esfuerzos en la búsqueda de soluciones parciales a las dificultades antes mencionadas, algunos como Gervais y Bazelin (1986) experimentaron con un reactor que permitía la regulación de la humedad relativa del aire y su temperatura en circulación, ya que según Richard-Molard et al., (1985), demostraron que durante el desarrollo del hongo, la variación de la actividad del agua en el medio, puede influir en el crecimiento micelial o en la germinación de las esporas y esto puede ser útil para optimizar la producción de conidios en fermentadores con sustrato sólido, donde la suplementación de oxígeno y la cosecha de conidios, resulta más fácil que en fermentaciones líquidas.

Para el caso específico del control biológico, en la producción de hongos por fermentación sumergida, en determinados casos, se obtienen blastosporas, que si bien son estructuras infectivas, resultan poco resistentes a los cambios de las condiciones climáticas (temperatura, aireación, humedad, etc.), a diferencia de los conidios

que se producen en las fermentaciones en fase sólida. Se caracterizan las primeras por presentar cubiertas delgadas y lisas, que influyen negativamente en cuanto a su eficiencia y persistencia después de las aplicaciones dificultando, además, la formación de epizootias.

### **Optimización de Medios de Cultivo**

Pueden ocurrir situaciones en las cuales sea imperativa la optimización de los medios de cultivo (Ertola et al., 1994). Entre ellas podemos mencionar las siguientes: La no existencia de información respecto a coeficientes de rendimiento de macro y micro elementos para el cultivo del microorganismo determinado.

El uso de medios de cultivo conteniendo elementos en exceso respecto de los requerimientos nutricionales del microorganismo en cuestión, que pueden causar inhibición del crecimiento. El ensayo de sustancias estimulantes, activadoras e inhibidoras del crecimiento y formación del producto. El empleo de fuentes nutricionales no convencionales. Acerca de esto existen en la literatura diferentes ejemplos sobre técnicas que hacen posible la optimización de los medios de cultivo. La mayoría de estas, basan la formulación de los mismos en la composición elemental del microorganismo a estudiar o de otros similares que puedan servir de referencia para realizar un balance de materia apropiado (Dreyer et al., 2000).

La optimización de los medios de cultivo con fines industriales, en la mayoría de los casos ha sido efectuada mediante procedimientos empíricos de ensayo y error, no solo en la formulación del medio de cultivo, sino también en las condiciones de operación. De cualquier manera es probable que el medio de cultivo original pueda ser optimizado, modificando el porcentaje de los componentes del mismo y las materias primas utilizadas, siendo factible en muchos casos optimizar un medio de tal manera que no sea solamente más productivo, sino de menor o igual costo que el original, para lo cual se requiere del uso de varios métodos de optimización (Dreyer et al., 2000).

Un aspecto relevante en la optimización de un medio de cultivo de interés industrial no es sólo el logro de una formulación racional

del mismo, sino también la posible inclusión de materias primas de bajo costo que hagan rentable el proceso. Ello ha llevado a la búsqueda de subproductos de bajo valor comercial que puedan sustituir componentes costosos y que puedan ser utilizados como fuentes de carbono o nitrógeno (Dreyer et al., 2000).

### **Metabolismo Aeróbico**

En base a sus requerimientos o sensibilidad al oxígeno los microorganismos pueden ser clasificados como anaerobios, aerobios estrictos y aerobios facultativos. Para los microorganismos aeróbicos, la presencia del oxígeno juega un papel muy importante en la regulación de sus actividades metabólicas.

Los microorganismos aeróbicos necesitan oxígeno para obtener la energía de los alimentos, y la concentración del oxígeno en el medio de cultivo juega un papel central en la regulación metabólica por ello, en el cultivo de este tipo de microorganismos, el aire debe ser distribuido al interior del líquido de fermentación para pasar al interior de las células por difusión simple, tras esto debe cruzar el citoplasma hasta el lumen mitocondrial de este modo, el oxígeno consumido por los microorganismos debe pasar a través de varias barreras antes de alcanzar la matriz mitocondrial donde se usará como aceptor de protones al final de la fosforilación oxidativa.

La concentración de CO<sub>2</sub> que es ligeramente superior al 21% en el aire llega a ser casi nula en la matriz de la mitocondria. El proceso de transferencia de oxígeno se debe a su gradiente de concentración entre las diferentes fases del cultivo. La concentración y la velocidad de transporte del oxígeno del aire a la biomasa puede modificar de manera importante el comportamiento del microorganismo en el cultivo al controlar la producción de ATP y con ello todo la producción energética de los microorganismos (Righelato, 1975).

### **Uso de Levaduras Obtenidas de la Manzanarina en la Alimentación Animal**

Díaz-Plascencia et al., (2010a) coinciden en que durante la FES del BM, el producto obtenido se ve enriquecido nutricionalmente y esto es resultado

del incremento de la cantidad de levaduras con que se inoculó o de la potencialización del desarrollo poblacional de aquellas que se encuentran presentes de manera natural en el BM; esto genera que en el caso de la manzarina, se pueda asumir que además de ser un alimento rico en PV, sea un alimento con un aporte importante de levaduras, debido a la alta cantidad de levaduras que contiene, ya sea obtenida del bagazo de manzana (Becerra et al., 2008) o de manzana de desecho (Rodríguez-Muela et al., 2010).

Una célula de levadura puede llegar a pesar  $7.922 \times 10^{-11}$  g, tomando esto en cuenta, las levaduras pueden representar una fracción importante de la MS de la manzarina, considerando que se han obtenido conteos de hasta  $4.5 \times 10^8$  cel/mL-1 (Rodríguez-Muela et al., 2006b), en base seca esa cantidad puede ser hasta 10 veces mayor.

En la alimentación de rumiantes, las levaduras agregadas en la dieta influyen el metabolismo microbiano ruminal (Miller-Webster et al., 2002); se ha reportado que al agregar cultivos de levaduras en dietas con una alta proporción de concentrado, se puede reducir la producción de lactato e incrementar un poco el pH en el rumen (Moya et al., 2008); incluso la adición de cultivos de levaduras en la dieta de vaquillas lecheras puede incrementar la cantidad total de bacterias viables en el rumen (Lazcano y Heinrichs, 2008).

Sin embargo, aún y cuando algunas levaduras son anaerobias facultativas, debido a su hábitat natural aerobio (requieren oxígeno para el desarrollo normal de sus poblaciones), 24 h después de suspender su suplementación en la dieta, la cantidad de levaduras viables en condiciones ruminales puede ser indetectable (Kung et al., 1997).

Cuando se incluyen en dietas para ganado lechero, las vacas alimentadas muestran tendencias a tener menor concentración de ácidos grasos no esterificados en la circulación sanguínea periférica, después del parto (AlIbrahim et al., 2008); tienden a incrementar el porcentaje de grasa en la producción de leche (Wang et al., 2001), tienden a incrementar la producción de leche (Bitencourt et al., 2008), pueden incrementar el consumo de materia seca (Dann et al., 2000) e incluso pueden disminuir la pérdida de condición corporal antes del parto (Robinson, 1997). Se han utilizado en dietas

para crías de ganado lechero en un 1% de la dieta en BS, aparentemente esto reduce la susceptibilidad a las infecciones (Seymour et al., 1995).

En no rumiantes, productos obtenidos de las levaduras, tienen un efecto benéfico en la ecología microbiana del conducto gastrointestinal; disminuyen la población de *Clostridium perfringens* (Hernot et al., 2008); pueden capturar bacterias patógenas en el conducto gastrointestinal, esto debido a que esas bacterias se unen a las paredes celulares de levaduras (Ganner et al., 2008), permitiendo tener un efecto de modulación en la concentración microbiana en el intestino de cerdos destetados (Weedman et al., 2008).

Los cultivos vivos de levaduras permiten la estabilización de la micro flora normal del ciego cuando se ofrecen en la dieta a cerdas gestantes y lactantes (Walker et al., 2008), existiendo la posibilidad de incrementar su productividad, debido a incrementos en la ganancia de peso de las camadas y reducción del número de días del destete al empare exitoso (Kim et al., 2008).

### **Alimento Funcional**

Cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona. El calificativo de funcional se relaciona con el concepto bromatológico de

“propiedad funcional”, o sea la característica de un alimento, en virtud de sus componentes químicos y de los sistemas fisicoquímicos de su entorno, sin referencia a su valor nutritivo.

En Europa se define alimento funcional a “aquel que satisfactoriamente ha demostrado afectar benéficamente una o más funciones específicas en el cuerpo, más allá de los efectos nutricionales adecuados en una forma que resulta relevante para el estado de bienestar y salud o la reducción de riesgo de una enfermedad” (Roberfroid, 2000).

En México, aunque el término de alimentos funcionales se utiliza familiarmente entre la comunidad científica a la fecha no hay leyes que reglamenten específicamente el uso de estos alimentos.

### **Producto Nutraceutico**

Cualquier producto que pueda tener la consideración de alimento, parte de un alimento, capaz de proporcionar beneficios saludables, incluidos la prevención y el tratamiento de enfermedades. El concepto de alimento nutraceutico ha sido recientemente reconocido como “aquel suplemento dietético que proporciona una forma concentrada de un agente presumiblemente bioactivo de un alimento, presentado en una matriz no alimenticia y utilizado para incrementar la salud en dosis que exceden aquellas que pudieran ser obtenidas del alimento normal” (Zeisel, 1999).

## **CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS Y POTENCIAL DE ENSILAJE DE RESÍDUOS HORTÍCOLAS**

*Dina Cerda y Héctor Manterola*

*Profesores del Departamento de Producción Animal  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile*

### **INTRODUCCIÓN**

La actividad hortícola genera una gran cantidad de biomasa residual, la cual comúnmente presenta un alto potencial nutritivo, dado que

al cosechar los frutos, el follaje que queda, consistente en tallos, hojas y frutos no comercializables, es tierno, con altos contenidos de proteína, alta digestibilidad y de elevada palatabilidad (Manterola et al., 1999).



Los mayores problemas de estas biomásas residuales son su alto contenido de agua que en el follaje y especialmente en los frutos de desecho, por lo que sufren rápidamente ataques de hongos y pudriciones que no permiten su uso en alimentación animal.

Además muchos de estos cultivos son rastreros por lo que se dificulta la recolección salvo que sea recolectado manualmente lo que es válido en el caso de pequeños o medianos propietarios, situación que coincide con las características de los productores hortícolas, que son en general pequeños propietarios y que poseen números variables de cabezas de ganado bovino, ovino o caprino.

La conservación de estas biomásas residuales puede hacerse de dos formas, una con secado al sol, lo cual toma tiempo y se producen problemas de pudrición fungosa y otra es la conservación ácida, es decir mediante ensilado. El problema que puede producirse con el ensilado es el alto contenido de agua, que provocaría una dilución de los ácidos orgánicos y la proliferación de bacterias acetogénicas y butirogénicas, además de las proteolíticas, generando un ensilaje de mala calidad, con olores penetrantes y que causan el rechazo por parte del animal (Wernli y Hargreaves, 1988).

En este trabajo se presenta el valor nutritivo de tres biomásas residuales provenientes de tres cultivos hortícolas y el tipo de ensilaje que produce cada uno al ser fermentado en condiciones anaeróbicas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se seleccionaron cinco cultivares hortícolas: Tomate (*Lycopersicon esculentum*); Haba (Vicia faba) Melón (*Cucumis melo*), apio (*apium graveolens*) y poroto verde (*Phaseolus vulgaris*.) De ellos se colectó la biomasa residual que queda una vez realizadas las cosechas de frutos o de tallos y hojas. De esa biomasa residual, se tomaron muestras representativas de las distintas estructuras (tallos, hojas, frutos de desecho) a las cuales se les determinó su composición nutritiva y la digestibilidad de la materia seca (DMS).

Para realizar los ensilajes, se utilizaron frascos de PVC de 5 L con doble tapa y provis-

tos de una llave de salida en su parte posterior, de modo que se pudieran medir y caracterizar los efluentes. En cada microsilo se almacenó biomasa residual, previamente cortada a una pulgada de largo. Esta biomasa fue sometida a presión con un mazo de modo que no quedara aire residual en su interior.

Posteriormente fueron sellados con film de polietileno y tapados herméticamente. Para analizar la evolución del proceso de ensilaje, se abrieron 4 microsilos a los 5, 10, 15 y 30 días, considerando que a los 30 días ya el proceso estaba estabilizado (Demarquilly, 1981). En los 4 microsilos de cada período por cada residuo se tomaron muestras para cuantificar la variación en los componentes nutricionales y en los productos de la fermentación del ensilado. Es así que se midió MS, PB, Cenizas, Energía Bruta, FDN, Digestibilidad, N- NH<sub>3</sub>, ácido láctico, Ácidos grasos volátiles, carbohidratos solubles. Para analizar diferencias entre períodos de ensilaje se utilizó un modelo de aleatorización completa. Cada resultado proveniente del proceso de ensilaje se contrastó con los valores de un ensilaje de maíz de buena calidad, sin aditivos.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para cada residuo seleccionado, se presenta el valor nutritivo inicial y los valores de los productos de fermentación a través de los diferentes períodos de ensilado.

### **a) Ensilaje del residuo del cultivo del tomate:**

La disponibilidad obtenida de residuo del cultivo de tomate fue de 4,3 ton/ha de materia seca, lo cual es coincidente con lo reportado por Manterola, et al, (1999) referido a cultivos al aire libre. La composición de este residuo fue de 45% frutos; 55% follaje (hojas y tallos). La materia seca del residuo fue de 13%, (Tabla 47), porcentaje bajo para un ensilaje ya que se producirán pérdidas por lixiviación y podría haber fermentaciones anómalas, ya que el exceso de humedad provoca una dilución de los ácidos orgánicos y evita que el pH baje rápidamente, lográndose una mayor actividad proteolítica y una mayor fermentación butírica. (Jarrige et al., 1982).

**Tabla 47:** Valor nutritivo del residuo de cultivo de tomate fresco y ensilado y variables del Ensilaje.

Variable	FRESCO	ENSILADO (30 días de confeccionado)
Materia seca (%)	13.0 a*	13.3 a
Proteína bruta (%)	17.9 b	17.6 b
Cenizas (%)	26.1 a	31.0 b
Pared celular (FDN) %	29.9 a	30.8 a
Digestibilidad de la MS (%)	74.8 a	73.3 a
Carbohidratos solubles %	23.2 a	12.5 b
pH	6.2 a	4.8 b
N-NH3 (% NH3/N total)	2.97 a	5.1 b
Acido láctico (gr/kg MS)	99 a	68 b
Acido butírico (gr/kg MS)	0.2 a	0.8 b

\* Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

La materia seca se mantuvo constante a través de todo el proceso fermentativo, no existiendo pérdidas por efluentes, pérdidas que eran esperables dado el alto contenido de humedad del residuo fresco. La proteína bruta no varió significativamente entre el residuo fresco y el ensilado 30 días, lo cual se explica por la baja concentración de N-NH3 producida a través de los diferentes períodos. Es probable que el contenido de PB en el Contenido celular haya sido bajo, lo que explica esta baja concentración. Las cenizas aumentaron significativamente, en 18%, lo que podría deberse a una reducción de la fracción orgánica principalmente por disminución de los carbohidratos solubles, los cuales se redujeron en 46%.

De las variables del proceso fermentativo, se observó que el pH descendió en los primeros 5 días de 6,2 a 4,6 manteniéndose constante para el resto del período hasta los 30 días, lo que implica que el proceso se estabilizó en el primer período. Este pH es el límite máximo para lograr un silo de buena calidad y estable. (Wernli, y Hargreaves, 1988). Comparado con el residuo anterior, el pH de este ensilaje bajó a niveles más bajos, asegurando la fermentación láctica.

El N-NH3 aumentó significativamente entre los 5 y 10 días para luego estabilizarse, lo que indica que las bacterias proteolíticas se inhibieron después de los 10 días por efecto del pH. El ácido láctico alcanzó a los 5 días una concentración adecuada para lograr estabilidad del pH con una

baja no explicada en los 10 días y una nueva alza en los 15, para bajar nuevamente a los 30 días. Las concentraciones promedio de ácido láctico de este ensilaje son comparables a las obtenidos en ensilaje de maíz. El ácido butírico, característico de ensilajes mal compactados o con exceso de proteínas se presentó en concentraciones bajas, similares a las de un ensilaje de maíz.

#### **b) Ensilaje del residuo del cultivo del haba.**

La disponibilidad del residuo del cultivo del haba fue de 3.850 kg/ha de materia seca, la que estaba compuesta por tallos, hojas, vainas y frutos de desecho. La materia seca fue de 22,3%, (Tabla 48) más bajo que lo señalado por Wilkinson et al (1983) de 30% como ideal para un máximo de fermentación láctica.

La proteína bruta no varió significativamente entre el inicio y los 30 días de proceso de ensilado, lo cual es coincidente con la variación en la concentración de N-NH3, que si bien aumentó entre el 5° y 10° día en forma significativa, las concentraciones son consideradas bajas y normales en un ensilaje de leguminosas.

La ceniza, a diferencia de lo observado en el residuo anterior, no varió significativamente, así como tampoco varió la pared celular y la digestibilidad de la materia seca. Los carbohidratos solubles, que constituyen el sustrato principal de

fermentación de las diversas cepas microbianas, se redujo significativamente de 29.2% a 22.8, que significó un 22% de reducción. La concentración de carbohidratos solubles de este residuo es mayor que la registrada en el residuo del tomate, sin embargo la reducción es menor, lo cual puede deberse a una mayor resistencia de la FDN para acceder al contenido celular.

De las variables del proceso de ensilado, se observó que el pH inicial fue de 5,3, considerado relativamente bajo para una leguminosa en estado fresco, que normalmente presentan pH sobre 6,5. El pH decreció significativamente a los 5 días para seguir bajando hasta los 10 días y estabilizarse en 3,5, pH muy adecuado para una fermentación de

tipo láctico, característica de un ensilaje de maíz. Esta baja del pH es consistente con la reducción en la concentración de carbohidratos solubles y el incremento en ácido láctico (Wilkinson et al., 1983).

En el caso del ácido láctico, se observó que a los 5 días no se había estabilizado la producción de este ácido ya que continuó subiendo hasta los 10 días y luego bajar a los 15 para luego volver a subir a los 30 días. De todas formas las concentraciones de ácido láctico son las adecuadas para un buen ensilaje y comparables a las de un silo de maíz. El ácido butírico se mantuvo en concentraciones mínimas, lo cual se atribuye a los bajos pH logrados y a la presencia de bacterias lácticas que inhibieron el desarrollo de las bacterias butirogénicas. (INRA, 1988)

**Tabla 48:** Valor nutritivo del residuo de cultivo del haba fresco y ensilado y variables del ensilaje

Variable	FRESCO	ENSILADO (30 días de confeccionado)
Materia seca (%)	22.3 a	21.7 a
Proteína bruta (%)	18.9 a	19.1 a
Cenizas (%)	10.3 a	9.7 a
Pared celular (FDN) %	39.1 a	39.3 a
Digestibilidad de la MS (%)	67.8 a	66.0 a
Carbohidratos solubles %	29.2 a	22.8 b
pH	5.3 a	3.5 b
N-NH3 (% NH3/N total)	5.6 a	6.9 b
Acido láctico (gr/kg MS)	25.7 a	53 b
Acido butírico (gr/kg MS)	1.2 a	0.9 a

\* Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

### c) Ensilaje del residuo del cultivo del melón.

La disponibilidad de residuo del cultivo de melón, fue estimada en 1.700 K/ha de materia seca y estuvo constituida por tallos, hojas, frutos de desecho y flores. (Manterola et al., 1999). La cantidad de residuo resultó variable debido a que la cosecha de los melones depende del precio de mercado y hay momentos en que el precio baja tanto que no conviene su cosecha, quedando en el potrero una gran cantidad de frutos. La materia seca inicial fue baja, similar a la del residuo del tomate, con valor de 14%, (Tabla 49) lo que podría

provocar una mayor lixiviación de los nutrientes y una dilución importante de los ácidos orgánicos, impidiendo una baja rápida del pH.

El contenido de materia seca del residuo no varió con el proceso de ensilado, manteniéndose constante a los 30 días respecto al inicio. La proteína bruta se mantuvo constante entre el valor inicial y los 30 días de fermentación, a pesar de que se presentaron incrementos significativos en la concentración del N-NH3. Sin embargo es probable que si bien hubo degradación proteica por las bacterias proteolíticas, esta disminución fue

compensada por el incremento en el contenido de proteína microbiana del ensilaje (Tabla 49).

Las cenizas se mantuvieron constantes en su valor al inicio y a los 30 días. La pared celular se mantuvo constante lo cual es esperable, ya que las bacterias degradan principalmente el contenido celular. Respecto a los carbohidratos solubles, la concentración de estos disminuyó significativamente, entre la muestra inicial y el ensilaje a los 30 días de fermentación, desde 31 a 20.6%, lo que implica una baja de 33,5%. En todos los residuos analizados, se produjo esta reducción de la concentración de carbohidratos solubles, ya que constituyen el sustrato orgánico para la fermentación bacteriana.

En relación a las variables del proceso de ensilaje, se observó una baja significativa del pH de 7.5 a 5.9, manteniéndose en este nivel hasta los 15 días y subir a 6.5 a los 30 días. Este pH no permite que se establezca la microflora láctica y prosperan las bacterias proteolíticas y las butirógenas, (Wernli y Hargreaves, 1988) lo que se ve reflejado claramente en las altas concentraciones de N-NH<sub>3</sub> generadas a partir de los 15 días que duplican o triplican las registradas en el residuo del tomate y del haba; así como también en las bajas concentraciones de ácido láctico y las elevadas concentraciones de ácido butírico. Bajo esta condición el ensilaje de melón, derivó a una fermentación butírica, con un penetrante mal olor y un color gris oscuro, que de ser ofrecido a animales, habría habido un rechazo total.

**Tabla 49:** Valor nutritivo del residuo de cultivo del melón, fresco y ensilado y variables del Ensilaje.

Variable	FRESCO	ENSILADO (30 días de confeccionado)
Materia seca (%)	14.0 a	14.1 a
Proteína bruta (%)	10.2 a	9.1 a
Cenizas (%)	28.8 a	26.0 a
Pared celular (FDN) %	32.3 a	31.7 a
Digestibilidad de la MS (%)	81.0 a	74.4 a
Carbohidratos solubles %	31.0 a	20.6 b
pH	7.5 a	6.5 a
N-NH <sub>3</sub> (% NH <sub>3</sub> /N total)	5.8 a	12.9 b
Acido láctico (gr/kg MS)	2.9 a	3.5 a
Acido butírico (gr/kg MS)	12.9 a	20.1 b

\* Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

#### d) Ensilaje del residuo del cultivo del apio.

Este residuo se compone principalmente de los tallos basa les con sus hojas y de la corona, los que quedan a ras del suelo. Las hojas constituyen el 58% del residuo, los tallos 36% y la corona 12%.

En cuanto al valor nutritivo, este se presenta en la Tabla 50.

Los componentes de este residuo presentan un adecuado nivel de proteína bruta, siendo más alto en las hojas que en el resto de los componentes.

**Tabla 50:** Valor nutritivo de los componentes del residuo del cultivo del apio (%)

Características	Tallos	Hojas	Corona
Materia seca	93.2	93.2	93.1
Materia orgánica	56.7	63.2	56.6
Cenizas	36.5	29.8	37.4
Proteína bruta	10.7	14.9	9.7
F.D.N.	30.0	25.1	30.0
Digestibilidad de la MS	83.5	84.6	78.3

Se destaca la alta cantidad de cenizas, que es 2 a 3 veces superior a la de los forrajes comunes, lo que limitaría la ingestión de materia orgánica y por lo tanto el valor energético del alimento.

El contenido de F.D.N. es muy bajo, lo cual explica la alta digestibilidad que este residuo presenta. Esta alta digestibilidad permitiría un aprovechamiento mayor de los nutrimentos de la planta (proteína, energía). Basándose en estos antecedentes, se puede deducir que este residuo es de alto valor nutritivo potencial y factible de ser utilizado en animales de altos requerimientos.

El contenido de materia seca presentado por el residuo fresco fue muy bajo, lo cual puede provocar graves problemas de efluentes y fermentaciones anormales. No se presentaron variaciones entre la MS del residuo inicial y el ensilado a 30 días. (Tabla 51). El contenido de cenizas del material inicial fue alto, lo cual asegura una capacidad tampón que sería un factor negativo para producir descenso del pH. Es probable que este alto contenido de cenizas se deba a contaminación con suelo, ya que las hojas basales del residuo estaban en contacto con el éste.

**Tabla 51:** Cambios en el valor nutritivo del residuo fresco y ensilado a 30 días.

Parámetro	Fresco	30 días
Materia seca (%)	9.9	10.0
Cenizas (%)	23.1	16.0
Proteína bruta (%)	17.9 <sup>a</sup>	16.1 <sup>a</sup>
FDN (%)	20.4 <sup>a</sup>	19.8 <sup>a</sup>
Digestibilidad de la MS	92.5 <sup>a</sup>	90.2 <sup>b</sup>
Azúcares solubles (%)	37.0	27.5
Energía bruta Mcal/kg MS	3.64 <sup>a</sup>	3.68 <sup>a</sup>

Letras distintas indican diferencias significativas  $P < 0.05$

El porcentaje de proteína bruta fue alto, observándose un leve descenso a los 30 días, lo cual indicaría una cierta actividad de flora proteolítica, que degradó algo de la fracción proteica. El contenido de Pared celular fue bajo, no presentándose diferencias significativas entre el material fresco y el residuo.

Este bajo valor de FDN es concordante con los altos valores de digestibilidad obtenidos, los cuales se explican por el estado fenológico (vegetativo temprano) que se cosecha el apio. El nivel de carbohidratos solubles presentes en el residuo fresco es muy alto y duplica el mínimo recomendado para obtener un buen ensilaje. Se observa una disminución significativa de carbohidratos solubles a los 30 días, la que es explicada por la lixiviación provocada por el alto contenido de agua y también por la acción de una activa microflora láctica.

El pH del residuo fresco fue de 5.8, bajando a los 5 días a 4.8, valor adecuado para el establecimiento de una flora láctica. En los tiempos siguientes el pH continuó bajando hasta llegar a 3.9, lo cual aseguró la permanencia y dominancia de la flora láctica. (Tabla 52).

El N-NH<sub>3</sub> fue aumentando en forma significativa entre los distintos tiempos, hasta alcanzar a los 30 días un valor de 7.9 %. Este aumento en el N-NH<sub>3</sub> podría deberse a que la baja del pH no fue lo suficientemente rápida ni intensa como para inhibir la actividad proteolítica.

Los valores de ácido láctico detectados son altos y permiten el desarrollo de una adecuada fermentación. Se observa un incremento suave entre los días 5 y 30, Y un leve descenso entre los días 15 y 30. Estas altas cantidades de ácido lác-

tico registradas concuerdan con los bajos niveles de ácido butírico presentes, los que tienden a minimizarse a los 30 días. En cuanto al ácido acético se observa un incremento entre el día 5 y 10, para luego descender a los 30 días.

Basándose en los resultados obtenidos, se puede concluir que el residuo del cultivo del apio, tiene un alto potencial como fuente de nutrimentos, no presentaría problemas tóxicos y podría ser almacenado sin problemas en forma de ensilaje.

**Tabla 52:** variación de parámetros del ensilaje del residuo del cultivo de apio.

Parámetro	Tiempo de ensilaje				
	En fresco	5 días	10 días	15 días	30 días
pH	5.8a	4.8b	4.4c	4.1d	3.9d
N-NH3 (% N total)	-	4.1a	6.3b	7.1c	7.9d
Ácido Láctico (g/kg MS)	-	69.5	69.5	73.7	69.3
Ac. Acético (g/kg MS)	-	6.7	6.7	5.7	3.8
Ac. Butírico (g/kg MS)	-	0.42	0.42	0.31	0.18

Letras distintas indican diferencias significativas  $P < 0.05$

### 8) Residuo del cultivar de poroto verde.

Las mediciones realizadas en terreno indicaron una biomasa residual fresca de 1,4 kg/m<sup>2</sup>, equivalente a 14.000 kg/ha. Este residuo presentó un porcentaje de MS de 22,7 %, por lo cual la disponibilidad estimada de MS/ha fue de 3.600 kg/ha.

En la materia seca no se obtuvieron cambios, debido a que los microsilos eran herméticos y no tenían drenaje. La cantidad de materia

seca inicial fue baja comparada con un ensilaje normal de maíz, pero alta comparado con otros residuos hortícolas.

Las cenizas disminuyeron a un 15 %, lo cual es esperable ya que los efluentes del ensilaje contienen una parte importante de la fracción mineral soluble del vegetal. (Tabla 53). El material vegetal previo a ser ensilado presentó un 14.5% de proteína bruta manteniéndose constante, lo que indica que no hubo pérdida por degradación bacteriana.

**Tabla 53:** Valor nutritivo del residuo de poroto verde en fresco y 30 días de ensilado.

Parámetro	Fresco	30 días
Materia seca (%)	22.7	21.0
Cenizas (%)	18.35	15.6
Proteína bruta (%)	14.5	14.2
FDN (%)	33.9	34.6
Digestibilidad de la MS	70.0a	66.9b
Azúcares solubles (%)	35.5	27.3
Energía bruta Mcal/kg MS	3.82 <sup>a</sup>	3.80 <sup>a</sup>

Letras distintas indican diferencias significativas  $P < 0.05$

La FDN (Pared celular), mostró una tendencia a aumentar debido a los procesos de fermentación del contenido celular y a la lixiviación de las materias solubles del vegetal. Esto es de ocurrencia normal en los ensilajes y sólo representa un proceso de concentración de la pared celular. Este cambio tiene un efecto significativo sobre la digestibilidad de la materia seca, ya que se aumenta la fracción de menor digestibilidad (FDN) respecto a la altamente digestible (Contenido celular).

Los carbohidratos solubles disminuyeron significativamente a los 30 días, lo cual indica un activo proceso fermentativo, que como se verá posteriormente se orientó hacia una fermentación de tipo láctico.

El color y el olor registrado en los distintos silos de este residuo correspondió al de un

silos de maíz de buena calidad. El pH bajó desde un valor inicial del residuo fresco, de 6.63 a 4.5 a los cinco días y posteriormente siguió bajando en forma gradual hasta llegar a 4.2 a los 30 días. Esta baja inicial, permitió el establecimiento y proliferación de la microflora láctica, base fundamental de un adecuado ensilaje. (Tabla 54)

El N-NH<sub>3</sub> se mantuvo constante hasta los 15 días, pero a partir de ese momento aumentó significativamente hasta alcanzar un valor de 8.4% del N total, lo cual significa un 56% de incremento en relación al tiempo de cinco días. Esto estaría indicando que a pesar de la baja del pH, no se inhibió completamente la fermentación secundaria, especialmente de tipo proteolítico. Sin embargo, estos valores de NH<sub>3</sub> están dentro de los rangos de un ensilaje adecuado.

**Tabla 54:** Variación de los parámetros del ensilaje del residuo del cultivo de Poroto verde.

Parámetro	Tiempo de ensilaje				
	En fresco	5 días	10 días	15 días	30 días
pH	6.63a	4.51b	4.48b	4.22c	4.21c
N-NH <sub>3</sub> (% N total)	-	5.43a	5.18a	5.85a	8.42b
Ácido Láctico (g/kg MS)	-	37.0a	36.0a	33.0a	52.2b
Ac. Acético (g/kg MS)	-	4.77ab	3.1a	3.9a	5.9b
Ac. Butírico (g/kg MS)	-	0.39ab	0.5a	0.3b	0.45ab

Letras distintas indican diferencias significativas  $P < 0.05$

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos es posible concluir que:

Los residuos estudiados se caracterizan por presentar un elevado potencial de valor nutritivo, con altos contenidos de proteína bruta y carbohidratos solubles, de manera que al estar en proporción adecuada, el amoníaco generado por la actividad proteolítica es rápidamente neutralizado en su efecto por la generación de ácido láctico, que baja el pH e inhibe la flora proteolítica.

La tendencia observada en la generación de ácidos grasos volátiles, indica que a los 30 días

aun no se ha producido una estabilización completa del proceso, por lo que sería necesario ampliar a 50 días el tiempo de fermentación.

Los altos contenidos de humedad y cenizas de los residuos tienden a hacer más lentos los procesos de fermentación con el riesgo de diluir los ácidos orgánicos e impedir que el pH baje rápidamente y se establezca la flora láctica.

La calidad de los ensilajes de apio, tomate, poroto verde y de haba, son comparables a los de maíz en cuanto a las variables de caracterización, con la ventaja de un mayor contenido proteico de éstos. En cuanto al ensilaje de melón,

por el alto contenido de agua y de proteína bruta, además de un pH alto en el residuo fresco, impide que el pH baje a niveles bajo 4.5, lo que determina

el establecimiento de flora butirogénica, generando malos olores y color anormal.

## PAPA (*Solanum tuberosum*)

### Cáscara de papa

La cáscara de papa (CP) contiene la mayor parte de las proteínas y fibra de la papa, además una importante cantidad de almidón. En algunos Países es conocido como pelado al vapor, indicando que es un alimento cocido (Tabla 55).

La CP es usada en rumiantes y cerdos, la cual es muy palatable. En vacas lecheras se han obtenido buenos resultados combinando unos 25-30 kg de CP con 3-4 kg de grano de cereal. Algo similar ocurre con vacunos para carne donde se puede consumir hasta 40 kg de CP/día.

### Trozos de papa

Se denominan trazos de papa a los recortes de papa "pelada" que están fuera de los estándares de clasificación. La diferencia más importante con la papa común sin tratamiento es que al carecer de cáscara no tiene tierra ni organismos patógenos que pueden interferir en el aprovechamiento. Como aspecto negativo es la menor cantidad de proteína y fibra contenida en la cáscara. Los trozos de papa no son cocidos, sino lavados y cepillados.

En vacas lecheras pueden suministrarse hasta 15 kg/día junto con otros alimentos que mejoren el contenido en proteína y minerales. Mientras, que en vacunos para carne pueden suministrarse "ad libitum" junto con forrajes verde u otro suplemento proteico.

También, el tubérculo de papa puede ensilarse, fermentando y estabilizándose fácilmente al alcanzar una alta acidez en forma rápida (pH 3.7 en 8-10 días).

**Tabla 55:** Composición química de la cáscara y trozos de papa (en %)

Parámetro	Cáscara	Trozos
Materia seca	12.3	22.7
Proteína bruta	21.6	8.4
Grasa	2.4	0.4
Digestibilidad	74.8	94.7
"in vitro"	-	-
FDN	28.5	3.5
Almidón	21.1	74.0
Cenizas	106	-
Lisina	0.79	-
Meteonina+	0.66	-
Cistina	-	-
Treonina	0.53	-
Calcio	0.25	0.36
Fósforo	0.24	0.20
EM (Mcal/kg MS)	2.69	3.18



# CAPÍTULO II

## SUBPRODUCTOS DE REGIONES TROPICALES Y SUBTROPICALES

### SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR

#### RESIDUOS DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE VACUNA

*Palma, J.M.*

*CUIDA y FMVZ, Universidad de Colima*

#### INTRODUCCIÓN

La ganadería de la región tropical se enfrenta con nuevos retos relacionados con el impacto ambiental que genera la producción de la caña de azúcar y su industrialización, sin haber resuelto los viejos problemas como son los bajos indicadores productivos y el empleo sistemático de sus residuales, entre ellos los de la agroindustria azucarera.

Así el incremento de los residuales de la agroindustria azucarera para la producción de biocombustible o en la diversificación para la obtención de otros productos. Similar planteamiento realizaron Aguilar-Rivera et al. (2009), quienes señalaron que existen dos estrategias posibles para el aprovechamiento de la biomasa residual de la caña de azúcar y sus subproductos. En la primera la inserción de los que se puedan incorporar en las cadenas de producción y mercados ya existentes como la panela, el ron, etc. y la segunda, en donde es necesario el desarrollo de nuevas tecnologías de aprovechamiento de los propios residuos, en las variantes siguientes:

1. Obtención de energía,
2. Obtención de productos químicos,
3. Reciclado en la actividad agrícola,
4. Utilización en la alimentación ganadera.

La agroindustria azucarera tiene gran relevancia en las áreas tropicales y subtropicales por la gran cantidad de residuales que genera, varios de ellos de interés como alimento para los animales y en particular para los rumiantes en la producción de leche o carne de bovino. Sin embargo, el precio del azúcar en el mercado mundial y el alto valor del combustible fósil inciden negativamente sobre la agroindustria productora de azúcar de caña, esto a su vez, también influye en el destino que tengan los residuales, tanto para la producción de alcohol o combustible, dejando como última opción su destino para la alimentación animal.

La caña de azúcar es considerada como uno de los mejores convertidores de la energía solar en biomasa y azúcar. Es una fuente rica de alimento (sacarosa, azúcar y jarabe), fibra (celu-

losa), forraje (cogollo o puntas de caña, bagazo, cachaza y melaza, estos últimos resultan los principales subproductos de interés alimenticio para la ganadería.

En este contexto la literatura científica muestra amplia información sobre las posibilidades de estos residuales agrícolas y agroindustriales, destacaremos dos trabajos; uno el de Sansoucy et al. (1986) en la reunión de expertos de la FAO y el trabajo de Martín (2004), quien en su libro "la alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos" hace una recopilación basta sobre el tema. Recientemente Martín (2009), indico que los valores nutricionales de los residuales azucareros para la alimentación animal son conocidos, junto con las opciones tecnológicas, por lo tanto su uso dependerá de la coyuntura económica y social favorable para que sean utilizados como alimentos en la producción animal.

Por lo que, El presente trabajo busca describir los residuos de la agroindustria azucarera y mostrar algunos avances en la alimentación de rumiantes en particular de bovinos en la producción de carne, enfatizando el uso de la melaza en suplementos activadores ruminales (SAR) para condiciones de trópico seco en Colima, México.

## ALGUNOS CONCEPTOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

**Caña:** es la materia prima normalmente suministrada a la fábrica y que comprende la caña propiamente dicha, la paja, el agua y otras materias extrañas.

**Paja:** es la materia seca, insoluble en agua, de la caña

**Bagazo:** es el residuo después de la extracción del jugo de la caña por cualquier medio, molino o presa.

**Jugo Absoluto:** son todas las materias disueltas en la caña, más el agua total de la caña.

**Jugo Residual:** es la fracción de jugo que no ha podido ser extraída y que queda en el bagazo.

**Brix:** el Brix de una solución es la concentración (expresada en g de concentrado en 100 g de solución) de una solución de sacarosa pura en agua.

## CLASIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

Los subproductos según Aguilera (1999), se pueden clasificar para el caso de la agroindustria azucarera en energéticos, basados en su contenido de carbohidratos y nitrógeno en cuatro grupos, aunque en el caso de los residuales azucareros, solo encontramos dos:

- **Subproductos ricos en carbohidratos estructurales y de bajo contenido en nitrógeno:** puntas o cogollos de caña de azúcar, bagazo y cachaza, aunque también aquí se pueden incluir la caña residual o de los residuos de cosecha, los cuales tienen como uno de sus principales inconvenientes es su bajo peso volumétrico, fenómeno que encarece su transportación y se restringe a zonas cercanas a los ingenios azucareros, además de su alta humedad limita su conservación y su utilización.

Por otra parte, el caso de la cachaza, que posee alta humedad y disponibilidad de azúcares fermentables, sin embargo estos pueden deteriorarse rápidamente y perder su valor nutricional.

- **Subproductos de bajo contenido en carbohidratos estructurales y en nitrógeno:** melaza, excelente fuente energética que dados los precios actuales y su uso alternativo en la industria alcohólica, se restringe su utilización en la ganadería, aunque es opcional en caso de seguir los altos precios de los granos de cereal.

## Volumen de subproductos de la industria azucarera

En la Tabla 56 se muestran diferentes valores señalados en la literatura en porcentaje a partir de tallos molederos; en la primer columna plantean los obtenidos en Cuba (Martín, 2004) con 100 t de biomasa de caña se obtendrían 30 t de cogollo, 10 t de paja y 60 t de tallos, similar a lo indicado en India (Yadaw y Solomon, 2006) y México (Aguilar-Rivera et al., 2009), la diferencia de los datos de bagazo puede que se deba a considerar en conjunto bagazo y bagacillo y de la cachaza por la eficiencia de obtención, aunque existen otros aspectos relacionados con ello.

**Tabla 56:** Subproductos obtenidos cada 100 toneladas de caña

Producto	Cantidad
Azúcar (96%)	10.0 <sub>1</sub>
	10.0 <sub>2</sub>
	13.0 <sub>3</sub>
Bagazo (50% humedad)	10.0 <sub>1</sub>
	30.0 <sub>2</sub>
	24.0 <sub>3</sub>
Melaza (88% sólidos)	3.0 <sub>1</sub>
	4.0 <sub>2</sub>
	3.0 <sub>3</sub>
Cachaza (75% humedad)	2.0 <sub>1</sub>
	3.0 <sub>2</sub>
	4.0 <sub>3</sub>
Residuos agrícolas	30.0 <sub>1-2-3</sub>

1) Martín, 2004 / 2) Yadaw y Solomon, 2006 / 3) Aguilar-Rivera et al., 2009

En la Tabla 57 se describen los valores medios de la composición nutricional de los subproductos de la caña de azúcar.

**Tabla 57:** Composición nutricional de los subproductos de la caña de azúcar

FRACCIÓN	MS %	PB %	FB %	Digestibilidad %	Mcal de EM/ Kg de MS
Cogollo	29.0	5.9	33.5	52.0	1.88
Hojas	75.9	1.6	36.8	34.0	1.22
Bagazo	51.8	2.1	53.6	44.0	1.60
Melaza	81.2	3.7	0.0	76.0	2.73
Cachaza	30.3	9.4	19.8	55.0	2.00

## PUNTA O COGOLLO DE CAÑA DE AZÚCAR

En la separación de los tallos molederos para la industria, se corta la parte apical en donde mayoritariamente existe hoja, a esta porción se le conoce como punta o cogollos de la caña de azúcar, porción que puede contener una porción de tallos, haciéndola atractiva para la ganadería.

La obtención de los tallos y cogollo se ve modificado por el tipo de corte, a mache o maquinaria, por la labor realizada en el campo al separar el residual o llevarlo a la industria y ahí realizar el pro-

ceso de selección de tallos molederos, así como por el uso de la quema o no de la caña (Martín, 2004).

En general, la industria cañera busca variedades que despajen fácilmente para obtener una materia prima de mejor calidad, efecto favorable también para la ganadería, dado que esta paja tiene pobre valor nutricional.

En el caso de los residuales agrícolas, es necesario enfatizar el cogollo o punta, el volumen

obtenido dependerá de la variedad de caña utilizada, de su edad al corte, el manejo agrotécnico y momento de la cosecha.

En la Tabla 58 se indican valores relacionados con la proporción tallo, cogollo y paja según la variedad estudiada, cabe resaltar la heterogeneidad entre variedades del valor de cogollo, así la variedad C323-68 por el alto de valor de tallo y bajo en paja

sería la idónea para la industria y por el volumen residual de cogollo la C1051-73 sería atractivo para la ganadería. Las variedades mostraron un rango de entre 16 a 37% de cogollo, resultados parecidos mostró Rincón (2005) en Colombia cuando evaluó 10 variedades con fines forrajeros, al indicar un rango de 15 hasta 42% de cogollo, esta información enfatiza la importancia de seleccionar variedades con fines ganaderos.

**Tabla 58:** Proporción de tallo, cogollo y paja según variedad.

Variedad	Tallo (%)	Cogollo (%)	Paja (%)
C1051-73	56,27 d	36,73 c	7,00 bc
C86-456	62,25 c	32,70 c	6,07 b
J-60.5	68,03 b	23,70 b	8,70 c
C120-78	75,73 a	21,25 ab	2,83 a
C323-68	77,80 a	15,82 a	5,63 b
CV (%)	3,03	10,15	6,42

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente, para  $p < 0,05$ . (Ramírez et al., 2002)

En la Tabla 59 se muestran algunos resultados sobre la composición química del cogollo caña de azúcar, sobresale el rango máximo de 8.3 de PC indicado por Rincón (2005), quien estudió 4 variedades de caña en Colombia y realizó la cosecha a ocho meses de edad, a su vez contrasta con lo indicado por Ramírez et al. (2002) quienes obtuvieron los menores valores y estos a su vez son los más comunes de obtener para este tipo de residuo. En cuanto a los resultados de degra-

dabilidad, resultan heterogéneos pues van desde 47 hasta 64%, posiblemente influenciados por la edad y cantidad de tallo residual, valores comparables con los de forrajes tropicales.

Los valores de producción de carne con estos residuales se ubican desde mantenimiento hasta ganancias discretas 0.450 kg de ganancia diaria de peso, estos resultados dependen del nivel de inclusión y tipo suplemento utilizado (Martín, 2004).

**Tabla 59:** Composición química del cogollo de caña de 10 variedades

	Porcentaje de la MS Rangos medios <sup>1-2-3-4</sup> (%)
Materia seca	36.7 - 38.9
Proteína cruda	5.4 - 6.2
Digestibilidad in vitro de la MS	55.4 - 57.6
Fibra cruda	40.5 - 42.7
FDN	70.1 - 71.8
FDA	38.9 - 39.7
Cenizas	6.6 - 7.5
Calcio	0.36 - 0.39
Fósforo	0.11 - 0.13

\*Digestibilidad técnica KOH - 1Kawashima et al. (2001) 2Monroy et al. (1980) 3Ramírez et al., 2002 4Rincón (2005)

## MELAZA

La melaza (Mz) es un subproducto de la refinería del azúcar, cuyas particularidades para la alimentación de rumiantes lo transforma en una fuente energética por excelencia (Tabla 60).

Es una fuente energética con una elevada digestibilidad, este recurso fermenta muy rápidamente en el rumen y requieren una suplementación nitrogenada de rápida disponibilidad, por lo que

**Tabla 60:** composición porcentual de los componentes de la melaza.

	Composición Porcentual (%)	Composición Porcentual (% de la MS de azúcar)
Materia seca	85.00	-
Proteína bruta	2.75	-
Azúcar (% de la MS)	± 60.00	-
Sacarosa (% del azúcar)	-	40.00
Glucosa (% del azúcar)	-	10.00
Fructosa (% del azúcar)	-	10.00

una fuente de NNP fácilmente degradable a NH<sub>3</sub>, como la urea, constituye el suplemento nitrogenado de elección. De ello, se han originado múltiples tecnologías reseñadas recientemente (Martín, 2009).

La melaza favorece el desarrollo de los protozoarios ciliados que absorben directamente el azúcar para retener energía, disminuyendo la energía disponible para el crecimiento bacteriano. Esto explicaría porque la melaza no es lo más adecuado, como única fuente de energía, para complementar un alimento o suplemento rico en nitrógeno no proteico, como la urea (Oldham et al., 1987).

Además, la fermentación ruminal de la Mz genera una mayor proporción molar de butirato respecto al propionato, ocasionando, en casos de suministros elevados, intoxicaciones por cetosis. Este cuadro se complementa con heces pastosas, producto de una cantidad excesiva de electrolitos (sodio, potasio, cloro), de la cual la Mz es muy rico (Forraje Journal, 1997).

La melaza residual o melaza final es el subproducto de la industria azucarera del cual se ha sustraído el máximo de azúcar. Cuando se emplea la palabra melaza sin especificación, se suele referir a la melaza residual.

La melaza de caña para pienso es melaza residual diluida en agua hasta un Brix normal de 79,5 . El peso específico de la melaza se indica por el valor Brix en grados. A 79,5 Brix, la melaza pesa 1,39 kg por litro. La melaza residual sin diluir se sitúa, generalmente, entre 80-90 Brix. La melaza integral, o melaza sin clarificar, se prepara mediante la inversión parcial del jugo de caña de azúcar para evitar la cristalización de la sacarosa, concentrándolo hasta 80-85 Brix.

La melaza de gran calidad, o melaza clarificada, es igual que la melaza integral, pero está hecha de jugo de caña de azúcar clarificado por encalado y filtración para eliminar las impurezas. La sacarosa del jugo de caña de azúcar se invierte, lo que produce azúcares reductores por la acción del ácido sulfúrico o de la invertasa de la levadura.

El azúcar sólo se extrae parcialmente de las melazas A y B. La melaza de refinería es el subproducto de la refinación del azúcar bruto para obtener azúcar blanco. Las cantidades producidas son bastante pequeñas.

En la Tabla 61 figuran los promedios, en porcentaje, de los azúcares y tipos de azúcar de las diferentes clases de melaza. Las cifras varían mucho según la fábrica.

Tabla 61: Tipos la melaza.

	Sacarosa	Azúcares Totales	Azúcares Reductores
Jugo de caña deshidratado	90	75	25
Melaza A	68	60	40
Melaza B	57	50	50
Melaza final	47	40	60
Melaza de gran calidad	78	30	70
Azúcar bruto	99	98	1

Martín, 2004 y 2009

Para los rumiantes no hay mucha diferencia entre los diferentes tipos de melaza. Cuando la proporción de melaza en las raciones para los cerdos es grande, se suele utilizar melaza de gran calidad y melaza A, que son superiores, mientras que la melaza final sólo se utiliza mezclada con un mínimo de 30% de sacarosa. La melaza B, en cuanto a utilidad para los cerdos, se sitúa entre la melaza A y la melaza final.

Las mismas restricciones se aplican para las aves de corral. No está claro si existe una diferencia en contenido energético entre la sacarosa y los azúcares reductores.

Existen cuatro formas principales de utilizar la melaza:

**1. En los piensos secos.** Además de mejorar la apetecibilidad, sedimentar el polvo y servir de aglutinante, la melaza puede reemplazar, en los piensos, a otros carbohidratos más costosos. Su efecto laxante es una ventaja más en muchos piensos. En los piensos mixtos comerciales, generalmente no se superan las siguientes proporciones: bovinos, 15%; terneros, 8%; ovinos, 8%; cerdos, 15%; y aves de corral, 5%. La cantidad máxima de melaza que hay que utilizar se suele determinar por la absorbencia de la melaza por los otros ingredientes de la ración.

En general, no se obtiene ventaja añadiendo melaza a los forrajes de mala calidad como la paja, para aumentar la ingesta del pienso. En la mayoría de los casos, no se obtendrá aumento de peso vivo, a pesar del mayor consumo. El riesgo de impacción es, sin embargo, menor cuando se añade melaza a la paja.

**2. En la preparación de ensilaje.** La melaza fermenta rápidamente y, algunas veces, se añade, en

proporción de un 5%, aproximadamente, durante el proceso de ensilado como preservador, con la ventaja de su valor nutritivo y factor de apetecibilidad. La melaza puede también utilizarse como obturador en los montones de ensilaje. A este fin, suelen bastar unos 50 kg de melaza por metro cuadrado. Cuando se mezcla melaza en un ensilaje de poco contenido proteico, conviene añadir urea a la melaza. También puede rociarse la melaza sobre el heno durante el curado para evitar la pérdida de hojas.

**3. Como portador de urea en los suplementos líquidos para rumiantes.** La concentración de urea es muy elevada en estos suplementos, generalmente alrededor del 10%, pero algunas veces se emplean concentraciones mucho más altas. La ingesta diaria de estos suplementos se mantiene baja, en general, más o menos, de medio kilo. Los suplementos líquidos se describen en el capítulo dedicado a la urea.

**4. En proporciones elevadas para el aprovechamiento máximo de la melaza.** En muchas zonas productoras de caña de azúcar existen grandes excedentes de melaza y, al mismo tiempo, escasez de granos para pienso. En gran parte, debido a T.R. Preston y sus colaboradores de Cuba, se ha demostrado que la melaza puede utilizarse como sucedáneo del grano.

Cuando se suministran grandes cantidades de melaza, puede producirse toxicidad. Los síntomas son: temperatura corporal reducida, debilidad y respiración jadeante. Los bovinos, en general, tienen dificultades para permanecer en pie y tratan de apoyar sus espaldas contra la alambrada con sus patas anteriores cruzadas. El remedio consiste en suprimir la alimentación con melaza durante algunos días y suministrarles inmediatamente una solución rica en fósforo y sodio. La causa de la

toxicidad se atribuye casi siempre a la escasez de agua potable cerca del lugar donde se suministra melaza a los animales, o a un cambio excesivamente rápido a raciones ricas en melaza.

Como ya se ha dicho anteriormente, no hay gran diferencia entre la melaza de gran calidad y la melaza final cuando se emplean para los rumiantes. Sin embargo, puede ser necesario suplementar la melaza de gran calidad con fósforo y calcio, por su menor contenido de ceniza. Hay que tomar precauciones cuando se suministra melaza a los terneros.

A los terneros jóvenes, de un peso vivo de 35-40 kg, se les puede dar 45 g de melaza diaria, cantidad que puede aumentarse hasta 900 g al día cuando ya tienen 6 meses de edad. La proteína para los terneros jóvenes tiene que suministrarse en forma de proteína pura (tortas oleaginosas, etc.). El empleo de melaza en la ración para los bovinos de engorde es mucho más extensivo, generalmente con melaza/urea ad libitum y forraje restringido para aumentar el consumo de melaza.

El sistema ideado en Cuba implica la alimentación ad libitum con una mezcla que contiene 91% de melaza y 6,5% de agua. La urea y la sal se disuelven en el agua y se mezclan con la melaza. A la mezcla, suministrada en comederos abiertos, se añade en cobertera un suplemento de proteína insoluble a razón de 70 g de proteína por 100 kg de peso vivo.

Cada animal consume 8-9 kg al día de esta mezcla. Además, se suministra ad libitum una mezcla mineral (50% de harina de huesos o de fosfato bicálcico y 50% de sal), y 10 kg de forraje recién cortado. La ganancia de peso diaria es alrededor de 1 kg por cabeza. También se ha utilizado el pastoreo restringido a dos veces al día durante hora y media. Al parecer, el timpanismo plantea problemas con este tipo de alimentación, pero puede combatirse con agentes anti-espumantes, tales como siliconas, añadidos a la melaza o al agua potable. Si se añaden vitaminas, puede reemplazarse el forraje fresco con heno, paja de arroz, o médula de bagazo, suministrados ad libitum.

La melaza puede también utilizarse como suplemento para los bovinos que pastan. En los trópicos húmedo-secos, la suplementación con melaza de los pastos en la temporada lluviosa aumentará sobre todo, la capacidad de entrada más bien que

mejorará el rendimiento de los animales, porque el animal reemplaza las calorías del forraje por las calorías más fácilmente fermentables de la melaza. En cambio, la melaza y los suplementos de melaza-urea han influido notablemente en la producción y la capacidad de reproducción de los bovinos cuando se reduce la disponibilidad de forrajes y nutrientes, como ocurre en la temporada seca.

La cantidad de melaza que se suele suministrar varía entre 0,5-3 kg al día por cabeza, según el pasto. Se fabrican varios tipos de comederos, pero se puede construir un comedero en la explotación bastante fácilmente: se monta un neumático de vehículo en un eje horizontal sobre una artesa, que se cubre dejando una ranura por la que pasa la rueda.

La melaza se vierte en el comedero y se hace girar la rueda de forma que se cubra de melaza. Los animales se acostumbran pronto a lamer el neumático y a hacerlo girar, de forma que quede expuesta más melaza. La rueda debe montarse cerca del comedero. Si la ingesta de proteína limita la producción puede mezclarse urea con la melaza. El añadir un 2-3% de melaza no disminuye la apetecibilidad.

Como la mezcla de melaza y urea es deficiente en fósforo, es esencial añadir a la mezcla ácido fosfórico o que la mezcla mineral que se suministra a los bovinos contenga bastante fósforo. El agua potable tiene que estar cerca del comedero. La melaza sin diluir no es fácil que fermente, incluso con tiempo cálido. Sin embargo, cuando se diluye con agua de lluvia, fermenta rápidamente y se produce alcohol, que puede envenenar fatalmente a los bovinos.

Cuando se suministra a niveles elevados, la melaza final provoca diarrea en los animales monogástricos; sin embargo, los niveles de ganancia y la conversión del alimento siguen siendo aceptables a pesar de la diarrea. En dosis del 6% en un pienso lento, 12% en una ración de crecimiento entre el destete y los 30 kg de peso vivo, 20% en una ración de crecimiento entre 30-45 kg, 30% en una ración de engorde entre 45-70 kg, y 40% en una ración de engorde entre 70-100 kg de peso vivo, el índice de conversión del pienso será alrededor de 4:1, y la ganancia de peso diaria de unos 600 g si la ración es equilibrada. La adición de fibra a la ración evitará la diarrea, pero disminuirá el índice de transformación del pienso.

Como la diarrea probablemente se debe al elevado contenido mineral de la melaza final, se obtiene mejor resultado con la melaza de alta cali-

dad, que tiene un contenido mineral inferior, o con una mezcla de melaza final y 30%, o más, de sacarina. La melaza integral es menos adecuada.

## BAGAZO

Es el resultado de moler los tallos de caña, saturados con agua, y su posterior separación en parte sólida (bagazo integral) y líquida (guarapo). Está integrado por fibras largas y cortas. A éstas últimas se las conoce como Bagacillo, y suele haber entre un 7 al 10% del Bagazo integral.

Es conveniente que las dietas NO tengan más del 20 al 30% de Bagazo, constituyendo como fuente de fibra.

El tratamiento del Bagazo con soda cáustica (5-6 % de hidróxido de sodio) eleva la digestibi-

lidad "in situ" al 55%. Esto es debido al proceso de deslignificación y aumento de los azúcares solubles.

Compuesta por fibras largas y corta (bagacillo – originado a partir de la medula del tallo). Es un material lignocelulósico constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, lo cual, le confiere una baja degradabilidad ruminal, por lo que para mejorar su utilización como alimento es necesario aplicar tratamientos tanto de tipo químico ó físicos, ampliamente estudiados en la literatura (Martín 2004).

Los valores químicos se indican en la Tabla 62.

**Tabla 62:** Composición química del bagazo.

	Porcentaje de la MS Rangos medios <sup>1-2</sup> (%)
Materia seca	50.0 53.0
Proteína cruda	2.0-2.3
Digestibilidad in vitro de la MS	44 – 48.2
Fibra cruda	43.5 – 53.7
FDN	79.4
FDA	48.8
Cenizas	2.5 – 3.5
Celulosa	65.6
Hemicelulosa	17.5
Lignina	17

1) Martin (2004) - 2) Monroy et al. (1980)

Por las características del bagazo de ser una fibra, en caso de no darse tratamiento alguna, su inclusión en la alimentación de rumiantes funcionaria como un efecto físico, por lo que es necesario hacer una hidrólisis de la fibra con el objetivo de deslignificarla y lograr la disponibilidad de los carbohidratos, por ello, se han ensayado múltiples tratamientos tanto químicos

y físico indicados en la revisión de Martín (2004), así como biológicos (Pedraza, 2000), en donde además se logra un incremento en el tenor de proteína.

El tratamiento de bagazo, donde combina presurización y despresurización amoniaca, permite un incremento de los carbohidratos solubles duplican-



do su contenido de 10.23 a 22.48% y también el de nitrógeno aunque este de no utilizarse para la alimentación animal se podría reciclar en el sistema, con una disminución de la hemicelulosa de 24.42 a 10.19% sin y con la aplicación de 1.0 g.g-1 de carga de amoníaco y 50% de humedad al bagazo, respectivamente (Pernalet et al., 2008), aunque está tecnología enfrenta la disyuntiva de alimento o producción alcohólica, faltando su estudio en comportamiento animal.

Por otra parte, la posibilidad de que el bagazo sea su utilizado como cama en la producción porcina (Cruz et al., 2009). Asimismo también su empleo como cama de pollos y como cama de pollos combinada con cachaza seca (Solano et al., 2007), para su empleo en la alimentación de rumiantes, resulta una línea de investigación aunque incipiente, importante de profundizar.

## CACHAZA

La cachaza conocida también como torta de filtro o lodos de la caña, es el producto que se obtiene de los residuos del proceso de la clarificación del jugo de la caña de azúcar durante la elaboración del azúcar crudo. En este proceso los iones de calcio de la lechada de cal se unen con

impurezas coloidales y el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en el jugo. Este coloide Ca-P se precipita y se remueve en filtros rotativos en el ingenio.

En la Tabla 63 se indican algunos valores de su composición química.

Tabla 63: Composición química de la cachaza.

	Porcentaje de la MS Rangos medios <sup>1-2-3</sup> (%)
Materia seca	25.0 – 40.1
Proteína cruda	6.0 – 16.0
Fibra cruda	13.0 – 31.0
Azúcares totales	10.0 – 14.0
Cenizas	10.0 – 20.0

1) Martín (2004) 2) Ojeda y Cáceres (2002) 3) Palma et al. (1992)

Es un material oscuro, constituido de una mezcla de fibras de caña, sacarosa de entre 5 a 15%, coloides coagulantes (incluida la cera 5-14%), albuminoides, fosfatos de calcio, partículas de suelo, cuya proporción se modifica en dependencia de la variedad de caña de azúcar molida, el tipo de suelo donde se produjo, clima, cantidad y tipo de fertilizante, así como la calidad del proceso de extracción.

## SUPLEMENTO ACTIVADOR RUMINAL (SAR)

La suplementación de rumiantes en pastoreo en época de sequía es una práctica común en México; la suplementación consiste en ofrecer los nutrimentos deficientes en los forrajes de la dieta básica, y así llenar los requerimientos nutrimentales del animal y de la microflora ruminal

(Villalobos et al., 2000).

Para nuestras condiciones por las implicaciones de tipo económica y ambiental, se deben aprovechar en su elaboración subproductos agro-industriales disponibles localmente, que sean de regular o buena calidad como la melaza, salvados, pulidos, urea y sales de azufre, entre otros, para el desarrollo de tecnologías que permitan una mayor competitividad al cubrir requerimientos nutrimentales de los microorganismos ruminales en primer término y subsecuentemente del animal en sí, para que los animales expresen su potencial productivo.

En este sentido, diferentes trabajos sientan las bases para utilizar suplementos activadores de rumen necesarios para aprovechar los pastos y forrajes como alimento para rumiantes (Jordán, 1995; Palma y Rodríguez, 2001), los cuales incorporan niveles altos de urea para asegurar concentraciones adecuadas de amoníaco en el rumen, minerales (macros y micros), energía (aportes de pulidos o grano de cereales en pequeñas cantidades) y proteína de sobrepaso.

Palma (2005), señalaba las experiencias generadas con el uso de la melaza en diferentes tecnologías aplicadas en la ganadería de Colima, México. En ese documento indicaba el manejo de bloques Multinutricionales, caramelos y granulados, estos últimos como ejemplos de suplementos activadores ruminales, destacaba su empleo a nivel comercial y reseñaba su impacto a nivel productivo (Tabla 64).

En estos suplementos los ingredientes utilizados (hidróxido de calcio, fosfato de amonio, sal y

urea) regulan el consumo y los objetivos a cumplir son:

- Mejorar la actividad del rumen mediante el suministro de nutrimentos deficientes mejorando la actividad de los microorganismos.
- Balancear los productos finales de la digestión en función de los requerimientos del animal.
- Aumentar la disponibilidad de energía para los microorganismos y el animal mediante el incremento de la digestibilidad ruminal de los forrajes.
- Aumentar el consumo de forrajes y/o mejor la utilización de los mismos.
- Hacer económica la suplementación.
- Optimizar la ganancia de peso por día.

Este tipo de suplemento se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Oferta ad libitum.
- El animal no necesita adaptación previa.
- No se produce efectos tóxicos.
- El animal hace consumos intermitentes a través del día, alternando su consumo con el de forrajes.
- El animal invierte poco tiempo en ingerir el suplemento.
- Se logran lotes homogéneos en la producción de carne, los animales de menor jerarquía acceden al suplemento por estar alternando el consumo con el forraje.
- El pH ruminal tiende a ser estable para una mejor utilización del forraje.
- El mejor desempeño productivo de los animales se logra al incrementar la calidad del forraje, base de la alimentación.

**Tabla 64:** Composición química del SAR.

Fuente	Mínimo	Máximo
Carbohidratos solubles	24.0	30.0
Carbohidratos amiláceos	10.0	15.0
Proteína verdadera	8.0	20.0
Nitrógeno no proteico	3.0	5.0
Intercambiador catiónico	1.0	3.0
Grasa saponificada	3.0	6.0
Mezcla de minerales macro	10.0	1.0
Mezcla de minerales macro	0.1	0.5
Mezcla de fuentes bufferantes	7.0	10.0

Jordán (1995)

## **DESARROLLO DE BOVINOS BASADO EN FORRAJES TROPICALES Y SUPLEMENTO ACTIVADOR RUMINAL**

En este trabajo se exponen las estrategias desarrolladas en la producción comercial de carne de bovinos, con un grupo de productores del ejido Fernández en el municipio de Cuauhtémoc, Colima, México. El rancho se ubica en condiciones tropicales geográficamente ubicado a 19°17'35" de latitud norte y 103°32'12" longitud oeste, a una altura de 785 msnm. El clima es cálido subhúmedo con temperatura media anual de 23.7°C, con lluvias entre los meses de mayo a octubre con precipitación promedio de 1,336 mm.

El mercado regional de Colima busca tener un becerro joven desarrollado mayoritariamente con forrajes apoyados con una suplementación que optimice el uso de los mismos. En este caso el forraje lo constituye los pastos tropicales o la caña de azúcar y con la inclusión de un suplemento activador ruminal (SAR).

El SAR representa un aporte continuo de energía y proteína, bajo un esquema de consumo restringido. Además de pastos, caña y del SAR, otras estrategias implican el uso de esquilmos agrícolas como el rastrojo de maíz y de leguminosas como la alfalfa, así como el empleo de cachaza fresca, todo ello como parte del diseño de un programa de alimentación que permita posteriormente la finalización en corral de los bovinos.

Los presentes resultados muestran el dinamismo al que ha estado sujeto el modelo de forrajero como un reflejo de la necesidad de mantener esta opción viable entre los productores, y contrarrestar la competencia y presión a los que están expuestos los productores por factores externos de comercialización, que les propician y/o imponen la dependencia tecnológica hacia el uso mayoritario de cereales en las raciones y el empleo de sustancias prohibidas en la finalización de ganado.

En el manejo general del ganado se enumeran los siguientes aspectos: desparasitación interna y externa, aplicación de vitaminas ADE, aplicación de vacunas contra enfermedades de la zona, uso de implantes de tipo hormonal, empleo de aditivos alimenticios (monensina sódica), identi-

ficación con número progresivo y herraje, así como la adaptación en la recepción en corral y posterior distribución de los animales a la estrategia de alimentación según corresponda a su peso, condición y antecedentes de alimentación.

Es de señalar que el tipo de animal comprado es heterogéneo en cuanto a edad, tipo racial (Cebú y sus cruza con europeo de manera indefinida) y peso (rango desde 150 hasta 350 kg peso vivo), sin embargo, para su venta el mercado local tienen ciertas particularidades, entre ellas, el peso en pie de estos animales debe oscilar entre 420 a 440 kg, el tipo de carne debe ser magra, con poca grasa en la riñonada, pero presente en forma ligera en la parte externa, con un color blanco y el color de la carne debe ser rojo cereza.

Debido a los pesos de compra tan diferentes, es necesario desarrollar durante más tiempo a aquellos animales que prácticamente fueron recién destetados en comparación con los que llegaran de más peso, de forma tal que todos alcancen eventualmente su peso idóneo de sacrificio bajo un programa de finalización intensiva. En este contexto se amplía la propuesta para que el sector vaca-cría se beneficie con este tipo de sistema.

### **Resultados productivos en pastoreo con el uso de SAR**

#### **1° Experiencia**

En el rancho "Puente Quemado" en la parte central de estado de Colima, en donde se inició esta tecnología, contaba con praderas de Estrella Africana *Cynodon plectostachyus* (riego y fertilización) en sistema rotacional, el sistema logro pasar de 0.630 kg de ganancias diarias de peso a 0.980 (Jordán, 1995).

La propuesta del suplemento activador ruminal fue el planteado en la Tabla 65, estrategia que mantuvo los principios en casi todos los trabajos aquí reseñados. Posteriormente cuando se implementó esta propuesta en la zona costera del estado de Colima "Rancho el Bajío", en un sistema que combina pastoreo de Estrella Africana *Cynodon plectostachyus* (riego y fertilización) sobre cocotero con carga de cinco a siete animales por ha con

peso promedio de  $201 \pm 40$  kg, con bovinos cruzados predominante de cebú con europeo y consumos del SAR de entre 1.0 y 1.5 kg. Los resulta-

dos fueron similares al caso previamente descrito, dado que se tenía un GDP de 0.500 kg y se lograron  $0.915 \pm 0.225$  kg.

**Tabla 65:** Composición porcentual del SAR

Ingredientes	% inclusión (base seca)
Cal	4.0
Cemento	1.0
Harina de subproductos cárnicos	2.0
Harinolina	6.4
Maíz grano molido	21.50
Melaza	20.0 – 24.0
Ortofosfato	2.0
Pulido de arroz	25.5 - 29.5
Sal	1.9
Sorgo grano molido	4.0
Sulfato de amonio	0.07
Urea	7.0
Proteína cruda	29.38
EM estimada (Mcal/kg MS)	2.48

## 2° Experiencia

Por otra parte, el siguiente trabajo se desarrollo en el rancho "Pilastras" en el municipio de Coquimatlán, utilizando pastoreo rotacional de Estrella Africana *Cynodon plectostachyus* (riego y fertilización) con ganado Cebú y sus cruza con Pardo Suizo y/o Holstein, alimentados con residual agroindustrial de limón, sal común más fuente de

fósforo y SAR, agua ad libitum, con una duración de la prueba de 135 días.

El valor del residual agroindustrial de limón obtenido después de la extracción pectina, se muestra en el siguiente cuadro. Sobresale su bajo tenor de pH, materia seca, proteína cruda, alto contenido de fibra y aceptable como fuente energética (Danisco, 2000) (Tabla 66).

**Tabla 66:** Composición química del residuo de limón

Parámetros	Valores medios (% de la MS)
pH	$2.32 \pm 0.30$
Humedad	$93.75 \pm 1.68$
Materia seca	$6.25 \pm 1.68$
Proteína cruda	$7.71 \pm 0.92$
Proteína verdadera	$5.57 \pm 0.92$
Nitrógeno no proteico	$2.14 \pm 0.59$
Nitratos (ppm)	$83.33 \pm 40.10$
Cenizas	3.14
Fibra cruda	36.94
Extracto etéreo	5.24
Energía metabolizable (Mcal/Kg. MS)	2.53

(Danisco, 2000)

En la tabla 67, se muestra el desempeño productivo de los animales. En cuanto a consumo se observó una disminución tanto en el consumo del suplemento de 1.009 a 0.664 kg como del pasto de 6.911 a 3.846, dado que se incrementó la disponibilidad del residual del limón de 0.0 a 3.7 kg, ello a su vez favoreció un mayor desempeño

productivo de los animales al pasar de 0.994 a 1.202 kg GDP en animales sin el residual de limón y su máxima inclusión por una mejor disponibilidad energética. El uso de esta estrategia permitirá incrementar la carga animal, dado que el forraje y suplemento remanente quedará disponible para ser utilizado por otro animal.

**Tabla 67:** Respuesta productiva ante diferentes niveles RSL

Residuo sólido de limón (Kg base fresca/cab/día)	Peso vivo (kg)		GDP (Kg/día)
	Inicial	Final	
0	264 ± 35	416 ± 33	0.994 ± 0.098b
30	269 ± 37	418 ± 44	0.993 ± 0.136b
60	288 ± 29	450 ± 31	1.100 ± 0.132ab
90	271 ± 31	444 ± 41	1.202 ± 0.171a

a,b diferente literal en renglón significa diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) Prueba de Tukey

## CONCLUSIONES

Los residuales azucareros para la alimentación animal en particular de bovinos, enfrentan el desafío de competencia ante nuevas tecnologías que diversifican la industria cañera.

Los residuales y subproductos de la industria azucarera son alimentos ampliamente co-

nocidos, sin embargo es necesario continuar experimentando para emplearlos en la ganadería tropical. La tecnología de suplementos activadores del rumen (SAR) asociado a pastos y forrajes tropicales permite incrementar el desempeño productivo en condiciones de trópico.

## SUBPRODUCTOS DE LOS CÍTRICOS

### CARACTERÍSTICAS Y RESPUESTA PRODUCTIVA

La composición de éste residuo varía en relación con el cítrico del cual provenga y del proceso de manufactura al cual es sometido, pero normalmente representa el 50% del peso total de la fruta y contiene cáscara, membranas y cantidades variables de semillas y jugos. Además, de una escasa proporción de frutas de descarte enteras.

El bagazo, por su alto contenido de agua y su potencial contaminante del ambiente, genera un problema a nivel de las plantas industriales, pero ofrece al mismo tiempo una oportunidad de alimentación suplementaria para rumiantes, especialmente los bovinos.

Su principal aporte nutricional lo constituyen los carbohidratos solubles (azúcares simples) y estructurales (hemicelulosas, celulosas y pectinas) fácilmente fermentecibles en rumen, que promueven la formación de ácidos propiónico y acético, respectivamente, al mismo tiempo el material posee una baja concentración proteica.

Por lo descrito se lo ubica como un residuo de alto valor energético con algunas limitaciones para su aprovechamiento en fresco, debido al elevado contenido de agua (mayor al 80%) y a la diferente aceptabilidad, que varía según el tipo de cítrico, el tratamiento industrial de la fruta y a si fue sometido a un proceso de fermentación durante su almacenamiento.

El orden de preferencia del bagazo de mayor a menor se ubica: el limón, pomelo, naranja y finalmente, la mandarina. Esta última que posee el mayor contenido de aceites esenciales de todos los cítricos, que le confieren al material un olor particular y desagradable para los animales, lo cual puede verse minimizado en aquellas plantas que, previo al estrujado de la fruta, extraen dichos aceites de la cáscara. La pulpa fresca por su parte, es menos aceptada que la pulpa que sufrió un proceso de ensilado o fermentación, el que elimina los sabores y olores de los aceites esenciales y da a la misma consistencia pastosa, que facilita su consumo.

En relación al tipo de bovinos que lo podrían consumir, en los trabajos recopilados y en las experiencias "de campo" evaluadas, no se mencionan ni se observaron limitaciones importantes para ninguna categoría, salvo que los animales jóvenes suelen tener menor aceptación y consumo relativo que los adultos, aunque esto depende en gran medida del proceso de acostumbamiento al cual fueron integrados.

Como antecedentes experimentales más importantes de su uso en el país, se destacan las experiencias realizadas por Coppo et al, 2003, con rodeos de vacas de descarte y de invernada cruce británica por cebú, pastoreando pasturas naturales y suplementadas con pulpa fresca de citrus a razón de 15 kg/animal/día.

Este nivel de suplementación produjo efectos benéficos desde el punto de vista producti-

vo, con mayores ganancias de peso de los animales suplementados con la relación a los testigos., sin que se observaran signos clínicos ni rechazos por mala palatabilidad.

No pudieron contrastarse efectos secundarios indeseables tales como intoxicaciones, diarreas o inflamaciones, ni trastornos metabólicos, digestivos, hepáticos, musculares, cardíacos, renales o de vías biliares, atribuibles al suplemento administrado.

Dichos autores concluyen que la pulpa de citrus puede ser utilizada como suplemento invernal de las pasturas para vacas de descarte, a fin de evitar las bajas ganancias diarias de peso y las pérdidas de condición corporal que se producen en dicha época como consecuencia de la baja palatabilidad del forraje y también como complemento de dietas en primavera, para lograr mayores ritmos de engorde en vacas de invernada.

El mismo equipo de trabajo, observaron que la alimentación con pulpa fresca de citrus produjo, con relación a testigos sobre pastura natural, incrementos significativos de calcemia y natremia, así como también de algunos parámetros lipídicos séricos de importancia nutricional y metabólica, como colesterol total, lipoproteína A y HDL-C. A pesar de tales modificaciones, las vacas suplementadas no mostraron efectos secundarios indeseables y ganaron más peso que los animales testigos (Coppo et al, 2002).

Un aspecto a tener en cuenta para su utilización en alimentación de rumiantes y que se menciona también en estos trabajos es su estacionalidad, ya que dependiendo de las condiciones climáticas, del precio de las frutas y del manejo de los montes cítricos, suele escasear y faltar entre los meses de noviembre/diciembre y febrero/marzo (hemisferio sur).

También se deben considerar las dificultades que implica su alto contenido de agua, tanto por el costo de traslado (flete) como por el manejo dentro del establecimiento para su almacenamiento y entrega a los animales, así como también se debe prever el posible atore de alguna fruta entera en el esófago de los animales cuando se administra el bagazo fresco.

Además, se debe tener en cuenta el alto potencial corrosivo que posee este material, debi-

do a la presencia de ácidos que deterioran metales, cal y cemento.

## ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN A LOS ANIMALES

Se mencionan dos formas más comunes de acopiar y ofrecer la pulpa de cítricos:

**a) Fresca:** En oferta para autoconsumo, la forma más precaria es la construcción de cordones desparrramados sobre el suelo, que tienen el ancho del camión y un largo y altura variable según la velocidad de vaciado del mismo: a mayor velocidad de descarga, menor espesor de la capa de pulpa y mayor longitud en el frente de ataque. Esto ofrece alrededor de 0.50 a 0.60 m lineales/cabeza.

Algunos productores, previo a la descarga, desarman un rollo de heno de calidad media a baja y descargan la pulpa sobre el mismo, con el objetivo de que el heno absorba los efluentes, disminuyendo el problema de formación de barro y de pérdida de nutrientes en el jugo y aportando además fibra larga a la dieta, que tiende a mejorar el proceso de rumian. El control del acceso a la pulpa por parte de los animales se realiza en estos casos mediante el uso de alambrado eléctrico, normalmente con doble hilo, que permite a los mismos introducir su cabeza y consumir sin pisar el material.

Otra forma de entrega del material fresco para consumo directo es mediante la descarga en grandes comederos, normalmente confeccionados con troncos de Eucaliptus sp. Creosotados de alrededor de 1.5 metros de ancho por aproximadamente 5 mts de largo, que soportan la descarga de un chasis (6 a 7 toneladas) y permiten el consumo desde todos los lados.

En caso de almacenamiento por un breve tiempo para luego entregarlo fresco—sin ensilar, es necesario prever un sitio alto con buen escurrimiento, ya que el material drena una importante cantidad de jugo desde el momento mismo de su descarga.

Para su posterior acarreo y distribución a los animales, deberá tenerse en cuenta que es un material pesado y de difícil manipuleo, por lo cual se recomienda trabajarlo con palas mecánicas y acoplados simples o mezcladores que posean autodescarga.

**b) Ensilado:** Se puede lograr muy fácilmente el proceso de fermentación y ensilado del bagazo, con mínimas pérdidas de material incluso sin taparlo con polietileno, aunque siempre es recomendable taparlo. Una manera sencilla y que permite minimizar las pérdidas es depositarlo sobre un polietileno de 200 micrones o más de espesor apoyado en el suelo, dejando suficiente plástico en los laterales para el posterior tapado del material, a fin de evitar el ingreso de aire. Esto se realiza en lugares altos, con pendiente tal que permita la evacuación de los efluentes y desde el cuál, una vez fermentado (luego de 15 o más días) se va sacando diariamente para alimentar a los animales.

Otra forma muy interesante de realizar este ensilado, es haciendo una excavación con una pala mecánica y la misma tierra que se va sacando se debe colocar en los laterales haciendo una especie de “bordo de contención”, de esa forma queda una especie de “pileta” la cual se le coloca la manta de polietileno en su fondo dejando, como se dijera anteriormente, una cantidad de manta suficiente para tapar dicha pileta.

Posteriormente, se deposita el material a ensilar, ya sea el bagazo o a fruta “madura” directamente. La ventaja de estas piletas es que se guardan los efluentes que pueden ser usados para los animales a través de algún sistema de bombas para capturar esos efluentes y así transformarlos en carne o leche, ya que son ricos en nutrientes y, además, se evitan contaminar las napas freáticas. En las experiencias de campo se observa que el material fermentado posee mayor aceptación por parte de los animales con respecto al mismo bagazo fresco.

## CALIDAD DE LA PULPA O BAGAZO DE CÍTRICOS

Las principales características nutricionales del bagazo de citrus (Tablas 68 y 69) son:

1. Bajo porcentaje de Materia Seca: 14 a 25% de MS.
2. Moderada a alta concentración energética: 2.6 a 3.4 Mcal EM/kg de MS.
3. Alta degradabilidad ruminal: 72 a 94%.
4. Bajo contenido proteico: 7 a 10% PB.
5. Moderada degradabilidad de la fibra: 16 a 40 %.
6. Rico en Calcio: 0.54%.
7. Rico en Vitaminas.

**Tabla 68:** Calidad de la Pulpa de citrus (en %)

	MS	PB	EM	FDN	LDA	CNES	EE	DIVMS
Bagazo de citrus	18.3	9.8	3.39	30.9	3.88	-	9.56	94.0
Bagazo de naranja	19.0	7.0	2.60	25.0	-	5.7	-	71.6
Bagazo de pomelo	17.0	8.5	2.80	16.0	-	27.7	-	77.5

Laboratorio de Producción Animal INTA EEA Rafaela

Referencias: MS: materia seca, PB: proteína bruta, EM: Energía Metabolizable en Mcal EM/kg de MS,

FDN: fibra detergente neutro, LDA: lignina asociada a la fibra detergente ácido, EE: extracto etéreo (grasas),

DIVMS: digestibilidad in vitro de la MS.

En cuanto a la alternativa de ensilar el material fresco, especialmente a fin de evitar su carencia en épocas del año en que no trabajan las plantas de extracción de jugo (noviembre-febrero, hemisferio sur), resulta una práctica adecuada y re-

lativamente de fácil aplicación, que no produciría variaciones importante en sus características nutricionales, al tiempo que se aprecia una mejora en su palatabilidad.

**Tabla 69:** Valor nutritivo de pulpa de citrus fresca y ensilada (en %)

Material	MO	PB	DIVMS	FDN
Fresco	89.3	8.56	90.3	23.9
Silaje 45 días de fermentación	91.2	8.19	88.1	25.5
Silaje 90 días de fermentación	89.6	8.87	86.2	25.3
Silaje 140 días de fermentación	90.4	9.81	88.4	25.2

Referencias: MO: materia orgánica

## CALIDAD DE LA PULPA EN DIFERENTES MEZCLAS CON GRANOS Y SUBPRODUCTOS

El bagazo, también, se suele utilizar para lograr mejores condiciones de fermentación en silajes de planta entera de maíz, sorgo, alfalfa o soja que se han "pasado" en su madurez, a fin de incrementar su contenido de humedad y aportar, al mismo tiempo, hidratos de carbono fermentecibles (azúcares solubles). Estas mezclas se realizan colocando capas alternas de los diferentes materiales en los "silos puente" o bien, mezclando los diferentes componentes en un carro, previo al embolsado en los "silos bolsas".

En caso de considerar el almacenamiento del bagazo en silo-bolsa, no es recomendable hacerlo directamente y en forma pura, siendo necesario mezclarlo previamente con otros productos más secos (normalmente se utiliza afrechillo de trigo o granos molidos), a fin de elevar el contenido total de materia seca del material a ensilar a valores cercanos al 40%, lo que permite introducirlo y almacenarlo sin inconvenientes, evitando especialmente roturas por estiramiento del polietileno (Tabla 70).



**Tabla 70:** Datos de calidad de pulpa de citrus fresca y ensilada con diferentes productos (en mezcla) (%).

Material en mezcla con pulpa de cítricos	% del peso en mezcla "fresco" (tal cual)	CALIDAD NUTRICIONAL DE LA MEZCLA			
		MS	DIVMS	PB	FDN
Pulpa de cítricos	100	14	89	7.4	35
Grano de Maíz molido	20	34	92	6.8	24
Grano de Sorgo molido	20	38	81	7.1	19
Pellets de Girasol	20	24	75	25.8	42
Semilla de Algodón	20	33	57	17.1	47
Afrechillo de Trigo	20	38	75	13.5	44
Rebacillo de Arroz	20	38	67	15.8	24
Heno de Alfalfa	20	26	65	17.8	43
Heno de Moha	20	28	59	7.3	64
Silaje de Maíz	20	26	79	8.7	49

Trabajo realizado en la Escuela Agrotécnica Las delicias (Entre Ríos, Argentinas)

MS: materia seca, PB: proteína bruta, DIVMS: digestibilidad de la MS, FDN: fibra detergente neutro

## LOS CÍTRICOS FRESCOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Pascual J.J.<sup>1</sup>, Piquer O.<sup>2</sup>, Cerisuelo A.<sup>3</sup>, Fernández C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia, 46022, España

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Salud Animal y Tecnología y Ciencia de los Alimentos. Universidad CEU. Cardenal Herrera, 46113 Moncada, Valencia, España

<sup>3</sup>Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), 12400 Segorbe, Castellón, España

### INTRODUCCIÓN

El término cítricos incluye a diferentes tipos de frutos y productos. Aunque las naranjas son el grupo más abundante, suponen cerca del 70% de la producción mundial de cítricos (UNCTAD, 2006), también se incluyen los cítricos pequeños (como las mandarinas y satsumas), limones, limas y pomelos. Dichos productos muestran importantes diferencias en composición química, pero también en estructura física (porcentaje de piel, carne, jugo y semillas) que afectará a su valor nutritivo, a su potencial de utilización.

Por otra parte, su procesado por parte de la industria (gran parte de ellos se destinan a la producción de zumos), la climatología, el estado de madurez, el tipo de suelos, etc. da lugar a productos con características y composición diferentes.

Estos productos se caracterizan por tener un contenido en agua muy elevado (75-92%), que afecta a su manipulación, almacenamiento y transporte, siendo éste uno de sus principales hándicaps a la hora de su utilización en la alimentación animal. Sin embargo, su materia seca (MS) es muy rica en azúcares (15-65% MS) y pectinas (6-34% MS) lo que les confiere un va-

lor energético importante (Piquer, 2006). Contienen cantidades bajas de proteína bruta (3- 13% MS), y muy poca cantidad de grasa bruta, principalmente en forma de aceites esenciales en la piel. La cantidad de fibra neutro detergente es variable (4.3-21% MS), pero se encuentra muy poco lignificada.

Al igual que cualquier cambio en la alimentación, la introducción de estos subproductos en la alimentación del ganado debe hacerse de forma gradual y en sustitución de otros productos de características nutritivas similares, como por ejemplo cereales y/o pulpa de remolacha. El grado de sustitución dependerá del tipo de producto, ya que a determinados niveles de inclusión se podría penalizar la producción, por ejemplo la cantidad de grasa en la leche. Además, no es aconsejable la utilización de estos subproductos como alimento único, ni si quiera en raciones de rumiantes en mantenimiento, ya que son pobres en proteína y algunos de ellos en fibra efectiva lo que podría producir trastornos ruminales y/o digestivos.

Los cítricos y sus pulpas se pueden utilizar en fresco o ensiladas, dependerá de la rapidez de consumo desde el momento que el producto llega a la explotación. En general, son productos que se ensilan fácilmente, especialmente la pulpa cítrica, debido a que el elevado contenido en carbohidratos solubles y la acidez del producto facilitan el proceso de ensilaje. A continuación se describen las características principales de los productos cítricos más abundantes y utilizados en la alimentación de los animales.

### **Frutos enteros de naranjas**

La característica principal, aparte del elevado grado de humedad, es su contenido en azúcares solubles (50% MS) y pectinas (20%MS). Generalmente estos frutos proceden de cooperativas cítricas, desde allí son transportados a las explotaciones donde se descargan en un silo horizontal, creando montones sin ningún tipo de tratamiento, por lo que para que se ensile por su propio peso será necesaria una altura mínima. Las características del producto van cambiando a medida que se ensila.

### **Fruto entero de limón**

De menor contenido en azúcares (26%) y mayor contenido en pectinas (27%) que naranjas y mandarinas, produciendo una menor fermentación

butírica que las naranjas a nivel ruminal. Se trata de un producto muy palatable y muy bien aceptado por los animales. La conservación es muy similar a la descrita para naranjas y clementinas.

### **Pulpa cítrica**

La pulpa es el residuo que queda tras la extracción del zumo en la industria y constituido principalmente por la piel, semillas y las membranas internas del fruto. Para facilitar el proceso de extracción, en las industrias, se le añade agua por lo que el contenido en humedad es semejante al producto fresco. Las pulpas, debido a que están trituradas se ensilan fácilmente, sin necesidad de utilizar ningún tipo de tratamiento, una vez amontonado y protegido de la lluvia y el aire, a los 20 días estará completamente estabilizado. Una forma de disminuir la cantidad de efluentes producidos es ensilar la pulpa junto con paja de cereales que retendrán la humedad y aumentarán la fibra efectiva del ensilado. La pulpa de naranjas y mandarinas tiene un contenido en azúcares y pectinas del 20 y 30% MS, respectivamente. Siendo la pulpa de limón de menor contenido en azúcares y mayor contenido en pectinas, el contenido en proteína (7-9%) y fibra efectiva es baja en ambos.

### **Triturado de cítricos**

Se obtiene del triturado de los cítricos frescos, retirada o destrío, directamente en las cooperativas cítricas. El producto triturado se almacena en las mismas cooperativas en silos verticales estancos. De allí se transporta en cubas a la explotación ganadera, donde se debe disponer de otro silo vertical estanco para su almacenamiento. Se trata de un producto muy interesante, ya que por una parte tendrá las características de los cítricos frescos, y por otra no tiene el problema de los efluentes.

Del silo se descarga directamente al carro mezclador con el resto de alimentos, aumentando la humedad y apetecibilidad de la mezcla, y dificultando la selección. Este producto aportará energía (>50% azúcares) y agua principalmente.

Al igual que los cítricos frescos es pobre en proteína, pero la cantidad de fibra efectiva será menor, por el menor tamaño de partícula. Esto hay que tenerlo muy en cuenta en animales muy productivos con dietas muy energéticas, ya que por

su estructura física será un alimento rápidamente degradable a nivel ruminal.

### **Cítricos en la alimentación de rumiantes**

Los cítricos, en la alimentación de rumiantes, son considerados como un alimento voluminoso energético por lo se utilizan en sustitución total o parcial del concentrado de la ración, cereales principalmente. Al sustituir parte del cereal de la ración por cítricos lo que estamos haciendo es sustituir el tipo de carbohidratos de la ración: almidón por fibra fácilmente degradable, pectinas principalmente. Éste cambio de carbohidratos conllevará cambios en la fermentación ruminal modificando el perfil de ácidos grasos volátiles (AGV), concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), síntesis de proteína microbiana, pH, etc. Cambios que afectarán a los parámetros productivos; en animales en lactación la producción y composición de la leche se puede ver afectada, así como el cambio en condición corporal del animal (Piquer, 2006).

También en animales de cebo la inclusión de cítricos puede afectar al crecimiento y calidad de la canal. Existen muchos estudios sobre la inclusión de cítricos en las dietas de rumiantes, los efectos de ésta inclusión son muy variables y dependen de muchos factores: alimento que se sustituye, componentes del resto de la ración, especie animal y fase productiva, fuente proteica utilizada etc.

### **Efecto de la inclusión de cítricos sobre la digestibilidad y parámetros ruminales**

La pulpa cítrica tiene un elevado potencial de degradabilidad ruminal y digestibilidad aparente (>78%), aumentando la digestibilidad de la fracción fibrosa en raciones en las que sustituye parcial o totalmente a los cereales. En general, a nivel ruminal los cítricos dan lugar a una menor producción de propiónico y láctico que los alimentos ricos en almidón, causando por tanto una menor disminución del pH ruminal (Piquer et al., 2009b). Sin embargo, la síntesis de proteína microbiana puede disminuir en raciones donde la pulpa sustituye a cereales (Salvador et al., 2008).

### **Efecto de la inclusión de cítricos sobre la producción de leche**

Volanis et al. (2006) utilizando pulpa en-

silada en sustitución de parte del concentrado no observaron diferencias en la producción diaria de leche, pero sí observaron mayor porcentaje de grasa en la leche de ovejas alimentadas con pulpa cítrica. Otros autores, en cambio, sí obtuvieron menor producción de leche con dietas que incluían cítricos pero no varió la producción y porcentaje de grasa (Salvador et al., 2008).

Parece que la producción y porcentaje de grasa no solamente dependen de la inclusión de cítricos sino también del tipo de cereal y tratamiento que ha recibido. Algunos autores, como Salvador et al. (2008), han observado una disminución en la secreción diaria de proteína en la leche producida por animales alimentados con cítricos, lo que se explicaría por una menor síntesis de proteína microbiana observada para éstas raciones. Sin embargo, en vacuno se han observado resultados distintos según el nivel de producción de leche. En vacas de alto nivel productivo la inclusión de cítricos sí disminuye la producción de proteína (Salvador et al., 2008), pero no se observa éste efecto en vacas lecheras de menor producción (<20 kg/día) (Tavares et al., 2005).

Piquer et al. (2009c) observan como, ovejas en lactación alimentadas con raciones que incluyen frutos cítricos frescos en sustitución de trigo y pulpa de remolacha, mostraban mayor producción de leche y menor porcentaje de grasa para las dietas con cítricos, observando también un menor porcentaje de proteína para la ración con mayor nivel de inclusión. Sin embargo, Volanis et al. (2004), utilizando ensilado de frutos cítricos enteros (no pulpa) en ovejas lactantes, obtuvo resultados similares a los obtenidos con la pulpa cítrica (menor producción de leche y porcentaje de proteína, y mayor porcentaje de grasa). Diferencias que podrían deberse a que en el primer caso los cítricos se proporcionan frescos mientras que en el segundo se proporcionan ensilados.

### **Efecto de la inclusión de cítricos en las dietas de animales de cebo**

Cuando se incluye cítricos frescos deshidratados al sol en sustitución a los cereales, Caparra et al., (2007) en corderos merinos y Piquer et al. (2006a) en corderos guirros y manchegos, no observaron diferencias en el peso vivo final y la ga-

nancia media diaria hasta un 30% de inclusión. Scerra et al. (2001) tampoco obtuvo diferencias en el peso final y peso a la canal entre corderos de la raza "Merinizzata Italiana" alimentados con ensilado de pulpa cítrica y paja en sustitución de parte del concentrado, pero sí observó un mayor porcentaje de

músculo y menor porcentaje de grasa en las canales de animales alimentados con la dieta con pulpa cítrica. En terneros, se han obtenido buenos resultados cuando se incluye la pulpa cítrica deshidrata en el destete precoz de ternos de leche (Schalch et al., 2001) en sustitución del maíz.

## VIIº.- TRABAJOS EXPERIMENTALES

### **RESPUESTA PRODUCTIVA AL SUMINISTRO DE SILAJE DE PULPA DE CÍTRICOS CON NOVILLOS HOLSTEIN**

*Walter Mancuso<sup>1</sup> y Julio Butus<sup>2</sup>*

#### **RESUMEN**

Entre los residuos de la citricultura se destaca el bagazo de cítricos, producto de la industria de los jugos de fruta. En este subproducto se destacan los bajos niveles de materia seca (15 al 25%), moderados niveles energéticos (2.6 a 3.4 Mcal EM/kg de MS) y bajos contenidos proteicos (7 al 10% PB), además de algunos minerales, como el calcio (0.54%) y ricos en vitaminas. Existen diversas formas de suministro: fresco o ensilado, siendo este último la forma más adecuada de conservar a este residuo manteniendo sus características nutricionales. Si bien existe una amplia variabilidad en la composición bromatológica de los diferentes bagazos de cítricos, el mejor de ellos es el limón o la combinación de limón con naranja. En este informe se presentan dos trabajos, el primero fue realizado con vacas lecheras Holstein donde se comparó el comportamiento productivo del Silaje de bagazo de cítricos vs el de maíz. Ambos tratamientos compartían una pasturas polifíticas a base de alfalfa y gramíneas y un balanceado comercial. Como resultado del mismo, las vacas que consumieron el Silaje de bagazo de cítricos superaron al tratamiento con Silaje de maíz: en litros de leche (18.3 vs 15.6), en

gramos de grasa butirosa (676 vs 648) y en gramos de proteína láctea (636 vs 575), respectivamente. Mientras que el segundo trabajo, evaluó el comportamiento productivo en ganancia de peso con novillos Holstein (240 y 336 kg/cabeza, inicial y final, respectivamente). Las ganancias obtenidas, al cabo de 60 días de ensayo, fueron de 1.60 kg/cabeza/día. La dieta, además del silaje de bagazo de cítricos (2.25 kg"tal cual"/cabeza/día), estaba compuesta por grano maíz molido (5.85 kg"tal cual"/cabeza/día), afrechillo de trigo (0.72 kg"tal cual"/cabeza/día) y un complejo vitamínico mineral (0.18 kg"tal cual"/cabeza/día). Además, se le ofreció diariamente 30 litros de suero de queso de pasta semi dura y 2 kg de heno de pastura. El costo de la alimentación fue el 79% del Ingreso Bruto generado.

En la misma Escuela se realizaron durante el período octubre a noviembre de 2005, engorde de novillos Holstein.

1. Duración del ensayo: 60 días
2. Peso inicial: 240 kg/cabeza
3. Peso final: 336 kg/cabeza
4. Ganancia diaria de peso (media): 1.6 kg/cabeza/día.
5. Composición de la dieta:

(1) Técnico de INTA EEA Paraná, Entre Ríos, Argentina

(2) Técnico de Escuela Agrotécnica Las delicias, Entre Ríos, Argentina.

- Consumo total: 9 kg "tal cual" de la ración completa
- Bagazo de citrus (ensilado): 2.25 kg"tal cual"/ cabeza/día (25%)
- Grano de maíz molido: 5.85 kg"tal cual"/cabeza/ día (65%)
- Afrechillo de trigo: 0.72 kg"tal cual"/cabeza/día (8%)
- Complejo vitamínico mineral: 0.18 kg"tal cual"/

cabeza/día (2%)

Además, se le ofreció diariamente 30 litros de suero de queso de pasta semi dura y 2 kg de heno de pastura. El costo de la alimentación fue el 79% del Ingreso Bruto generado.

## VIII° TRABAJO EXPERIMENTAL

### ENSAYO CON VACAS LECHERAS HOLSTEIN

En la Escuela Agrotécnica "Las delicias", Departamento de Paraná (Entre Ríos, Argentina), durante el otoño de 2006 (1/3 al 30/4/06) sobre un rodeo Holstein se seleccionaron 2 grupos de 8 vacas en producción a los cuales se alimentaron con dietas que solamente variaban en el forraje

conservado que tenían disponibles: silaje de maíz o silaje de pulpa de citrus (mezcla aproximadamente de 75% residuos de limón y 25% de naranja).

La calidad de los componentes de las dietas se describe en la Tabla 71.

**Tabla 71:** Calidad de los diferentes componentes de las dietas

	MS (%)	DIVMS (%)	Mcal EM/kg MS	PB(%)	pH
Silaje de bagazo de citrus	20.0	76.66	2.76	9.1	3.6
Silaje de maíz	31.3	61.93	2.23	8.1	3.8
Praderas consociadas de alfalfa y cebadilla criolla (bromus)	23.0	61.66	2.22	15.9	-
Concentrado comercial	87.0	83.33	3.00	18.0	-

Referencias: MS: materia seca, PB: proteína bruta, DIVMS: digestibilidad de la MS, pH: potencial hidrógeno (acidez) Análisis en Laboratorio de Producción Animal. Fac. Cs Agropecuarias –UNER.

El consumo promedio de las vacas durante los 61 días que duró el trabajo (15 días de acostumbramiento y 46 de mediciones) fue similar en ambos

tratamientos: 14.5 kg de MS/vaca/día. Las producciones de leche obtenidas se detallan en la Tabla 72.

**Tabla 72:** Resultados de producción y calidad de leche en ambos tratamientos

Tratamientos	Leche (Lts/VO/día)	Grasa butírosa		Proteína bruta	
		%	gr./VO/día	%	gr./VO/día
Dieta con Silaje de Bagazo de citrus	18.3	2.81	676	2.67	636
Dieta con Silaje de maíz	15.6	3.27	648	2.75	575

Referencias: VO: vaca en ordeño

Se observa que las vacas que consumieron Silaje de bagazo de citrus produjeron un 18% más de leche ( $p < 0.05$ ) y, aunque ésta poseía una menor concentración de grasa y de proteína, las di-

ferencias no fueron estadísticamente significativas e incluso, las cifras se revirtieron cuando se expresan como producción total de grasa y de proteína.

## IMPORTANCIA DEL ACEITE DE PALMA Y SUS SUBPRODUCTOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

*Jaime Alcañiz*

*Universidad de Quevedo, Ecuador*

### INTRODUCCIÓN

El aceite de palma se ha convertido en la principal fuente de aceite vegetal del planeta por delante del aceite de soja, con más de 45 millones de toneladas producidas al año. Los productos de la palma se utilizan en la industria agroalimentaria (más del 50%), la industria química, cosmética, alimentación animal y en los últimos años en la producción de biocombustibles.

### EL CULTIVO DE PALMA

El aceite de palma se extrae del fruto de la palma africana (*Elaeis guineensis*), cultivo capaz de producir más de 3,5 toneladas de aceite por hectárea, rendimiento diez veces superior al que se obtiene de otros cultivos de semillas oleaginosas como la soja o el girasol incluso sin ser un producto modificado genéticamente. Estos rendimientos tan elevados junto con los bajos costes de producción y los múltiples usos, hacen que el aceite de palma sea el aceite vegetal más usado del mundo.

Existen presiones medioambientales por la rápida expansión de los cultivos debido a que la palma sólo puede cultivarse en zonas tropicales de Asia (donde se produce más del 85% en Malasia e Indonesia), África y América del Sur. Es de vital importancia

que la producción y el uso sean sostenibles desde un punto de vista económico, social y medioambiental.

El árbol de la palma permanece productivo más de 25 años, produciendo más de 3000 frutos al mes lo que garantiza un suministro constante y estable durante todo el año. Los frutos son recolectados y transportados a las refinarias para su transformación. Del fruto de la palma se obtienen dos tipos de aceites, el aceite de palma extraído de la pulpa o mesocarpio y el aceite de palmiste obtenido a partir de la extrusión de la semilla o almendra.

El aceite de palmiste es más utilizado por la industria cosmética (jabones y cremas), la industria química (barniz, pintura, resina), la fabricación de detergentes y por la industria agroalimentaria. El residuo sólido de la extracción del aceite es la torta de palmiste, subproducto proteico también empleado en alimentación animal.

### Refinamiento del aceite de Palma

El aceite de palma crudo es sometido a un proceso de refinamiento para la obtención del aceite de palma refinado que se utilizará en alimentación humana.

En este proceso de refinamiento el primer objetivo es reducir la acidez del aceite para lo cual

es sometido a un proceso de destilación física para la extracción de los ácidos grasos libres. Estos ácidos grasos destilados conocidos como PFAD suponen un 3% de la producción total de aceite y van a ser empleados para alimentación animal.

Además de los PFAD se obtienen otras fracciones como consecuencia de la destilación del aceite como las oleínas que son destinadas a consumo humano por su elevado precio en el mercado y las estearinas, fracción más saturada empleada para la fabricación de margarinas, aunque también es empleada para alimentación animal.

Los PFAD tienen una gran importancia en la alimentación de rumiantes y son la base para suplementos energéticos como son las grasas hidrogenadas y los jabones cálcicos conocidos como grasas by pass o grasas protegidas. Además los destilados de palma cuentan con una calidad constante durante todo el año.

Tras la destilación y un primer análisis de calidad en origen, los PFAD son transportados por barco hasta los principales puertos españoles, siendo Tarragona y Barcelona la principal entrada en España. Una vez en puerto y previo al desembarco el producto importado es analizado de nuevo para evaluar la calidad del producto y comprobar que cumple con los límites legales establecidos por la Unión Europea para sustancias indeseables como las dioxinas.

Por tanto tenemos la seguridad que toda materia prima que entra en España ha superado los análisis pertinentes para su empleo en alimentación animal. Con el visto bueno de las autoridades portuarias el producto es transportado hasta las plantas de transformación.

### **Fabricación de Grasas Protegidas**

Desde el punto de vista tecnológico los PFAD son un producto con una acidez muy alta, es decir con un gran porcentaje de ácidos grasos libres, lo que les hace un producto idóneo para la fabricación de sales o jabones cálcicos por su reactividad. Son además muy interesantes desde un punto de vista nutricional ya que mantiene el perfil de ácidos grasos del aceite de palma, con un 50% de los ácidos grasos saturados (principalmente ácido palmítico) y un 50% de insaturados (con un contenido en ácido oleico superior al 40%).

### **Empleo de grasas protegidas en alimentación de rumiantes**

El empleo de grasas protegidas para la alimentación de rumiantes se justifica por los problemas que presentan los aceites a su paso por el rumen. Los aceites o grasas insaturadas alteran la flora ruminal y recubren la fibra impidiendo su fermentación y la formación de ácidos grasos volátiles, principal fuente de energía de los rumiantes.

Los jabones cálcicos comenzaron a emplearse en la alimentación de rumiantes a principios de los 80. Las características y las propiedades químicas de los jabones cálcicos de ácidos grasos de palma los convierten en un producto idóneo para solucionar los problemas que causaban los aceites vegetales.

Los jabones cálcicos son una grasa sólida y de fácil manejo, permanecen estables en las condiciones del rumen (pH superior a 6) y se disocian, liberando los ácidos grasos en el abomaso (pH inferior a 3) para que sean absorbidos en intestino. Por tanto los jabones cálcicos aportan toda la energía de las fuentes de grasa sin alterar las condiciones ruminales. Con más de 30 años en el mercado los jabones cálcicos son componentes habituales de las dietas de los rebaños de todo el mundo.

Además de la saponificación, otro tratamiento eficaz para solventar las alteraciones que producen las grasas a nivel ruminal es la hidrogenación. Los aceites insaturados son tóxicos para la flora ruminal por lo que la hidrogenación y saturación de los dobles enlaces transforma los ácidos grasos insaturados en saturados lo que nos permite emplearlos en alimentación de rumiantes.

Con la hidrogenación se consigue aumentar el punto de fusión por encima de los 50°C, con lo que se obtiene un producto sólido y estable. Las grasas hidrogenadas son la fuente de grasa de elección cuando se busca un perfil de ácidos grasos de la dieta más saturados.

Los subproductos del aceite de palma con una producción creciente a nivel mundial nos ofrecen una alternativa de calidad, segura, interesante a nivel económico y con un potencial productivo muy interesante.

## **SUPLEMENTACIÓN DE EFLUENTE DE ACEITE DE PALMA AFRICANA MÁS UREA, EN CEBA DE TORETES BRAHAMAN MESTIZOS**

*Avellaneda, J<sup>1, 2, \*</sup>; Cepeda, C<sup>2</sup>; Luna, R<sup>1</sup>; Espinoza, I<sup>1</sup>; Pinargote, E; Zambrano, S<sup>1</sup>; Buste, D<sup>2</sup>; Casanova, L<sup>2</sup>.*

*(1)Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.*

*(2)Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.*

*(3)Departamento de Extensión y Transferencia de Tecnología, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.  
juan\_avellaneda@yahoo.com*

### **RESUMEN**

Se evaluó la suplementación con efluente de aceite de palma africana (EAPA) más urea, en 16 toretes Brahman mestizos enteros de peso promedio 308.13 kg alimentados con Panicum maximum Jacq. Los tratamientos fueron: T0: pastoreo, 3 kg MS de banano verde (BV); T1: pastoreo, 1 kg MS BV, 1.5 kg MS EAPA y 40 g urea, por animal-1; T2: pastoreo, 1 kg MS BV, 2.5 kg MS EAPA y 40 g urea, por animal-1; T3: pastoreo, 1 kg MS BV, 3.5 kg MS EAPA y 40 g urea, por animal-1. Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

La ganancia de peso total y diaria mostraron diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) siendo los animales suplementados con EAPA los de mejores incrementos de peso. El consumo de materia seca de pasto (CMS/pasto) (kg d-1) no presentó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, sin observarse que el suplemento (EAPA-urea) provocar efectos negativos sobre éste. El consumo de MS total (kg d-1) presentó diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) por efecto de los tratamientos, destacándose el T3 con el mayor consumo. Se observó la mejor conversión alimenticia y beneficio económico con los animales suplementados.

Palabras claves: Efluente de aceite de palma africana, efecto productivo, rentabilidad, suplementación.

### **INTRODUCCIÓN**

La alimentación de ganado bovino de carne esta basada principalmente en pastos como

fueron principal, pero con el fin de mejorar la conversión eficiente de este recurso se presta mucha atención a la incorporación de residuos agrícolas a la alimentación del mismo.

Estudios han revelado que los subproductos de palma africana (*Elaeis guineensis*), poseen excelentes características nutritivas y que su uso suplementario puede cubrir las deficiencias de proteína, fibra, extracto etéreo, etc., en los alimentos de los animales destinados a engorde en sistemas de pastoreo.

En el trópico ecuatoriano existen grandes extensiones de cultivos de palma africana de los cuales se pueden obtener desperdicios agrícolas o subproductos aprovechables que por su alto contenido de ácidos grasos, como fuente principalmente de energía para la elaboración de dietas para rumiantes.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se evaluó la suplementación con efluente de aceite de palma africana (EAPA) más urea, en la ceiba de toretes Brahman mestizos enteros de peso inicial promedio 308.13 kg alimentados con pasto Saboya (*P. maximum Jacq*) como dieta base. Se utilizó los siguientes tratamientos: 3 kg MS Banano + pastoreo; EAPA 1.5 kg MS + 40 g urea + 1 kg MS Banano + pastoreo; EAPA 2.5 kg MS + 40 g urea + pastoreo; EAPA 3.5 kg MS + 40 g urea + pastoreo.

La composición bromatológica de las materias primas utilizadas se observan en la Tabla 73.



La investigación tuvo una duración de 84 días y se llevó a cabo entre el 24 de marzo al 20 de junio del 2006. Se utilizó un diseño en bloques

completamente al azar, con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones.

**Tabla 73:** Composición bromatológica (base seca) de las materias primas utilizadas

Nutrientes %MS	Efluente de Aceite de Palma Africana	Banano	Pasto
Materia Seca	19.73	21.65	25.13
Cenizas	15.51	3.92	11.41
Extracto etéreo	6.18		1.23
Proteína bruta	14.19	5.08	6.99
Fibra cruda	21.39	2.30	32.84
Calcio	1.67	0.10	0.18

Fuente: Laboratorio Bromatológico-Facultad Ciencias Pecuarias Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

La comparación de las medias se utilizó la prueba de rangos Múltiples de Tukey ( $P < 0.05$ ). Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento de los modelos lineales generales mediante el uso del programa SAS (1999). Se procedió a evaluar la ganancia de peso por periodo y total, consumo de materia seca del suplemento, consumo estimado de materia seca de forraje, conversión alimenticia y análisis económico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganancia de peso total y diaria (Tabla 74) mostraron diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ), el comportamiento de estas variables se vio influenciado por el suministro de los suplementos que contenían EAPA, observándose que los animales que recibieron los mayores niveles presentaron los mayores incrementos de peso.

**Tabla 74:** Ganancia de peso diaria (kg), por periodo y total de Toretos Brahman mestizos alimentados con EAPA, Banano y pasto

Variable	Tratamientos				E.E.M.	P<
	T0	T1	T2	T3		
Peso Inicial, kg.	306.00	311.50	306.00	309.00	0.92	0.17
Peso Final, kg.	348.50 <sup>b</sup>	368.00 <sup>a</sup>	376.00 <sup>a</sup>	375.00 <sup>a</sup>	2.07	<0.01
Ganancia total, kg.	42.50 <sup>c</sup>	56.50 <sup>b</sup>	70.00 <sup>a</sup>	66.00 <sup>ab</sup>	1.35	<0.01
Ganancia diaria, kg.	0.50 <sup>c</sup>	0.68 <sup>b</sup>	0.83 <sup>a</sup>	0.78 <sup>ab</sup>	0.02	<0.01

<sup>ab</sup> Medias en la misma fila con diferente literal son diferentes ( $p < 0.05$ ), E.E.M.= Error estándar de la media. T0= Tratamiento Testigo, Banano 3 kgMS + Pastoreo ad libitum; T1= Tratamiento Uno, Efluente de Aceite de Palma Africana (EAPA) 1.5 kg MS + Banano 1 kg MS + Pastoreo ad libitum; T2 = Tratamiento Dos, EAPA 2.5 kg MS + Banano 1 kg MS + Pastoreo ad libitum; T3= Tratamiento Tres, EAPA 3.5 kg MS + Banano 1 kg MS + Pastoreo ad libitum; MS

El consumo de MS de pasto (kg d-1) (Tabla 75) no presentó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, sin observarse que el suplemento (EAPA-urea) provocar decremento del consumo

de este. El consumo de MS total (kg d-1) de los animales (Tabla 74) presentó diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) por efecto de los tratamientos, destacándose el T3 con el mayor consumo.

**Tabla 75:** Consumo de materia seca diaria, por periodo y total, y conversión alimenticia de Toretos Brahaman mestizos alimentados con EAPA, Banano y pasto

Variable	Tratamientos				E.E.M.	P<
	T0	T1	T2	T3		
Efluente, kg d-1	-	1.41	2.45	2.98	-	-
Banano, kg d-1	3.00	0.99	0.99	0.99	-	-
Pasto, kg d-1	8.28	8.72	8.66	8.35	0.09	0.30
CMS total (E+B+P), kg d-1	11.50 <sup>ab</sup>	11.10 <sup>b</sup>	12.05 <sup>ab</sup>	12.26 <sup>a</sup>	0.12	0.03
CMS total, kg d-1 %PV	3.53	3.26	3.53	3.58	0.04	0.05
CA, d-1	28.36 <sup>a</sup>	20.24 <sup>b</sup>	17.59 <sup>b</sup>	18.65 <sup>b</sup>	0.80	<0.01

*ab* Medias en la misma fila con diferente literal son diferentes ( $p < 0.05$ ), E.E.M. = Error estándar de la media. MS = Materia seca. CMS = Consumo de MS. CA = Conversión alimenticia. (CMS total (E+B+P) = Kg d-1 / ganancia diaria de peso) = Consumo de MS total. E = Efluente. B = Banano. P = Pasto. PV = Peso vivo.

En promedio, los animales suplementados con EAPA alcanzaron los mayores consumos de MS total (kg d-1) al ser comparados con el testigo (Tabla 65), estos resultados sustentan que los valores incrementales del suplemento energético no limitan el consumo total de alimento (kg MS d-1). La conversión de alimento diario registró diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ).

## ANÁLISIS ECONÓMICO

Con base en los resultados obtenidos se puede observar que el mejor beneficio y rentabilidad (u\$s 182.39 y 225.70%, respectivamente) se logró con el T2, debiéndose principalmente a la mayor ganancia de peso y los bajos costos variables que se presentaron en esta investigación (Tabla 76).

**Tabla 76:** Análisis económico (u\$s)

Rubros	Dieta			
	T0	T1	T2	T3
<b>INGRESOS</b>				
Ganancia de peso, Kg.	170.00	226.00	280.00	264.00
Precio, Kg.	0.94	0.94	0.94	0.94
Total ingresos	159.80	212.44	263.20	248.16
<b>EGRESOS</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Alquiler de establo	11.25	11.25	11.25	11.25
Depresión materiales y equipos	3.70	3.70	3.70	3.70
<b>Sanidad</b>				
Vacuna Triple	0.63	0.63	0.63	0.63
Vacuna Aftosa	1.60	1.60	1.60	1.60
Vitaminas	2.50	2.50	2.50	2.50
Mano de obra	7.84	7.84	7.84	7.84
<b>Total costos fijos</b>	<b>27.52</b>	<b>27.52</b>	<b>27.52</b>	<b>27.52</b>
<b>Costos variables</b>				
<b>Consumo de alimento</b>				
Efluente de palma		11.15	18.54	26.07
Urea		4.50	4.50	4.50
Sal mineral		3.89	3.89	3.89
Pasto	15.58	16.40	16.30	15.74
Banano	30.24	10.07	10.06	10.06
<b>Total costo variables</b>	<b>45.82</b>	<b>46.01</b>	<b>53.29</b>	<b>60.26</b>
<b>Total de Costos</b>	<b>73.34</b>	<b>73.53</b>	<b>80.81</b>	<b>87.78</b>
<b>MARGEN NETO</b>	<b>86.46</b>	<b>138.91</b>	<b>182.39</b>	<b>160.38</b>

Estos resultados superan en gran medida a los obtenidos en otras investigaciones como por ejemplo Cabrera y Peña (2003), quienes utilizaron un suplemento con base en otro subproducto de palma africana (palmiste), obteniendo una rentabilidad de 61.9% cebando toretes, sustentando que los resultados obtenidos en la presente investigación se debe al bajo costo del EAPA y la alta disponibilidad de pasto de los potreros utilizados para esta investigación.

## CONCLUSIONES

La suplementación de EAPA afectó positivamente la ganancia de peso ( $P < 0.05$ ); se des-

taca el T2 como la mejor ganancia de peso entre tratamientos.

La mejor conversión alimenticia, se obtuvo con el T2. En vista de lo anterior, se concluye que la estrategia de suplementar con EAPA más Urea es rentable para todos los tratamientos, ya que contiene un gran potencial para ser usado como suplemento energético y así mejorar la eficiencia productiva de dietas para rumiantes.

El uso de EAPA en la alimentación de rumiantes alcanzó mejores beneficios y mayores rentabilidades económicas.

## SUBPRODUCTOS DISPONIBLES EN PAÍSES TROPICALES Y SUBTROPICALES POTENCIALMENTE APROPIADOS PARA EL ENSILAJE

*Chedly K. y Lee S.*

En muchos países tropicales y subtropicales existe una gran variedad de subproductos, de residuos de cosecha, de procesamiento de alimentos y de subproductos de molinería, que pueden ser aprovechados como suplementos forrajeros. Los más usuales son tubérculos y raíces, frutas y subproductos de agroindustrias; su uso potencial se discute más adelante.

### ORUJO DE CERVECERÍA

El orujo contiene 75-80 por ciento de agua al finalizar el filtrado. Debe ser usado inmediatamente o almacenado en un ambiente sin aire pues se descompone rápidamente. Se puede almacenar hasta por dos semanas en una parva compactada y cubierta con sacos o una cubierta plástica. Para un almacenamiento de mayor duración será preciso su ensilado

en un silo trinchera, herméticamente cerrado y con un drenaje apropiado. También es posible ensilarlos en bolsas plásticas selladas herméticamente.

El orujo también puede ser ensilado en mezclas, con 2-3 por ciento de melaza para asegurar una buena fermentación, con subproductos triturados de bananero como troncos, pseudotroncos, frutas, cáscaras o con yuca triturada. Ésta última tiene la propiedad de absorber el jugo del orujo, reduciendo las pérdidas de nutrientes durante la fermentación. Aunque las cantidades a agregar dependerán de la disponibilidad, el contenido de MS en la masa del ensilado no debe exceder 45 por ciento, para no afectar la fermentación.

El orujo es un buen suplemento forrajero. No implica riesgo alguno si se le distribuye fresco o si

se le conserva adecuadamente. Es un alimento relativamente voluminoso, poco concentrado, pero una buena fuente de energía y de proteína (Tabla 77).

Se usa en la alimentación de ganado de carne (10-15 kg/día) y terneros (2-4 kg/ día). Sin embargo su empleo es mucho más apropiado en la ración de vacas de lechería.

El orujo es un alimento balanceado para alimentar vacas lecheras y tiene la reputación de estimular la producción de leche. El aumento de la producción de leche se observa claramente después de usar orujo en considerable cantidad para suplementar la ración. Se pueden distribuir cantidades diarias de hasta 15 kg diarios por vaca lechera.

Se recomienda distribuir el orujo después del ordeño para evitar que la leche pueda impregnarse del olor del orujo. Al distribuir grandes cantidades (15-20 kg/día), se aconseja aportar 100-150 g de bicarbonato de sodio a la ración, dos veces al día, para prevenir problemas de acidosis en el rumen.

### **SUBPRODUCTOS DEL BANANO**

En la mayoría de las fincas del trópico húmedo se cultiva el banano y su fruta se emplea como alimento familiar cotidiano. Los residuos de su cosecha y los subproductos son de gran importancia para la alimentación de rumiantes y comprenden:

### **RECHAZO DE BANANA**

Frutas rechazadas - verdes, no maduras y maduras - son una buena fuente de energía para los animales. Las vacas lecheras y los bovinos para carne las apetecen y pueden consumir grandes cantidades. Los niveles de Fibra Bruta (FB) y Proteína Bruta (PB) son bajos (Tabla 77) como también el contenido de minerales, por lo que deben ser distribuidas con pasto fresco u otro forraje voluminoso para prevenir problemas en el rumen. Además, se debe agregar un suplemento de proteína y de minerales.

Cuando se dispone de grandes cantidades de rechazo de banana se puede ensilar, para ello se lo debe triturar y mezclar con uno o varios

alimentos ricos en proteína, como orujo seco, desecho de pescado y hojas de yuca o mandioca.

### **HOJAS Y PSEUDOTRONCOS DEL BANANO**

Son fuentes de forraje muy útiles en muchos países tropicales, sobretodo en la época seca. Se pueden triturar y distribuir frescos o se pueden ensilar. Tiene niveles muy bajos en Proteínas y Minerales. Por ello, es necesario agregar alguna fuente rica en Proteína, como harinas de oleaginosas, bloques de Multinutricionales (BMN), hojas de yuca o mandioca, orujos, etc. para mejorar su respuesta productiva.

Los pseudotroncos se pueden triturar y ensilar una vez que el racimo ha sido cosechado y se ha cortado la planta. Si al ensilar se agrega una fuente fácilmente fermentable de carbohidratos como melaza o raíces cortadas y alimentos ricos en proteína se obtiene un buen ensilaje.

### **RAÍCES**

Los principales cultivos de este tipo aptos para ensilar son Yuca o Mandioca, Batatas, Ñame, Taro, entre otros.

### **SUBPRODUCTO DE YUCA o MANDIOCA**

Tanto la raíz como las hojas se usan como forraje para ganado lechero. Las raíces frescas o secadas al sol sirven de forraje en diversas formas: cortadas en tajadas, trituradas o molidas, y substituyen en muchos países a los granos de cereales.

La raíces de Yuca o Mandioca son una buena fuente de energía para el ganado de leche, ya que son ricas en Carbohidratos, que es un importante ingrediente de la ración y un buen aporte energético para la microflora del rumen; sin embargo, su contenido en proteína es bajo (Tabla 77). Su uso es particularmente útil para vacas de alta producción en la primera fase de la lactancia.

La ración diaria de raíces puede ser abundante: hasta 25 por ciento del consumo total de MS. Pero se debe agregar alguna otra fuente rica en

Proteína y Minerales para equilibrar la ración total. El alto contenido de carbohidratos fácilmente fermentables hacen de esta raíz un excelente aditivo energético para ensilajes mixtos con desechos de pescado, hojas de yuca, orujos, etc.

Por su parte, las hojas de Yuca o Mandioca son un alimento rico en Proteínas y muy valioso para los rumiantes (Tabla 77). Se estima que al cosechar las hojas junto con las raíces se puede obtener un rendimiento entre 1 a 4 t de MS/ha. Las hojas frescas han sido empleadas exitosamente en la alimentación de bovinos, incluyendo vacas lecheras, en muchos países.

La Yuca o Mandioca fresca cruda, contiene glucósidos cianogénicos - compuestos ricos en ácido cianhídrico HCN- que son tóxicos para los animales monogástricos, pero las hojas pueden ser usadas para alimentar rumiantes, ya que los microorganismos del rumen pueden anular el efecto tóxico.

Por otra parte, tanto el secado al sol como el ensilaje eliminan el efecto tóxico. El ensilaje de las hojas de yuca es el procedimiento más sencillo y eficaz, que no solo reduce la concentración de HCN a valores sin riesgo para los animales monogástricos, sino también permite conservar el valor nutritivo de las hojas para ser usadas en épocas críticas. Las hojas solas o la planta completa se deben triturar y luego se las ensila solas o mezcladas con alimentos ricos en energía como residuos de banana, raíces u orujo. Este ensilaje es un alimento bastante equilibrado para las vacas lecheras.

## **TARO**

El taro es parte de la alimentación cotidiana de muchas comunidades en el trópico. Sus subproductos incluyen las raíces, recortes, hojas y tallo que son útiles como forraje. Las raíces son un buen forraje particularmente rico en energía. El taro crudo contiene sustancias que irritan la lengua y el paladar de los animales, y debe ser cocido para asegurar su consumo, sobretodo al alimentar animales monogástricos. Las hojas son ricas en proteína (Tabla 77) y son apetecidas por los bovinos. Estos subproductos pueden ser triturados y ensilados junto con los alimentos citados para yuca y banano.

## **BATATA**

Es otro cultivo común en el la zona tropical. Los subproductos de la Batata son raíces, recortes, hojas y tallos.

Las raíces tienen un bajo contenido de proteína, grasa y fibra, pero alto en carbohidratos, mientras que el follaje tiene menor cantidad de carbohidratos pero mayor de fibra y proteína (Tabla 77). Los tallos, que corrientemente se desperdician, son un forraje nutritivo y apetecido por los bovinos. Una mezcla de rechazo de Bananas (tubérculos y hojas) junto con residuos de Batata y raíces de Yuca o Mandioca se puede ensilar con éxito sin necesidad de aditivos.

## **ÑAME**

Es un cultivo común en el trópico. Su consumo es limitado por una concentración de alcaloides amargos junto con taninos y saponinas, por lo que debe cocerse antes de alimentar animales monogástricos o terneros. Sus subproductos incluyen raíces, recortes, hojas y tallos. Estos últimos son un forraje muy apreciado para los bovinos y pueden ser ensilados junto con los otros alimentos ya mencionados.

## **PULPA FRESCA DE FRUTAS Y OTROS PRODUCTOS VEGETALES**

(citrus, pulpa de piña y hojas)

Las frutas tropicales son muy variadas: mango, papaya, piña, citrus y otras. Los desechos de frutas y hojas tienen un gran potencial forrajero, con un alto contenido en azúcares. El ensilaje es el mejor método para conservarlos mezclándolos con los ingredientes anteriormente mencionados, de modo de asegurar una buena fermentación al mejorar la calidad y la condición del ensilado.

Los países del Mediterráneo producen grandes cantidades de citrus tanto para consumo local como para exportar.

La pulpa de cítricos es el residuo de la extracción del jugo; corresponde a la mitad del producto y tiene un contenido medio de MS de 20 por

ciento. Esta pulpa es rica en energía con un alto contenido en energía metabolizable (Tabla 77).

El ensilado de pulpa, las frutas dañadas y el rechazo, junto con subproductos con alto contenido de proteína, como camada de aves y salvado de trigo, constituyen un método simple y apropiado de conservación. El ensilaje es un gran aporte a los requerimientos nutritivos de los rumiantes, sobretodo para las vacas lecheras de alta producción al comienzo de su lactancia. El ensilaje aventaja al secado de la pulpa ya que requiere menos energía, tiene un costo menor y mejora la palatabilidad del producto final.

### **SUBPRODUCTOS DE PESCADO**

Proviene del rechazo de pescados enteros por no ser aptos para consumo o de desecho de plantas procesadoras de pescado. Son una excelente fuente de proteína y minerales para el ganado, sobretodo para vacas recién paridas y aquellas con alta producción de leche.

Se debe ensilar junto con ingredientes que aporten carbohidratos solubles fácilmente fermentables como la melaza, la batata o las raíces de yuca; es un método simple y este tipo de conservación ha sido ensayado recientemente en forma exitosa en varios países. En todos los ensayos se observó que la cantidad máxima de desechos de pescado a incluir en el ensilaje no debe sobrepasar 50 por ciento al usar carbohidratos concentrados, pero sólo 10 por ciento si la fuente es fresca.

### **PULPA DE TOMATE**

En la zona del Mediterráneo el tomate es un cultivo muy difundido y existen numerosas plantas procesadoras. La pulpa -residuo industrial que es una mezcla de hollejo y semillas- corresponde a un quinto del peso total de la fruta fresca y tiene un alto valor nutritivo. Es una fuente rica de proteínas (Tabla 77).

Puesto que el tomate se procesa durante el verano y tiene un alto contenido en agua (80-84 %), si se deja a la intemperie se deteriora rápidamente y se llena de mohos.

Al ensilar la pulpa es preciso mezclar capas alternadas de pulpa con otros subproductos, tales como paja triturada, salvado de trigo y camada de aves, para absorber y evitar la pérdida del efluente. Los pequeños campesinos en Túnez obtienen buenos ensilajes de estas mezclas, las que emplean para alimentar con éxito sus vacas lecheras y novillos de engorde.

### **TORTA DE PENSADO DE ACEITUNAS**

La mayor parte de la producción de aceite de oliva se encuentra en la cuenca del Mediterráneo. La torta del prensado -residuo que contiene el hueso y la pulpa- se obtiene al finalizar la extracción del aceite. Su valor nutritivo es bajo (Tabla 77), pero es útil en períodos de escasez de forraje. Debido a su alto contenido de aceite (de 10 a 14 %) si la torta permanece a la intemperie se deteriora rápidamente. El consumo de la torta disminuye en función del período de almacenamiento.

Al ensilar la torta fresca sola o con otros subproductos de buena calidad, como el salvado de trigo, la camada de aves o la pulpa de tomate, se mejora su aptitud de almacenamiento y se obtiene un ensilaje bien conservado y palatable.

### **ORUJO DE UVA**

Después del prensado de 100 kg de uvas queda un residuo de 5 a 10 kg de orujo o escobajo de uva -semilla, pulpa y tallos- que tienen un contenido de 50 por ciento de MS y un valor nutritivo relativamente bajo (Tabla 77).

Al ensilar el orujo fresco mezclado con subproductos de alta calidad como el salvado de trigo, la camada de aves o la pulpa de tomate, se mejora su fermentación y su almacenamiento y se obtiene un ensilaje bien conservado y apetecible.

### **EL ENSILADO DE SUBPRODUCTOS**

En este tipo de ensilado se deben respetar los mismos principios que se aplican para hacer un buen ensilaje de cultivos forrajeros en verde. Es

esencial asegurar un cierre hermético del silo para crear un ambiente anaeróbico; igualmente importante es asegurar una buena fermentación que produzca suficiente ácido orgánico natural para inhibir el desarrollo de microorganismos nocivos ya que un ensilado rico en carbohidratos solubles fomenta esa fermentación.

Se debe prestar atención a los siguientes aspectos:

#### **(i) Contenido de humedad**

El ensilado debiera tener más de 50 por ciento de humedad de modo que sea fácil de compactar firmemente y así eliminar el aire. Sin embargo, un exceso de humedad, superior a 75 por ciento es dañino ya que afecta las últimas etapas de la fermentación, produciendo un ensilaje ácido que reduce la palatabilidad y el consumo. Para ajustar el grado de humedad se puede agregar agua o alimentos acuosos o secos, según sea necesario.

#### **(ii) Tamaño del triturado**

Cuanto más fino se triture resulta más fácil la compactación y al excluir el aire se asegura un buen almacenamiento. El triturado se puede hacer manualmente o empleando una trituradora.

#### **(iii) Rapidez del ensilado**

Una rápida puesta en silo y su sellado evitan pérdidas que causadas por la fermentación aeróbica.

#### **(iv) Cantidad de carbohidratos solubles (naturales o agregados)**

Garantizan que el ensilaje fermente bien y que rápidamente alcance un valor bajo de pH que inhibirá el desarrollo de toda la actividad biológica. De esta forma se asegura la preservación del material ensilado con un mínimo de pérdidas de nutrientes y evitando cambios nocivos para la composición química del sustrato. El valor final del pH del ensilaje depende en gran parte del contenido en carbohidratos del ensilado.

Esto explica porque resulta difícil ensilar con éxito materiales ricos en proteína y con bajo contenido de sustancias energéticas fermentables; se corrige agregando subproductos ricos en energía como melaza, desechos de banana y raíces. Se debe elegir un sitio ligeramente elevado y sobre el suelo se extiende una cubierta de plástico grueso o se cubre con hojas de plátano.

El ensilado se deposita en capas sucesivas del mismo producto o de la mezcla y se apisona para compactar cada capa. La parva de cierta altura debe cubrirse lo más herméticamente posible con el mismo material que protege el fondo del silo. Para asegurar una buena cobertura se deben colocar elementos pesados sobre la cima y los costados, de modo que compriman la cobertura pero sin dañarla.

El ensilado empleando bolsas plásticas es también un buen procedimiento de almacenamiento; es un método fácil de hacer, puede producir ensilaje de alta calidad y reducir las pérdidas siempre que la bolsa se selle correctamente. Este método no es aconsejable para materiales muy toscos y punzantes, como pseudotroncos de banana y hojas de yuca, ya que existe un alto riesgo de que perforen las bolsas y arruinen el ensilaje.

Normalmente después de unas seis semanas el productor puede abrir su silo y comenzar a distribuir el ensilaje a sus animales. El ensilaje se puede conservar mientras se impida la entrada de aire; un silo sellado herméticamente puede preservarse por más de seis meses y una vez que se abre el silo, cada vez que se retire ensilaje para alimentar los animales debe ser bien cerrado.

#### **TORTA Y HARINA DE COPRA (Coco)<sup>1</sup>**

El fruto maduro del cocotero consiste en una cáscara dura cubierta de una capa fibrosa exterior, que contiene una almendra comestible, en el centro de la cual está el agua de coco. La nuez se abre y la porción de fruto comestible se seca hasta un contenido de humedad inferior al 6% para evitar deterioro.

<sup>1</sup>) Informe FAO, 2012

Tabla 77: Valor nutritivo de subproductos tropicales aptos para ensilar y su uso en raciones de vacas lecheras

ALIMENTOS	Por kg. materia seca				Inclusión del alimento fresco en la dieta (kg./día)
	Materia Seca (%)	Energía Metabolizable Mcal. EM/kg.MS	Proteína Bruta (g/kg.)	Fibra Bruta FB (g/kg.)	
Orujo cervecera	22,0	1.75 8,2	260	130	5-20
Banana: pseudotronco	9,5	1.15 5,5	20	210	5-10
Banana cáscara madura	15,0	1.42 6,7	42	77	2-5
Banana rechazo maduro	30,0	2.45 11,5	54	22	2-5
Yuca, hojas	16,0	1.42 6,7	235	190	3-6
Yuca, raíz	28,5	2.66 12,5	16	52	5-15
Melaza	78,0	2.45 11,5	15	0.00	0.5-2
Fruta de pan, madura	29,8	2.30 10,8	57	49	4-8
Taro, hojas	16,0	1.32 6,2	223	114	1-2
Taro, raíz	25,0	2.80 13,2	45	20	2-5
Batata, hojas	12,0	1.23 5,8	200	145	10-20
Batata, tubérculo	30,0	2.87 13,5	70	25	5-10
Ñame, hojas	24,0	1.55 7,3	120	250	2-5
Ñame, raíz	34,0	2.87 13,5	80	25	2-5
Torta de aceitunas	45,5	0.81 3,8	40	465	2-4
Olivo, hojas	56,8	1.21 5,7	105	300	3-6
Orujo de uva	37,1	2.08 4,9	138	410	1-3
Pulpa de remolacha	19,5	1.32 9,8	91	316	hasta 20
Pulpa de tomate	22,5	1.70 8,0	215	350	hasta 15
Salvado de trigo	89,1	1.70 8,1	160	137	1-3
Fruta palma datilera	87,6	2.55 12,0	32	50	0.5-1
Pulpa de citrus	23,0	2.20 10,3	75	200	Hasta 15

MS = materia seca. EM = energía metabolizable. PB = proteína bruta. FB = fibra bruta 4,28 Megajoule (Mj) = 1 Megacaloría (Mcal) de EM



**Agua de coco:** El agua de coco se suele desperdiciar cuando las nueces se parten. El contenido de materia seca del agua de coco disminuye a medida que la nuez madura y es una fuente pobre de nutrientes cuando las nueces se cosechan para copra.

En los cocotales, a veces se da al ganado agua de coco en vez de la corriente agua potable. Al principio, tiene un efecto purgante, pero los bovinos se acostumbran pronto a ello. También se ha utilizado como sustrato para el microorganismo *Rhodotorula pilimanae* y como parte de un disolvente del semen en la inseminación artificial.

**Copra:** Residuo que se produce luego de la extracción del aceite de la pulpa de coco seca. La grasa de copra contiene pequeñas cantidades de ácidos grasos sin saturar, y su consumo produce, por consiguiente, un tocino corporal sólido y de buen sabor.

En general, suplementar con Copra a los rumiantes (leche o carne) resulta demasiado costosa, pero se ha suministrado con buenos resultados a los cerdos y a las aves de corral.

**Torta de copra:** Es el residuo de la extracción del aceite por presión mecánica.

**Harina de copra:** Cuando se utilizan solventes orgánicos para la extracción del aceite, lo que le permite un incremento en la extracción del mismo.

Es muy importante que la harina de copra no sea vieja y rancia, ya que provoca diarrea. Como en el agua se hincha considerablemente, es

preferible humedecerla antes de suministrarla en grandes cantidades.

Los animales que no están acostumbrados a este alimento, al principio se resisten algo a comerlo, pero si se introduce poco a poco en la ración, pronto empieza a gustarles. Se dice que aumenta el contenido de grasa de la leche. También afecta a la grasa de mantequilla de la leche, que tiende a endurecerse y a adquirir un sabor agradable.

La cantidad máxima inocua para las vacas lecheras parece ser de 1,5-2 kg diarios. Mayores cantidades pueden producir una manteca sebosa. Los bovinos de carne pueden consumir mucho más sin perjudicar la calidad de la canal.

La harina de coco es bastante rica en fibra, y esto limita su inclusión en las raciones para los cerdos. Según sean los otros ingredientes, se puede incluir hasta un 25% en la ración total. En las zonas donde abunda la harina de coco, y siempre que se esté dispuesto a aceptar la menor eficacia de transformación del pienso, se puede incluir hasta en un 50%. Esto produce un tocino firme en los cerdos.

**Harina "paring":** Consiste en la parte exterior del coco descascarado, que se recorta en la preparación del coco desmenuzado para consumo humano. Contiene una proteína de mayor valor biológico que la de la harina de coco, ya que no se trata térmicamente.

Estos subproductos de la copra constituyen valiosas fuentes de proteínas en los piensos, especialmente los destinados a ganado vacuno para leche (Tabla 78).

**Tabla 78:** Composición química de subproductos del Coco

	Como % de materia seca							
	MS	PB	FB	Cen.	EE	ELN	Ca	P
Agua de coco,	5.2	4.4	6.5	12.3	6.0	70.8	5.77	3.85
Copra	50.0	7.4	3.0	2.0	68.0	19.6	0.03	0.26
Harina de aceite,	93.4	20.5	26.1	7.0	0.4	46.0		
Torta Copra								
prensado sencillo,	88.7	19.5	8.5	5.4	18.4	48.2		
Torta Copra								
prensado doble,	88.2	20.0	8.3	5.9	11.7	54.1		

A comienzos del decenio de 1990, la Unión Europea impuso reglamentos más severos por los que se reducía el contenido máximo de aflatoxina B1 en los piensos destinados a ganado vacuno para leche a 5 µg/kg y el límite del contenido de aflatoxina B1 en subproductos de copra a 20 µg/kg. Esta medida puso en peligro el mercado de exportación de subproductos de copra.

Según el equipo de molienda, el producto se vende clasificado en varias categorías, con un residuo de aceite que varía entre 1-22%. El residuo del prensado hidráulico se suele vender en tortas redondas planas, pero las otras calidades se venden en grumos de color oscuro. El producto conocido con el nombre de harina de sedimento es, sin embargo, bastante distinto, ya que, en realidad, se recupera de las almohadillas filtrantes de las prensas de colado del aceite.

Como promedio, 1000 nueces producirán, aproximadamente, 180 kg de copra, y la elaboración de esta copra rinde, aproximadamente, 110 kg de aceite y 55 kg de harina; el resto es humedad evaporada y pérdidas inevitables. La capa fibrosa (cáscara) no tiene valor alimenticio. El polvo de la elaboración de las cáscaras para obtener fibras (bonote) se ha recomendado como agente portador de la melaza.

## EJEMPLOS PRÁCTICOS EXITOSOS CON MEZCLAS DE ENSILADOS

Los residuos de cosecha y los subproductos varían en cuanto a su composición y textura física, por lo que no es posible revisar en este estudio todas las formas posibles de hacer un ensilado. Se detallarán algunas de las modalidades que han tenido más éxito en la práctica. En general, para tener éxito con el ensilaje se debe recordar que:

**(i)** Los subproductos ricos en energía fermentable, como las raíces, los rechazos de bananas y los desechos de frutas, pueden ser ensilados solos.

**(ii)** Los subproductos ricos en energía y en proteínas, como el orujo y la pulpa de tomate, pueden ser ensilados solos.

**(iii)** Los subproductos ricos en fibra y con bajo contenido de energía y proteína, como los pseudotron-

cos de banano, la torta de aceitunas y el orujo de uva, es preferible ensilarlos junto con subproductos ricos en carbohidratos fermentables.

**(iv)** Nunca deben ensilarse solos subproductos ricos en proteína que tengan bajo contenido de energía fermentable, como hojas de yuca, desechos de pescado y camada de aves. Al mezclarlos con uno o varios subproductos, como raíces, rechazo de bananas, orujo de cervecería o melaza se logra un buen ensilaje que aporta una ración equilibrada.

**(v)** El agregar melaza al ensilado es optativo; es un excelente aditivo para asegurar una buena conservación y mejorar la calidad de cualquier tipo de ensilaje.

Las proporciones de cada ingrediente del ensilado dependerán de:

- La cantidad disponible de cada subproducto; y
- El tipo de animal que se debe alimentar.

Por ello un ensilaje de alta calidad que contenga una elevada proporción de ingredientes ricos en energía, como orujo de cervecería y raíces, se debe utilizar de preferencia para vacas lecheras, mientras que los ensilados con alta proporción de hojas de yuca y pseudotroncos de bananos pueden emplearse como ración de base para épocas críticas por escasez de forraje.

Se cita a continuación un ejemplo de un ensilado mixto (en % de peso fresco), que mostró excelente conservación, buen olor y bajo valor de pH (entre 3,5 y 4,5) (Tabla 79):

**Tabla 79:** nivel de MS de diferentes subproductos

Hojas de yuca trituradas	(15 %);
Raíces de yuca trituradas	(25 %);
Pseudotroncos de banano triturados	(10 %);
Orujo de cervecería	(30 %);
Camada de aves	(10 %); y
Melaza	(10 %).

Este ensilaje, cuando se distribuyó para suplir la ración de vacas de lechería en pastoreo provocó un aumento de la producción de leche bajo las condiciones de las Islas del Pacífico sur. El impacto del cambio de manejo interesó a los pequeños campesinos, que mostraron su asombro por la simplicidad con la cual podían obtenerse buenos resultados, haciendo solamente un mejor uso de los recursos forrajeros disponibles a bajo costo para mejorar su producción de leche. El hecho de que la mayoría de los campesinos que colaboraban con el proyecto vendiese buena parte de la producción de leche, demostró que al suplir las raciones con ensilaje se aumentaban los ingresos al productor.

En la Tabla 80 se presentan dos raciones

que usan el ensilaje mixto para suplementar el alimento de vacas lecheras; la ración de base la aporta ya sea la pradera pastada bajo palmas cocoteras o usando cortes de pasto elefante para animales estabulados.

En la cuenca del Mediterráneo se han ensilado exitosamente grandes cantidades de subproductos agroindustriales y residuos de cosecha como pulpa de citrus, orujo de uva, pulpa de tomate, torta de aceitunas, salvado de trigo y otros en diversas formas, como ingredientes únicos o en diferentes mezclas. Hoy día estas técnicas de ensilaje son usadas en forma muy generalizada por los agricultores y han comenzado a reemplazar algunos alimentos tradicionales incluyendo el uso de concentrados importados).

**Tabla 80:** Raciones para vacas lecheras pastando en praderas o con corte de forraje, suplidas con ensilaje

Suplemento kg/día (base fresca)	Producción de leche (kg/día)				
	5	10	15	20	25
<b>Caso 1 - Dieta base pastando praderas mejoradas bajo palmas cocoteras</b>					
Harina de copra	1	2	3	3	3
Orujo de cervecería			5	10	10
Ensilaje(1) (30% MS)		10-15	15-20	20-25	20-25
<b>Caso 2 - Dieta base pasto elefante triturado (cortes frescos)</b>					
Pasto elefante triturado	40	40	40	50	50
Harina de copra	1	2	3	3	3
Orujo de cervecería		10	15	20	25
Ensilaje(1) (30% MS)		10	15	25	25

(1) Mezcla de ensilaje tal como descrito en el texto

En otro ensayo con bovinos se comparó una ración que contenía ensilaje de remolacha azucarera y camada de aves con una ración control -pulpa seca de remolacha y concentrado con una alta proporción de harina de soja- para alimentar animales en engorde durante un período de más de 150 días. El comportamiento animal -ganancia de peso, conversión de alimento y calidad de la res- fue similar, mientras que el costo de la alimentación que empleaba el ensilaje se redujo en un 20 por ciento.

## CONCLUSION

En los países en vías de desarrollo es preciso aumentar el nivel de ingreso proveniente

de la actividad ganadera; para ello es indispensable contar con sistemas de alimentación eficaces y de bajo costo. El uso del ensilaje para conservar residuos y subproductos agrícolas, agroindustriales y de actividades pesqueras es una opción que ya ha sido probada en el terreno y que ofrece oportunidades para mejorar el nivel de ingreso de la finca agrícola y sus ganancias en las actividades comerciales. En cada país el Ministerio de Agricultura debería mantener al día un inventario con fuentes de subproductos con potencial forrajero, indicando el tipo, las cantidades disponibles, la calidad nutritiva y las épocas y lugares en que se puede tener acceso a ellos. También debería mantenerse información sobre el uso local de estos recursos y de su precio.

Si bien los agricultores pueden hacer uso de subproductos que conocen y que se encuentran disponibles en la vecindad, los servicios técnicos del gobierno deberían aportar una información más amplia para los agricultores.

Así se les podrá guiar sobre la disponibilidad de otros subproductos disponibles en cualquier región del país, sobre sus características y sobre las modalidades de uso, como parte del servicio de asistencia técnica.

Además cada país debería crear y reforzar los programas de investigación aplicada y de extensión participativa y práctica. Dichas actividades deberían incluir ensayos y demostraciones que incorporen el uso del ensilaje de subproductos dentro de las normas de manejo de alimentación animal y de gestión integrada de todas las labores de la finca. Cada tipo de sistema de alimentación animal debería ajustarse a la disponibilidad local o nacional de recursos de subproductos de valor forrajero, a los requerimientos de la masa ganadera y a los períodos críticos de escasez anual de forraje.

El desarrollo y uso del ensilaje de subproductos ofrece la gran ventaja de aportar un forraje de buena calidad en forma continuada, aún en períodos de sequía, y a un costo muy limitado. El ensilaje es una tecnología fácilmente accesible para los campesinos.

El resultado final del ensilaje puede cambiarse fácilmente por medio de una adecuada elección de ingredientes y de sus posibles combinaciones para obtener mezclas específicas. Esta flexibilidad técnica del ensilaje permite ajustar el tipo de ensilaje a distribuir, de acuerdo a las necesidades individuales de diversas clases de animales.

La expansión en el uso y adopción del ensilaje aportará beneficios inmediatos a las comunidades rurales con bajos ingresos, puesto que mejorará su nivel de entradas económicas y su seguridad alimentaria. Los beneficios para toda la comunidad nacional derivarán de un mejor acceso a buenos productos animales vendidos a precios razonables y a una disminución de la contaminación creada por el desperdicio y deterioro de grandes volúmenes de desechos en sitios públicos.

## PRODUCCIÓN DE ENSILAJE DE CAÑA DE MAÍZ DULCE

*A.B. Idris, S.M. Yusoff y A. Sharif*

*Department of Veterinary Service Malasia*

### INTRODUCCIÓN

En Malasia, la producción animal está en manos de pequeños campesinos con escaso acceso a recursos forrajeros, en general forrajes voluminosos y toscos. Con el apoyo del Departamento de Servicios Veterinarios (DVS), un mayor número de agricultores, sobretodo aquellos que cooperan con los proyectos de acopio de leche (MCC), emplea cultivos forrajeros. Considerando los riesgos de sequía y de inundaciones, la conservación de forraje puede aportar una gran ayuda al desarrollo de la producción animal de los pequeños campesinos en ciertas localidades del país.

El cultivo del maíz dulce es muy popular en Malasia. Después de la cosecha de las mazorcas, las cañas de maíz son una fuente importante de nutrientes muy apropiada como forraje para bovinos. En un estudio reciente se encontró que tenía una concentración de 9,6 por ciento de PB, valor similar al contenido de la caña cosechada a sólo 75 días de crecimiento.

El valor de ME de la caña fresca es de 7,82 MJ/kg - que se compara favorablemente e incluso supera los valores de ME de la mayoría de los pastos forrajeros actualmente usados en Malasia. Aunque este residuo de cosecha es un buen

recurso forrajero y podría usarse fresco -en pie o cortado-, el volumen de caña disponible es muy grande para ser consumida rápidamente sin que comience a deteriorarse después de la cosecha o se ocasione un gran desperdicio. En cambio, este es un material ideal para conservar como ensilaje para su uso como forraje en épocas críticas. En la actualidad se produce ensilaje de caña de maíz dulce en el estado de Terengganu, con una producción total de 120 t al año.

Desde 1996, cuando se inició la producción de ensilaje, se estima que se han producido 400 t para la alimentación del ganado de los agricultores.

La caña de maíz dulce se cosecha, en promedio, después de 75 días y se tritura dejándola en trozos de 2 cm. La caña triturada se guarda en tambores plásticos de una capacidad de 128 litros, comprimiéndola para excluir la mayor cantidad de aire posible del ensilado y facilitar rápidamente un ambiente anaeróbico para desarrollar una buena fermentación láctica. El ensilaje se puede abrir a los 30 días.

El rendimiento, medio, que puede obtenerse de caña de maíz dulce oscila entre 10 a 12 tn/ha. Los valores, promedio, de proteína bruta y el Energía Metabolizable varían entre 7 a 9,6% y 2.4 a 2.6 Mcal EMJ/kg MS, respectivamente.

## X° TRABAJO EXPERIMENTAL

### **ENSAYO COMPARATIVO ENTRE SILAJE DE CAÑA DE AZÚCAR Y DE MAÍZ EN LA PRODUCCIÓN DE HEMBRAS HOLSTEIN-FRISIAN DE REEMPLAZO**

*Palma, J.M.<sup>1,2</sup>, Reyes, J.A.<sup>1,3</sup>, y Morales, I.<sup>1,3</sup>*

*(1)PICP FMVZ – U de Colima, CUIDA – (2)U. de Colima y CUSur – (3)U. de Guadalajara*

#### **RESUMEN**

El objetivo fue evaluar la caña de azúcar y sus subproductos en la producción de hembras bovino de reemplazo, basado en un sistema de ensilado de caña de azúcar (ECA) comparado con ensilado de maíz (EM). Se utilizaron 28 terneras (becerras) de la raza Holstein-Frisian posterior al destete, con una edad promedio de  $80 \pm 16$  días y un peso inicial de  $79.5 \pm 12.9$  kg. El estadístico fue un análisis de varianza para un diseño en bloques al azar, en total se utilizaron 14 terneras (becerras) por cada tratamiento, se bloquearon por peso y se dividieron en tres grupos dentro de cada tratamiento. Cada 30 días se midió el peso

corporal o Peso vivo (PV) en kg, la altura a la cruz AC (cm), la condición corporal CC (escala de 1 a 5), la ganancia diaria de peso GDP (kg), la conversión alimentaria CA (kg), el consumo de forraje CF (kg), de suplemento CS (kg), el costo diario de alimentación CDA (u\$s/día) y total de producción (u\$s) a la pubertad y al primer servicio. Al final los animales se comportaron de la siguiente manera: CC 3.12 a y 3.66 b, GDP 0.666 a y 0.743 b kg/día, CA 7.4 a y 9.8 b, CF 3.2 y 5.3, CS 1.8 y 1.5, CDA u\$s/día 0.94 a y 1.14 b, costo de la vaquillona (vaquilla) u\$s 771,06 y 887.55 para ECA y EM, respectivamente. Presentaron la pubertad a la edad de 346.8 y 335.2 días y PC 250.6 b y 279.1 a y el primer servicio con una edad de 441.1

y 430.1 días y PC 313.6 y 332.6; con 1.1 y 1.3 servicios/gestación y 92.8% y 78% de gestación al primer servicio para ECA y EM, respectivamente. El sistema de alimentación basado en ensilaje de caña de azúcar permite una ganancia diaria, comportamiento reproductivo y económico rentable comparado con el ensilaje de maíz, por lo cual, se plantea como una alternativa para el desarrollo de hembras de bovino de reemplazo.

## INTRODUCCIÓN

En las condiciones actuales en donde el alto precio de los insumos (cereales y harinas proteicas) encarecen los sistemas de alimentación, los subproductos agrícolas y agroindustriales son una alternativa importante para hacer competitiva la ganadería bovina. En este contexto, la caña de azúcar puede desempeñar un papel fundamental como forraje en la alimentación animal, obtenido como residuo del proceso de la zafra ó en el empleo de suplementos activadores de rumen (SAR) basados en melazas, como posibles soluciones para el desarrollo de reemplazos lecheros.

## MATERIALES Y MÉTODOS

- Lugar del experimento:  
Se realizó en el Rancho Agropecuario "Dos Pivotes" en el Municipio de Zapotlán (México).
- Duración: 470 días  
(septiembre 2006 - diciembre 2007).

### Animales y manejo sanitario

Se utilizaron 30 terneras (becerras) de la raza Holstein-Fresian con una edad inicial promedio de  $80 \pm 16$  días de edad y peso vivo en promedio de  $79.5 \pm 12.9$  kg., se finalizó con 28 terneras que se eliminaron por problemas respiratorios.

Cada 30 días se midió el peso corporal PC (kg), la altura de la cruz AC (cm) con una regla vertical metálica de 1.5 metros, la condición corporal CC escala de 1 a 5, la ganancia diaria de peso GDP (kg), el consumo de forraje CF, de suplemento CS, así como el costo diario de la alimentación CDA, costo por etapas y costo de la

vaquillona, durante un período de 470 días. Los animales fueron desparasitados con ivermectina y vacunas contra un complejo respiratorio.

### Sistema de alimentación

- Silaje de maíz (Zea mays)
- Rastrojos de maíz
- Heno de grama rodees (Choris gayama)
- Concentrado comercial al 16.5% PB
- Silaje de caña de azúcar (Saccharum officinarum)
- Suplemento activador del rumen (SAR)

### Tratamientos

- **Tratamiento 1 (control):** Silaje de Caña de Azúcar + SAR
- **Tratamiento 2:** Silaje de Maíz + Rastrojo de Maíz + Heno de Grama Rodhes + Concentrado Comercial 16.5% PB.

**Tabla 81:** Composición del suplemento activador del rumen(SAR), % MS

Ingredientes	% MS
Cal apagada	4.40
Cemento	1.10
Harina de alfalfa	14.90
Harina de Soya	9.90
Sulfato de amonio	0.40
Urea	4.40
Harinolina	5.02
Maíz molido	17.20
Melaza	21.10
Harina de pescado	4.10
Sal común	1.70
EM (Mcal/kg MS)	2.60

A partir de los nueve meses de edad de las terneras fueron observadas durante varias fases del día (mañana, medio día, tarde y noche) con el fin de monitorear señales de inicio de la actividad sexual (pubertad).

## RESULTADOS

En la Tabla 82 se anotan los valores promedios de los alimentos en cuanto a su composición química.

En la Tabla 83, 84 y 85 se describen el comportamiento productivo, composición de la dieta y consumo, respectivamente.

**Tabla 82:** Composición química (% MS)

Ingredientes	Silaje de Caña de azúcar	Silaje de maíz	SAR	Concentrado comercial	Rastrojo de maíz	Grana Rhodes
MS	28.37	28.00	90.00	88.00	94.00	92.50
PB	8.73	8.54	27.20	16.50	4.50	2.70
FDN	61.63	67.25	0.0	0.00	76.00	82.39
pH	4.07	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00
EM	2.04	2.30	2.30	2.50	1.90	1.80

MS: Materia Seca, PB: Proteína Bruta, FDN: Fibra Detergente Neutro, pH: nivel de acidez, EM: Energía Metabolizable /kg MS, SAR: Suplemento Activador del Rumen

**Tabla 83:** Comportamiento productivo del ensayo

Ingredientes	Silaje de Caña	Silaje de maíz	EEM	P
Número de terneras	14	14		
Edad inicial (días)	81.20	79.30	4.48	0.67
Edad final (días)	471.20	469.30	4.48	0.67
Peso vivo inicial (kg)	78.75	80.17	4.88	0.77
Peso vivo final (kg)	337	366.52	20.15	0.16
Altura inicial (cm)	88.35	87.52	1.52	0.59
Altura final (cm)	126.57	128.52	1.87	0.19
CC inicial	2.92	2.30	0.06	0.86
CC final	3.12 b	3.66 a	0.08	0.001
GDP (kg)	0.666	0.743	0.09	0.25
Costo de la alimentación (u\$s/día)	9.39 a	11.43 b	0.19	0.001

Letras distintas en fila significa diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) Prueba de Tukey

EEM: Error Estándar de la Media CC: Condición Corporal (escala de 1 a 5) P: Valor de probabilidad

GDP: Ganancia Diaria de Peso

**Tabla 84:** Composición en kg y % de los ingredientes de cada tratamiento

Período (días)	SILAJE DE CAÑA DE AZÚCAR				SILAJE DE MAÍZ			
	80 - 350		351 - 470		80 - 350		351 - 470	
	MS	%	MS	%	MS	%	MS	%
SCA	2.3	56.0	4.1	70.0				
SAR	1.8	44.0	1.8	30.0				
SM					3.2	59.3	5.3	64.6
RM					0.2	3.8	0.5	6.1
HGR					0.3	5.5	1.1	13.5
CC					1.7	31.4	1.3	15.8
Consumo Total	4.1	100.0	5.9	100.0	5.4	100.0	8.2	100.0

Referencias:

SCA: Silaje de Caña de Azúcar SM: Silaje de Maíz SAR: Suplemento Activador del Rumen

RM: Rastrojo de Maíz HGR: Heno de Grana Rhodes CC: Concentrado Comercial 16.5%

**Tabla 85:** Consumo y eficiencia de conversión por etapas

Ingredientes	Caña de Azúcar	Maíz	EEM	P
<b>1º Etapa: 80-350 días</b>	81.0	97.6	3.060	0.079
Consumo (g MS/kg PV0.75)	2.3	3.4	0.267	0.078
Índice de Consumo(%)	6.2	6.8	0.205	0.086
Eficiencia de conversión(kg alimento/kg GDP)				
<b>2º Etapa: 351 - 470 días</b>	86.8b	108.7a	1.172	0.001
Consumo (g MS/kg PV0.75)	1.9b	4.8a	0.642	0.001
Índice de Consumo(%)	8.7b	12.9a	0.161	0.001
Eficiencia de conversión(kg alimento/kg GDP)				

Letras distintas en fila significa diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) Prueba de Tukey

EEM: Error Estandar de la Media P: Valor de probabilidad

g MS/kg PV0.75 : gramos de materia seca/kilo de peso metabólico

## CONCLUSIONES

El uso de caña de azúcar u de sus subproductos mediante la estrategia de ensilado de caña de azúcar más un suplemento estratégico (SAR)

hizo posible un esquema biológica y económicamente competitivo para el desarrollo de terneras (becerras) en la ganadería lechera comparado con el sistema basado en silaje de maíz.

## XIº TRABAJO EXPERIMENTAL

### **ALIMENTACIÓN DE BOVINOS CEBÚ CON ENSILADO DE MEZCLAS DE BANANO DE RECHAZO Y RÁQUIS EN DIFERENTES PROPORCIONES**

De la Cruz-Hernández, J.C y Gutierrez-Fernández, G.A<sup>1</sup>

Adaptado de: Revista Avances en Investigación Agropecuaria vol 10 n° 3 (septiembre-diciembre 2006) PP.29-39.

Universidad de Colima, México

## RESUMEN

Con el propósito de evaluar el comportamiento productivo de bovinos consumiendo ensilado de mezclas de banano de rechazo con fruta y raquis en diferentes proporciones, se realizó una prueba de alimentación "a corral" con 12 bovinos cebú comercial, machos, enteros, con un peso promedio de 168

±17 kg. a los que se les asignó, de manera aleatoria, cada uno de los siguientes tratamientos: I) ensilado con 50% banano y 50% raquis; II) ensilado con 75% banano y 25% raquis; y III) un grupo testigo con zacate Taiwán o Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*). Los animales recibieron, además, 1.1 kg de pasta o harina de soya como fuente proteica y 50 gr. De una premezcla comercial de minerales y sal co-

(1) Profesores-Investigadores de la División Académica de Cs Agropecuarias. Universidad Autónoma de Tabasco (México)



mún. La prueba tuvo una duración de 120 días (1° de mayo al 28 de agosto de 2005), más un tiempo de adaptación de 15 días, período en que las dietas se ofrecieron a voluntad (ad libitum). Los animales fueron pesados cada 30 días y se les llevó diariamente el control de consumo de alimentos. Las mejores ganancias diarias de peso ( $P < 0.05$ ) 1.1 y 1.2 kg/cabeza/día, correspondieron a los tratamientos 1 y 2 respectivamente (ambos consumieron ensilado). El consumo de alimentos base húmeda no presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, sin embargo, el consumo base seca fue mayor ( $P < 0.05$ ) el tratamiento con ensilado banano-ráquis 75:25 comparado con el de 50:50 (6.43 vs 4.30 kg MS/cab/día).

## INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales existe un enorme potencial de producción de biomasa vegetal, observándose que sus suelos permiten el desarrollo de especies altamente especializadas en la acumulación de energía, tales como: el banano, la caña de azúcar, la yuca y otras raíces y tubérculos (Prestón 1995).

La conservación por medio del ensilado comprende una acidificación de la masa que bloquea la acción proteolítica de las enzimas vegetales, que se manifiestan desde el corte del forraje, inhibiendo con ello el crecimiento microbiano benéfico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

• **Lugar del ensayo:** Corrales de la Universidad Autónoma de Tabasco, México.

• **Animales:** 12 bovinos cebú comercial, machos, enteros, con un peso promedio de  $168 \pm 17$  kg.

• **Duración:** 120 días (1° de mayo al 28 de agosto de 2005), más un tiempo de adaptación de 15 días, período en que las dietas se ofrecieron a vo-

luntad (ad libitum).

• **Dietas:** Ensilado de mezcla de banano de rechazo y ráquis, en diferentes proporciones + 1.1 kg/cabeza/día de pasta o harina de soya + 50 gr. De una premezcla de minerales y sal común. El testigo consumió pasto zácate Taiwán o Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*).

## Tratamientos

**I:** Ensilado con 50% de banano y 50% de ráquis + 1.1 kg/cabeza/día de pasta o harina de soya + 50 gr. De una premezcla de minerales y sal común.

**II:** Ensilado con 75% de banano y 25% de ráquis + 1.1 kg/cabeza/día de pasta o harina de soya + 50 gr. De una premezcla de minerales y sal común.

**III:** Pasto: zácate Taiwán o Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) + 1.1 kg/cab./día de pasta o harina de soya + 50 gr. De una premezcla de minerales y sal común. (tratamiento testigo)

• **Diseño estadístico:** Diseño completamente aleatorizado o al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Cada animal fue una repetición (unidad experimental).

• **Mediciones:**

\* Ganancia diaria de peso: pesadas cada 30 días

\* Consumo de alimentos (Base húmeda u seca): por diferencia entre ofrecido y rechazado.

## RESULTADOS

En las Tablas 86, 87 y 88 se presentan la característica de los alimentos y la respuesta productiva y los consumos de alimentos, respectivamente.

**Tablas 86:** Contenido de materia seca (MS) y proteína bruta o cruda (PB) en %.

	I Ensilado 50:50 (banano:ráquis)	II Ensilado 75:25 (banano:ráquis)	III Zácate Taiwan
Materia seca	16.61	26.94	24.0
Proteína bruta o cruda	4.38	3.63	7.70

**Tabla 87:** Comportamiento productivo

	I Ensilado 50:50 (banano:raquis)	II Ensilado 75:25 (banano:raquis)	III Zácate Taiwan	EEM
Peso inicial (kg/cabeza)	168.25 a	176.00 a	160.88 a	5.13
Peso final (kg/cabeza)	305.00 a	322.38 a	241.50 b	11.76
Ganancia de peso total (kg/cabeza)	136.75 a	146.38 a	80.63 b	9.74
Ganancia diaria de peso (kg/cabeza/día)	1.14 a	1.22 a	0.670 b	0.08

Valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tuckey  $P < 0.05$ ) EEM: Error Estandar de la Media

**Tabla 88:** Consumos de alimentos

	I Ensilado 50:50 (banano:raquis)	II Ensilado 75:25 (banano:raquis)	III Zácate Taiwan	EEM
Consumo base húmeda (kg/cabeza)	25.93 a	23.88 a	23.26 a	0.93
Consumo base seca (kg/cabeza)	4.31 b	46.43 a	5.5 ab	0.33

Valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tuckey  $P < 0.05$ ) EEM: Error Estandar de la Media

## DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo indican que el empleo de ensilado de banano-ráquis en las proporciones propuestas 50:50 y 75:25, permiten mejores ganancias de peso en bovinos en crecimiento, en comparación con el uso de Pasto Zácate Taiwan o Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*). Ello puede deberse a que ambos ensilados son ricos en carbohidratos no estructurales solubles (CNES), derivados principalmente del banano, que además, proporciona energía derivada de su contenido de almidón.

Este aumento en el nivel de energía suplementaria, tiende a mejorar la digestibilidad de

la materia seca, lo cual está relacionado, principalmente, con la cantidad y tasa de digestión de los carbohidratos en el rumen y con la disponibilidad de una fuente nitrogenada apropiada para el crecimiento de los microorganismos del rumen (Hoover y Stokes, 1991).

## CONCLUSIÓN

En empleo de ensilado de banano -ráquis en las proporciones 50:50 y 75:25 permiten ganancias diarias de peso superiores a 1kg diaria en animales en crecimiento en comparación con el Pasto Zácate Taiwan o Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*).

# UTILIZACIÓN DE LA YUCA O MANDIOCA EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Gómez Galeano, M<sup>1</sup>

## GENERALIDADES

La Yuca o Mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) es una planta tropical originaria de la Amazonia Americana, cultivada extensamente por los aborígenes y difundida como alimento humano por los conquistadores a Asia y Africa tropical.

Es una planta tuberosa de la familia amiláceas, cuya raíz aporta gran cantidad de almidones y su follaje puede alcanzar cerca del 24% de proteína bruta y un alto nivel de lisina (7.08%), aminoácido esencial y limitante para el bovino para carne y leche, incluso contiene niveles superiores a los que puede tener la harina de Soja o Soya (5.9%) (Savon 1998).

La Yuca o Mandioca se clasifican en “dulces o amargas” (Alarcón et al 1998). La mayoría de las “dulces” son para consumo humano y no presentan toxicidad, el nivel del ácido cianhídrico (HCN) es alrededor de 20 partes por millón (20 miligramos por kilo). Mientras que las “variedades amargas” pueden contener 50 veces más de HCN que las dulces, aunque estas variedades dulces por exceso de nitrógeno o falta de potasio en el suelo pueden volverse amargas (Buitrago 1999).

Es un cultivo con altísima tolerancia al estrés biótico (Plagas y Enfermedades), se siembra por estacas al comenzar las lluvias y se recoge entre 7 y 9 meses después coincidiendo su cosecha con la escasez de alimento que se presenta en la época de sequía (para Colombia).

La producción de raíces en Colombia fluctúa entre 12 a 50 toneladas por hectáreas dependiendo de la zona, la variedad y manejo agronómico.

## TOXICIDAD

Las variedades amargas sin ser procesadas o altos niveles de Yuca fresca de variedades dulces que no se conozca el nivel de HCN, pueden producir intoxicación.

El mecanismo de intoxicación es el siguiente:

**1.** La destrucción por la masticación de la Yuca liberan las sustancias **Linamarina** y **Latoustralina** contenida en la célula de la planta, la linamarina en presencia de la linamarasa liberan Cianohidrina y este libera HCN (Tewe 1985).

**2.** Una parte de este HCN se volatiliza y puede ser expulsado por los gases de la rumia y otra parte es absorbida y pasa al torrente sanguíneo convirtiéndose parte en tiocianato que es un compuesto mas fácil de eliminar y de menos toxicidad.

**3.** Otra parte forma complejos con los glóbulos rojos y bloquean la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre, si el HCN ingerido fue mayor de 2 miligramos por kilogramo de peso corporal puede ser causa de muerte (Tewe, 1985).

Se debe considerar que niveles altos de HCN aunque no lleguen a producir sintomatología de intoxicación pueden inhibir la debida absorción de carbohidratos y proteína (Tewe, 1985).

En caso de intoxicación el tratamiento es suministrar vinagre vía oral o tío sulfato de sodio o nitrato de sodio inyectado.

## TRATAMIENTO PARA REDUCIR LOS NIVELES DE ÁCIDO CIANHÍDRICO

Existen varios métodos para liberar el HCN que esta contenido dentro de las células de la planta de yuca y de esa forma reducir los efectos de toxicidad:

**1.** Primero: hay que picar o triturar la Yuca para que se active la enzima **linamarasa** que libera el HCN, gran parte de este ácido cianhídrico se volatiliza.

**2.** Segundo: se debe mezclar la Yuca macerada con agua. Posteriormente, al someter a la Yuca a procesos de secado, lavado, fermentación o cocción

(1) Médico Veterinario Zootecnista, Colombia

se reducen los niveles de HCN hasta en un 90% para su utilización sin problemas (Tewe, 1985).

### **Aporte de la raíz**

La raíz de Yuca es de alta aceptación por los animales. El contenido de materia seca es de alrededor del 35% (Buitrago 1999), del cual el 80% es almidón que aporta energía al animal.

El 5% de este almidón escapa a la fermentación ruminal "by pass" (Preston et al 1999), aportando glucosa, el resto sirve como sustrato altamente fermentable contribuyendo al incremento de proteína bacteriana y producción de ácidos grasos volátiles en el rumen.

### **Aporte del follaje**

El follaje cortado a los 90 días de rebrote, también, es muy aceptado por los animales tanto en época lluviosa como en sequía.

El nivel de materia seca puede alcanzar el 18%. Mientras que el contenido proteico está alrededor del 24% (Preston 1999). De este nivel proteico; el 32% es sobrepasante o by pass, el resto se fermenta en el rumen. El perfil de aminoácidos esenciales es adecuado, con excepción de metionina.

Tanto los niveles de Fibra Detergente Neutro (FDN) como de Fibra Detergente Acido (FDA) son muy adecuados, 32 y 27%, respectivamente (Preston 1999). Con un nivel de taninos condensados del 3% base MS, el cual tiene efecto antihelmíntico, es decir, produce una reducción tanto del nivel de larvas de parásitos gastrointestinales como de la postura de huevos de dichos parásito.

Además se ha reportado en Tailandia que la leche de las vacas que consumen heno de Yuca puede retardar su deterioro, es decir, se reduciría el desarrollo de los microorganismos causantes de la descomposición de la leche, entre 8 y 24 horas, (Wanapat citado por preston 1999) debido a niveles tolerables de tiocianato endogeno segregados en la leche; al oxidarse los iones de Tíocianato por la enzima Lactoperoxidaza, en presencia de Peroxido Hidrogeno, se eliminan las bacterias

que se encuentran en la leche. Esto constituye un mecanismo natural en el organismo humano y sus componentes aparecen en altas concentraciones en la saliva, jugo gástrico y la propia glándula mamaria (Ponce et al 2000).

### **Aporte de la zoca**

La zoca de Yuca es un recurso fibro-proteico, compuesto por el tercio superior de la planta incluyendo tallos blandos alrededor del 12% de proteína y un 6 % de proteína en los tallos duros, además posee un 35% de FDN.

## **FORMAS DE SUMINISTRO**

### **Raíz de Yuca o Mandioca fresca**

- Se puede suministrar hasta 6 kilos de raíz fresca/cabeza/día (con niveles de 70 mg de HCN/kg. de raíz) en época de sequía, sin que los ganados presenten problemas. Además se puede suministrar la planta entera: tallo, hoja, raíz.

- En un trabajo realizado en la Finca el Guarumo (Sahagún Colombia) con terneros mamonos Holstein criados artificialmente con 4 litros de leche/animal/día y 1kg de maíz molido/animal/día, minerales y pasto a voluntad. Se reemplazó el 70% del maíz por 4 kg./animal/día de yuca integral fresca (Hojas, Tallos, Raíz). Posterior al cambio en la dieta se produjo una mejora significativa en los primeros 15 días en su condición corporal y en el brillo del pelaje, mejorando su adaptación a las condiciones de trópico bajo.

### **Raíz de Yuca seca**

- Tiene una alta aceptación en cualquiera de las formas que se suministre (rodajas chips, o Harina) tanto en épocas de lluvias como en sequía. Durante la época seca, se ha utilizado como reemplazo del forraje faltante. Entre unos de los ejemplos se puede citar el resultado obtenido en la Finca La Zorra (Gallo Crudo, Córdoba, Colombia), donde los novillos pasaron de ganar 200g/día a 780g/día; consumiendo 2.5 Kg./animal/día, mas bloque de melaza obteniéndose un balance económico positivo.

- Otro ejemplo fue el ocurrido en la Finca Escocia (Montería, Colombia) donde se utilizó la Yuca en todas las modalidades. En este caso se usó Yuca en una alta proporción de la dieta (50% de la dieta básica) + pasto estrella con vaquillonas o vaquillas F1 Simmental / Cebú confinadas, las que tuvieron una ganancia diaria de peso (GDP) de 600g/día.

### **Zoca de Yuca**

- Para las épocas de sequía, se lograron ganancias de peso de 550 gramos diarios y una mejora en los servicios por concepción de un 25% con relación a otros años. La dieta estaba conformada por más de 10 kg/animal/día con zoca de Yuca (clon 1433-4) cuyo contenido de HCN de 45mg/kg./soca fresca, además, por una suplementación de Caña de azúcar a voluntad + 1.4kg. de semilla de algodón/animal/día + bloque melaza urea al 10%.

### **Forraje de Yuca**

- Se debe picar y dejar orear un día antes. De esta forma se logra una muy buena aceptación por los animales, incluso suministrado al libitum a terneros y a vacas paridas.

### **Heno de Yuca**

- Otra forma de suministro es el heno de Yuca que, también, tiene una buena aceptación por los animales pero inferior que el forraje oreado.

- Hay varias formas de producirlo:

**a)** Secando al sol los tallos y las hojas (Wanapat 2001)

**b)** Secar los chips de raíces de yuca. Con este método se obtuvo un mejor resultado. Consiste en extender en carpas o lonas de polietileno negro y depositar los chips; en el caso del forraje se pica y se deposita con una densidad de 8 kg./m<sup>3</sup> y en caso de lluvias simplemente se doblan los pliegues de la carpa y así se protege el material de la lluvia. Cuando el porcentaje de humedad alcanza alrededor del 12% se encuentra en condiciones de ser utilizado o conservado. En términos prácticos, el follaje estaría en esas condiciones cuando crepita como papa frita o Hoja seca.

### **CONCLUSIONES**

- Es un cultivo que tolera condiciones adversas.
- La yuca se puede suministrar de muchas formas.
- Es de alta palatabilidad y de fácil suministro.
- Manejando el HCN deja de ser una limitante.
- Aporta gran cantidad de engría y proteína.
- El cultivo es de aprovechamiento integral y no exige tecnología costosa.
- El follaje aporta muy buen nivel de lisina.
- Es uno de los mejores recursos para optimizar la microflora ruminal.

# CAPÍTULO III

## SUBPRODUCTOS (RESIDUOS) DE ORIGEN ANIMAL

### SUBPRODUCTOS DE LA AVICULTURA

#### CAMA DE POLLO O POLLINAZA O GALLINAZA

La cama de pollo (CP) es, quizás, uno de los más utilizados en los sistemas ganaderos cercanos a los establecimientos avícolas, tanto en el País como en el extranjero.

La composición química de la CP varía con el material utilizado como cama (aserrín, viruta, cáscara de arroz, girasol, paja, plumas, etc), al tipo de actividad (engorde o postura) y al manejo de los galpones (número de crianzas que realizan sobre ellas). Los niveles de proteína bruta son muy variables (10 al 32%), de los cuales el 50 al 60% está en forma de NNP, donde el ácido úrico proveniente de las deyecciones enriquece el nivel proteico de la CP (Forraje Journal, 1997).

Además, y en término general, su contenido energético medio no es nada despreciable (2.18 Mcal EM/Kg de MS), siendo el contenido de fibra uno de los elementos que más puede fluctuar, entre 13 al 40%, con relación al material usado en la cama.

Preferentemente, se emplea CP de criaderos de pollos parrilleros o "Broiller" en lugar de po-

llos para huevo (gallinaza), por los peligros de contaminación por antibióticos, y riesgos de botulismo y salmonelosis, latentes en estos últimos.

La proporción en la dieta para ganado de carne puede incluir hasta un 40% de CP permitiendo una buena ganancia de peso. Mientras, que en vacas lecheras oscila entre un 10-15 al 25-30% para vacas de alta producción (>25kg/d) a animales de producciones bajas (< 20 kg/d), respectivamente.

En Argentina, se han obtenido resultados muy satisfactorios, tanto en leche como en carne. Entre ellos, se destaca el realizado en la EEA de INTA Pergamino, por el equipo integrado por el Ing. Josifovich (Josifovich, 1994), quienes realizaron un trabajo con novillitos de razas británicas de 152 kg p.v. (inicial), saliendo al cabo de 152 días con 272 kg de p.v. El ensayo consistió en evaluar 4 dietas compuestas por grano de maíz y cama de pollo o Pollinaza en distintas proporciones (T1) 80 y 20, (T2) 60 y 40, (T3) 40 y 60 y (T4) 20% y 80%, respectivamente (Tabla 89).

En todos los casos, los animales tenían acceso a una pastura vieja (600 kg MS/día de disponibilidad).

Los resultados se resumen en la Tabla 89.

**Tabla 89:** Ensayo con grano de maíz y cama de pollo

Tratamiento	Consumo (raciones/día) (1)	ADPV (kg)	Ef. de conversión (kg alimento /kg ADRV)
1	7.7	1.019	8.5:1
2	7.1	0.830	8.6:1
3	6.9	0.743	10.6:1
4	6.8	0.581	15.9:1

(1) Una ración equivale a 18.5 Mcal EM. Fuente: Josifovich (1994)

En este trabajo, no se observó ningún trastorno digestivo ni metabólico, aún con altas ingestas de CP, alcanzando en los tratamientos 1 y 2 un buen estado corporal.

Como se anticipara anteriormente, dentro de los aspectos negativos que puede llevar el uso de CP está la posible presencia de contaminantes químicos (anabólicos, antibióticos, etc) y biológicos (especialmente, Salmonella). Según la

bibliografía se puede reducir los riesgos de patógenos y mejorar su palatabilidad al ensilar la CP, incluso en algunos Países la mezclan con maíz picado en distintas proporciones, alcanzándose valores de hasta un 45% de MS. Este tipo de silaje mezcla mejora el aprovechamiento de la CP y el nivel proteico del silaje de maíz.

En la tabla 90 se presentan la composición media de una pollinaza o cama de pollo.

**Tabla 90:** Composición media de minerales de una cama de pollo o pollinaza (%)

Calcio	Fósforo	Magnesio	Sodio	Potasio	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	Cobalto
3.01	1.87	0.16	0.47	1.82	0.08	250	154	112	7 ppm
						ppm	ppm	ppm	

Dentro de los minerales presentes en la pollinaza o cama de pollo, sin duda el más importante y valioso es el fósforo. Este mineral se encuentra en forma asimilable para los rumiantes. La importancia del fósforo de la pollinaza es doble: fisiológica y financiera. En la fisiología del animal, participa en casi todos los procesos de la utilización de la energía.

Otros minerales muy abundantes en la pollinaza son: el cobalto, el cobre y el manganeso.

La elevada presencia del cobre resulta ser desventajosa, únicamente en el caso de la alimentación de ovinos. Estos animales son muy susceptibles a intoxicarse con este mineral.

## XII° TRABAJO EXPERIMENTAL

### **COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN CON CAMA DE POLLOS SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN BOVINOS**

*Jacqueline Saddy, Jorge Combellas, Merbis Tesorero y Leopoldo Gabaldón.  
Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela.*

#### **RESUMEN**

Se realizó un experimento con la finalidad de evaluar la influencia de dos sistemas de alimentación con cama de pollos sobre el levante de bovinos de doble propósito. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado para comparar tres tratamientos: 1) La oferta a voluntad en confinamiento

de un concentrado con 50% de cama de pollos más un pastoreo restringido durante 3 horas de *Cynodon lemfuensis* (CC1), 2) Pastoreo durante 21 horas más la oferta de 4 kg del mismo concentrado durante 3 horas en corrales (PC1), y 3) Un concentrado donde en lugar de cama de pollos se ofreció germen de maíz extraído y minerales (PC2). Se utilizaron 12 hembras y 9 machos de 220 kg de peso inicial promedio, balanceados en-

tre los tratamientos por sexo y peso, y la experiencia duró 80 días. En los tratamientos CC1, PC1 y PC2 las ganancias diarias de peso (GDP) fueron de 0,99; 0,68 y 0,80 kg/día, respectivamente ( $P < 0,01$ ) y los consumos de concentrado fueron de 8,0; 2,1 y 2,1 kg MS/día, respectivamente ( $P < 0,01$ ). Los dos últimos consumos fueron sólo el 58% del ofrecido y a ese nivel no difieren las GDP de los animales consumiendo sin o con 50% de cama de pollos. Las respuestas en GDP en términos proporcionales al incremento en el consumo de concentrado en el tratamiento CC1 fue de 50 g por kg de concentrado, al compararla con las ganancias del tratamiento PC1, que recibió igualmente cama de pollos. En base a esta experiencia podría sólo justificarse en explotaciones con limitaciones para producir pasto y con una disponibilidad abundante y a bajo costo de la cama de pollos y otros subproductos de la molinería, tales como las explotaciones mixtas aves-bovinos.

## INTRODUCCIÓN

La cama de pollos es un subproducto de la industria avícola, cuya utilización se ha generalizado en los sistemas de levante y ceba ubicados en las cercanías de las explotaciones de aves de engorde.

Es una fuente con alta concentración de nitrógeno no proteico y otros elementos, pero también tiene un alto contenido de fibra y un bajo valor energético (Garmendia y Berrizbeitia, 1999).

A pesar de esta última restricción, se emplea en estos sistemas como un componente importante de la dieta, compensando las bajas respuestas en ganancias de peso con su bajo costo, y siendo muy variables sus estrategias de uso (Combellas y Álvarez, 2001).

Los escenarios pueden variar en función de la disponibilidad de pasto u otros recursos fibrosos, y de la disponibilidad y precio de la cama de pollos y otros ingredientes del concentrado. En los sistemas mixtos aves-bovinos, en los cuales se dispone de abundante cantidad de este recurso a bajo costo, es frecuente su oferta a voluntad en mezcla con otros ingredientes a animales confinados o semi-confinados con pastoreo restringido. En explotaciones con mayores limitaciones de acceso a la cama de pollos, es más común limitar su oferta y hacer un mayor uso del pasto.

El presente trabajo tuvo la finalidad de comparar estas dos estrategias sobre la ganancia de peso en bovinos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, Maracay, durante 80 días de la estación lluviosa, en los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2000, con una precipitación mensual de 180, 262 y 78 mm y una temperatura media mensual de 22,9; 24,7 y 25,5 °C para los meses mencionados (INIA, Unidad de Agroclimatología).

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado para comparar los tres tratamientos que se describen a continuación:

**Tratamiento CC1:** se ofreció en confinamiento una mezcla (C1) de 50 % cama de pollos y 50 % de afrechillo de trigo a voluntad, permitiendo un rechazo de 1 kg, y se realizó un pastoreo restringido de 3 horas, entre las 07:30 h y las 10:30 h.

**Tratamiento PC1:** se ofrecieron en confinamiento 4 kg/día de la misma mezcla del tratamiento anterior (C1) entre las 07:30 h y las 10:30 h y los animales pastorearon sin restricciones durante el resto del día.

**Tratamiento PC2:** se ofrecieron 4 kg/día de una mezcla (C2), que contenía 45% afrechillo de trigo, 45% de germen de maíz extraído de aceite, 8% de mezcla mineral y 2% de sal común, entre las 07:30 h y las 10:30 h y los animales pastorearon durante el resto del día.

Se utilizaron 21 animales *Bos indicus* x *Bos taurus*, 12 hembras y 9 machos, de 220 kg de peso inicial promedio, los cuales se balancearon entre los tratamientos por sexo y peso y se alojaron durante los períodos de confinamiento en corrales individuales semi-techados de 12 m<sup>2</sup>, con un comedero de concreto y agua disponible a voluntad.

El pastoreo se realizó en 6 potreros de *Cynodon lemfuensis* de 2.500 m<sup>2</sup> cada uno, con una rotación de 10 días de ocupación y 38 días de descanso. A los potreros se les pasó una rotativa antes de iniciar el ensayo y se fertilizaron con el equivalente a 200 kg/ha de urea.



La condición corporal se evaluó al final del ensayo en una escala de 1 a 5 (Edmonson et al., 1989) y los animales se pesaron al inicio del ensayo y luego cada 7 días hasta finalizar el experimento en una balanza Bizerba modelo Ov con 0,5 kg de precisión. La biomasa presente en los potreros fue estimada una vez al mes lanzando seis marcos de 50 cm x 50 cm antes del pastoreo de uno de los potreros.

Las muestras fueron pesadas, mezcladas por períodos mensuales, secadas a 65°C en una estufa de aire forzado, molidas a través de una criba de 1 mm y almacenadas para su posterior análisis. Muestras mensuales del pasto y los concentrados se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía para analizar los contenidos de proteína cruda y cenizas (AOAC, 1984), fibra de tergente neutra (Goering y Van Soest, 1970), calcio (Fick et al., 1979) y fósforo (Harris y Popat, 1954).

Los efectos de los tratamientos sobre los consumos por día y por cien kilogramos de peso

se sometieron a un análisis de variancia. Las ganancias de peso se calcularon por regresión lineal del peso en el tiempo.

Las medias de las variables analizadas se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Duncan. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete Statgraphics Plus, versión 2.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento se realizó en la época lluviosa y la biomasa presente de forraje fue alta, variando entre 3.680 y 5.110 kg MS/ha en los muestreos realizados.

Su composición química se muestra en la Tabla 91, siendo los valores promedios de la parte aérea, 9,4% de proteína cruda, 0,59% de calcio y 0,45% de fósforo, similares a los obtenidos en los rangos de los pastos tropicales (Minson, 1990).

**Tabla 91:** Composición química de los alimentos utilizados (%)

		PB	FDN	Cenizas	Calcio	Fósforo
Pasto	Agosto	9.9	69.7	10.4	0.47	0.42
	Septiembre	11.4	64.6	14.9	0.67	0.50
	Octubre	7.9	73.3	9.4	0.52	0.42
Concentrado	C1	18.8	47.8	20.3	1.83	1.80
	C2	19.4	46.2	19.0	1.83	1.47

Los animales bajo régimen de pastoreo durante 21 horas diarias sólo consumieron el 58 % de los 4 kg/día de concentrado ofrecidos y no se observaron diferencias entre las ingestiones de los concentrados C1 y C2 (Tabla 91), a pesar de no contener este último cama de pollos.

En distintas experiencias en las cuales se han ofrecido las mezclas a voluntad y porcentajes variables de cama de pollos, se ha observado que los consumos de concentrado están inversamente relacionados al contenido de cama de pollos (Brosch et al., 1993; Nouel y Combellas, 1999; Gerig et al., 2000).

La ausencia de diferencias entre las mezclas con y sin cama de pollos, indica que factores distintos a la composición de ellas, tales como limi-

taciones físicas al consumo y el restringido tiempo de la oferta, asociados al manejo animal implantado pueden explicarlas. Los animales en estos dos tratamientos permanecieron en los potreros durante el amanecer y en ese período ocurre el principal pico de consumo de los bovinos en pastoreo (Forbes, 1995).

Inmediatamente después, a las 07:30 h, fueron confinados en los corrales y se les ofreció el concentrado, pudiendo haber limitado su consumo por la ingestión de pasto durante el pastoreo previo.

El consumo de concentrado de los animales confinados durante 21 horas y con oferta a voluntad de la mezcla con cama de pollos fue alto, de 8 kg MS/día, y contrasta con los 2,1 kg/día de los otros dos tratamientos con restricción en su oferta.

La ingestión diaria expresada por 100 kg de peso (P) fue de 3,0 kg (Tabla 92), valor que no incluye el pasto consumido durante el pastoreo restringido, resultando mayor al obtenido en otras experiencias similares. Nouel y Combellas (1999) obtuvieron consumos de concentrado de 2,0 y 2,2

kg/100 kg P con animales de peso similar, pero las mezclas tenían un nivel mucho mayor de cama de pollos (80%), y Gerig et al. (2000) obtuvieron consumos de 2,45 kg/100 kg P con 40% de cama de pollos en animales de mayor peso en la fase final de engorde.

**Tabla 92:** Consumo de concentrado, ganancias de peso y condición corporal de los animales

	CC1	PC1	PC2	EEM
Consumo			2.1 b	0.18
Kg MS/día	8.0 a	2.1 b	0.80 b	0.087
Kg MS/100 kg peso vivo	3.02 a	0.81 b		
Peso inicial (kg)	215	227	219	10.7
Ganancia de peso (kg/día)	0.99 a	0.68 b	0.80 b	0.052
Condición corporal	3.0	2.8	2.8	0.17

Valores en la misma fila con distintas letras son diferentes ( $P < 0.01$ ) / EEM: error estándar de las medias

El sexo tuvo un efecto significativo sobre las GDP ( $P = 0,06$ ) y la condición corporal ( $P = 0,007$ ) y sus efectos fueron incluidos en el análisis de variancia. El peso inicial no estuvo correlacionado con ninguna de las variables analizadas ( $P < 0,05$ ) y no se utilizó como covariable en los análisis.

Las ganancias de peso y la condición corporal de los animales no difirieron entre los tratamientos a pastoreo sin restricción, consumiendo concentrados con o sin cama de pollos ( $P > 0,05$ ), y ello puede ser debido al bajo nivel de consumo del suplemento y a la consecuente baja incidencia de sustituir la cama de pollos por germen de maíz extraído. Rodríguez y Tamasaukas (1998) observaron que la ganancia de peso disminuyó de 0,92 a 0,52 kg/día al comparar mezclas sin o con 45% de cama de pollos, a pesar de que el nivel de oferta del concentrado fue igual, de 4,0 kg/día, éste fue consumido en su totalidad debido a que los animales estuvieron confinados durante todo el día.

Las ganancias en el tratamiento CC1, con oferta a voluntad de concentrado, fueron significativamente mayores a los otros dos tratamientos ( $P < 0,01$ ) y alcanzaron casi un kilogramo diario. En la experiencia de Gerig et al. (2000) se alcanzaron

valores superiores de ganancia en el engorde, de 1,04 y 1,24 kg/día con 60 y 40% de cama de pollos respectivamente, realizándose sólo con machos.

El presente trabajo se realizó con animales de ambos sexos y se observó que la ganancia de peso de los machos fue 0,12 kg/día superior a la de las hembras ( $P = 0,06$ ), siendo de esperar ganancias superiores al kilogramo en el tratamiento CC1, dentro del rango observado por Gerig et al. (2000).

La diferencia en ganancias de peso entre los tratamientos CC1 y PC1, ambos consumiendo el concentrado con cama de pollos, fue de 0,31 kg/día y la diferencia en consumo de concentrado fue de aproximadamente 6 kg MS/día, por lo cual por cada kilogramo de concentrado adicional el incremento en la ganancia de peso fue 50 g. Estas respuestas son bajas en comparación a los 200 g de ganancia por kilogramo de concentrado obtenidas a bajos niveles de suplementación en una serie de experimentos realizados en este Instituto (Combellas, 1993).

Las causas pueden estar relacionadas a la baja calidad energética de la mezcla por la inclusión de cama de pollos y a los altos niveles de ingestión de fracciones rápidamente fermentables y su efecto

negativo sobre la utilización de los componentes fibrosos, que constituyen casi la mitad del concentrado y dos terceras partes del pasto (Tabla 80).

La baja respuesta animal obtenida por unidad de concentrado indica que el sistema de alimentación utilizado en el tratamiento CC1 no se justifica en la mayoría de las explotaciones bovinas, excepto aquellos sistemas mixtos aves-bovinos con baja disponibilidad de pasto, debido a limitaciones de área y topografía, bajo costo del concentrado, por la generación de la cama de pollos en la misma unidad, y fácil acceso a subproductos de la molinería generados en otras unidades de la integración vertical.

## CONCLUSIONES

La ingestión de concentrado después del pastoreo del amanecer es restringida, no observándose diferencias en consumo o en ganancias de peso de mezclas con o sin 50% de cama de pollos.

Las ganancias de peso al ofrecer a voluntad una mezcla con 50% de cama de pollos a animales en pastoreo restringido de *Cynodon lemfunensis* fueron superiores a las obtenidas con animales a pastoreo y una ingestión limitada de suplemento. Sin embargo, las respuestas en ganancias de peso a

los incrementos en el consumo de concentrado en el primer caso son muy bajas y no son justificables en la mayoría de las explotaciones bovinas.

Los sistemas de alimentación con oferta a voluntad de mezclas con cama de pollos pueden justificarse en explotaciones con limitaciones para la producción de pasto y con una disponibilidad abundante y a bajo costo de la cama de pollos y otros subproductos de la molinería, tales como las explotaciones mixtas aves-bovinos.

## HARINA DE PLUMAS

En el proceso de faena de las aves se generan importantes cantidades de residuos: sangre, vísceras, cabezas, patas y plumas. Las plumas representan el 18.5% de los residuos obtenidos totales. Como ejemplo, en Argentina en el año 2012 se faenaron aves que generaron unas 2.500 toneladas de plumas.

La harina de pluma (HP) puede obtenerse seca, sin hidrolizar o hidrolizada.

### Composición y estructura química<sup>1</sup>

El componente fundamental de la fracción proteica de las plumas es la "queratina" (Tabla 93).

**Tabla 93:** Composición química de la harina pluma "hidrolizada" (%)

	MS	PB	DIVMS (total)	DMS (30 hs)	DPB (30 hs)	EM (Mcal/kg MS)	EE
Niveles	96.52	78.75	74.20	15.74	11.96	3,57	1.55

Referencias: Laboratorio EEA INTA Rafaela

MS: materia seca, PB: proteína bruta, DIVMS: digestibilidad in vitro MS, DMS: digestibilidad total de la MS

DPB: digestibilidad de la proteína bruta, EM: energía metabolizable EE: extracto etéreo

El dato informado de % DPB a 30hs da una idea de la lenta degradación que tiene en rumen, a 30hs de permanencia (de un animal alimentado con heno de alfalfa) desapareció sólo el

11,96% de la proteína total y el de % DMS a 30hs indica que a 30 horas de permanencia en el rumen desapareció sólo el 15,75% de la materia seca total.

1) Capdevila, M. FI, Valenciano, B.I, Magallanes, P.I, Mijalenko S.I y Beltramino, JB<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Agropecuaria Prpvincial N° 1, Gdor Gregores (Santa Cruz, Argentina)

Existen dos tipos de queratina: alfa y beta queratina, las que se diferencian por su estructura y componentes. La  $\alpha$ -queratina posee cisteína (con enlaces disulfuro). Mientras que la beta queratina no tiene ese AA. Los puentes disulfuro son los que le confieren la dureza a la alfa queratina. A modo de ejemplo, la  $\alpha$ -queratina se encuentra en una alta proporción en los cuernos o en las uñas de los animales.

La estructura secundaria de su proteína tiene forma de espiral, llamándose así proteína  $\alpha$ -hélice. Esta estructura se mantiene con esa forma tan característica gracias a los puentes de hidrógeno y a las fuerzas hidrofóbicas, que mantienen unidos los aminoácidos de dicha proteína. Todo esto unido le da a la proteína esa especial dureza característica.

Una limitación al uso de la harina de plumas hidrolizada en alimentación animal es su desequilibrio en aminoácidos esenciales. Tiene una concentración muy elevada en cistina, treonina y arginina pero deficitaria en metionina, lisina, triptófano e histidina. Debido a ello, se debe utilizar la HP junto a otras fuentes proteicas, en especial de origen vegetal, para compensar estas deficiencias (Tabla 14).

La HP tiene un escaso contenido en carbohidratos pero su nivel de grasa puede alcanzar entre 2 al 6%. Su concentración media en cenizas es de un 2,2%, destacando por su aporte de fósforo disponible hierro y cinc.

### Procesos para mejorar la digestibilidad

Los valores de digestibilidad "in vitro" (DIV) de la proteína de las plumas sin procesar se determina con ácido clorhídrico y pepsina al 5% y el 12%, respectivamente. Investigaciones realizadas en los años sesenta determinaron que el 85-90% de la proteína de las plumas es  $\alpha$ -queratina, familia de proteínas del tipo fibrosas constituidas por cadenas polipeptídicas, insolubles en agua y soluciones salinas diluidas. Las  $\alpha$ -queratinas son ricas en aminoácidos que poseen grupos R-hidrofóbicos como fenilalanina, isoleucina, valina, metionina y alanina que favorecen la formación de  $\alpha$ -hélice.

Se encontraron valores del 8,8 % de cisteína presente en la proteína de las plumas. Las cisteínas proporcionan enlaces disulfuro transversales

entre cadenas polipeptídicas, por lo tanto muy fuertes, que explican la estabilidad de la estructura.

Los tratamientos para mejorar la digestibilidad se basan en provocar la hidrólisis de la queratina por ruptura de los enlaces disulfuro a fin de obtener aminoácidos libres o péptidos. Uno de los procedimientos utilizados consiste en someter las plumas a condiciones de alta temperatura y presión durante un tiempo determinado. Así, se han logrado valores de digestibilidad "in vitro" de la proteína superiores a 75%, sometiendo las plumas a un proceso de autoclave con altas temperaturas y presiones.

Existe una amplia gama de recomendaciones sobre los agentes hidrolizantes, entre ellos se destacan: hidróxido de calcio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, ácido peroxiacético o ácido clorhídrico.

### Digestibilidad en rumiantes

De acuerdo al sitio de digestión de las proteínas se dividen en proteína degradable y no degradable a nivel ruminal. La primera es la que abastece con N-NH<sub>3</sub> a los microorganismos ruminales para su multiplicación y la segunda es la que llega intacta al intestino delgado (proteína "pasante" o "by-pass").

El valor biológico de un suplemento con alto nivel de proteína "by pass", como el caso de la harina de pluma o de pescado, está dado, no tanto por su porcentaje by-pass sino por el grado de aprovechamiento o digestión que alcanza a nivel intestinal. La harina de plumas "sin hidrolizar" tiene muy baja digestión intestinal (< 40%). Mientras que cuando es "hidrolizada artificialmente" puede alcanzar una digestibilidad superior al 75%.

Las fuentes de proteína "by-pass" son aquellas que más del 50% de su proteína escapa a la fermentación ruminal, como: las harinas de pescado, de carne y hueso, de plumas hidrolizadas; el poroto de soja tostado, la harina de soja tratada con formaldehído, el gluten meal de maíz y los subproductos de la destilería, secos o húmedos.

La insolubilidad de las plumas "sin tratar" se debe a que la principal proteína que tienen, la  $\alpha$ -queratina, contiene un porcentaje elevado de cisteína. El tratamiento en autoclave

destruye este aminoácido y reduce el contenido de cisteína del 10% al 3,5%, mejorando su solubilidad en el tracto digestivo.

### **Proceso de hidrólisis**

Las plumas se secan durante 48 hs. y se pican finamente. Posteriormente, son llevadas a la autoclave a 130 ° C y a una presión de 2,5 atmósferas durante 90 minutos. Luego se extraen de la autoclave y se secan en estufa a 30 °C durante 3 horas hasta quitarles toda la humedad posible. De esta forma, a las plumas le quedan niveles muy bajos de humedad ( $\pm 15\%$ ). No obstante, durante su manipuleo el material observe la humedad ambiental.

Finalmente, se trituran en forma mecánica con rolos de metal y se pasan por un tamiz quedando solo las porciones más pequeñas. De esta forma, se obtiene la HP hidrolizada lista para poder ser utilizada en diversas raciones de rumiantes.

### **Digestibilidad de la proteína de la harina de pluma "hidrolizada"**

La digestibilidad de la proteína de la HP hidrolizada se sitúa entre 75-80%. La calidad del producto dependerá, en gran parte, de la eficiencia del proceso de hidrólisis. La harina insuficientemente cocida contiene muchas plumas crudas indigestibles.

Mientras que el exceso de cocción reduce la digestibilidad y aprovechamiento de la proteína. En estas condiciones se producen transformaciones de

algunos aminoácidos en compuestos de menor valor nutritivo (lisina en lisinoalanina, cistina en lantionina).

La digestibilidad de la proteína en pepsina- ácido clorhídrico puede utilizarse para controlar la eficacia del proceso. Niveles comprendidos entre 66 y 80% se consideran adecuados. Valores inferiores a 65% indican que la hidrólisis ha sido insuficiente. Niveles superiores a 80% indican un procesamiento excesivo, con menor disponibilidad de la cistina y de otros aminoácidos.

De ahí que del adecuado proceso de hidrólisis (elevada presión y temperatura) influirá en la mayor ruptura de los enlaces químicos (disulfuro) de la  $\alpha$ -queratina. Recientemente, se ha propuesto un método de tratamiento alternativo al calor que incluye la utilización de enzimas (queratinasa y proteasa).

### **Formas de suministro**

El suministro brusco de HP en la ración puede provocar una disminución del consumo del concentrado.

Sin embargo, si la adición se hace en forma gradual durante un período prolongado no se produce este efecto negativo. Con niveles de hasta un 10% de HP hidrolizada en los concentrados para bovinos lecheros no se produjo ningún trastorno ni en el consumo de la MS ni en la producción de leche.

Mientras que en distintos ensayos con vacunos en crecimiento se han sostenido altas tasas de ganancia de peso comparada con otros suplementos proteicos, como la harina de soja (Klopfenstein, 1997).

## DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA HARINA DE PLUMAS EN NOVILLOS MESTIZOS TROPICALES

J. Vergara-López<sup>1</sup>, O. Araujo-Febres<sup>2</sup>, M. Lachmam<sup>3</sup> y Y. Troconis<sup>3</sup>

1) Proyecto N°0731-97 subvencionado parcialmente por el Consejo de desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia y por Investigación y Desarrollo Agropecuario (IDEA)

2) Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Local El Guayabo, Estado Zulia, Venezuela.

3) La Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia, Apartado 15205, Maracaibo ZU 4005, Venezuela. E-mail: oaraujo@cantv

La Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinaria, Departamento de Producción e Industria Animal, Apartado 15205, Maracaibo, ZU 4005, Venezuela.  
Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, Octubre, 505-507, 2002

### RESUMEN

La harina de plumas (HP) es un importante subproducto de origen animal utilizado en alimentación de rumiantes, por tal motivo, se planteó la evaluación de la degradabilidad de este recurso en el rumen de toretes mestizos. Se utilizaron dos toretes de 350 kg promedio, fistulados en el rumen. Muestras de HP(93,37 y 90,30% de MS y MO), harina de maíz (HM; 92,12 y 87,88%MS y MO) y heno de *Brachiaria humidicola* (HH; 92,86 y 87,63%MS y MO) fueron incubados en el rumen durante 0, 1, 2, 4, 6, 8,12, 24, 36, 48, 60 y 72 horas y calculadas las degradabilidades de la materia seca (MS) y orgánica (MO). La degradabilidad de la MS de HP a las 72 h fue  $43,04 \pm 0,86\%$ , inferior ( $P < .01$ ) a las de HM y HH ( $90,70 \pm 3,11\%$  y  $63,37 \pm 0,64$ , respectivamente), comportándose similarmente la degradabilidad de la MO ( $42,77 \pm 0,86\%$ ,  $90,38 \pm 3,28\%$  y  $62,22 \pm 0,75\%$  para HP, HM y HH, respectivamente). La tasa de degradación ruminal de la MS de HP fue de  $0,012 \pm 0,0022$ , más lenta ( $P < .05$ ) que las de HM  $0,0261 \pm 0,0048$  y HH  $0,035 \pm 0,012$ . La degradabilidad ruminal de la MO tuvo comportamiento similar a la de MS ( $0,0124 \pm 0,003$ ,  $0,0320 \pm 0,009$  y  $0,0349 \pm 0,0117$  para HP, HM y HH respectivamente). La degradabilidad ruminal de HP es inferior a la de HM y HH, lo que la constituye en un importante recurso para ser utilizado a nivel intestinal.

### INTRODUCCIÓN

La harina de plumas hidrolizada es una excelente fuente de proteína (80-87% PC) y aminoácidos esenciales ( $\pm 45\%$ ), la queratina es la proteína predominante en las plumas y ésta no es fácilmente digerible a nivel ruminal, escapando alrededor del 74% al proceso de fermentación, lo que le hace una fuente importante de aminoácidos para ser utilizados a nivel intestinal. Contiene solamente 2% de lisina. Además de rivotravina, niacina, ácido pantoténico, tiamina, biotina, ácido fólico, piridoxina, cobre, hierro, magnesio, zinc y azufre.

La suplementación con proteínas resistentes a la degradación ruminal aumenta la cantidad y/o altera las proporciones de aminoácidos entrando en el intestino delgado y aumenta la retención de nitrógeno (Church y Pond, 1994). La harina de sangre, la harina de subproductos de mataderos de aves, la harina de carne y huesos son altas en lisina, no así la harina de plumas que es alta en aminoácidos azufrados.

La inclusión de harina hidrolizada de plumas en la dieta de rumiantes, resulta en una mayor eficiencia en la utilización de la proteína comparado con la inclusión de harina de soya. Los rumiantes son eficientes para aprovechar subproductos de origen animal como suplemento proteico, me-

jorando la eficiencia de la utilización del nitrógeno (Klemesrud et al., 1998).

Comparado con otras fuentes de proteína de origen animal, la harina de plumas de aves (HP) es una fuente más económica. La respuesta de novillos a la suplementación mas baja con harina de plumas o con harina de algodón fue superior con harina de plumas, indicando una mejorada eficiencia a la utilización de la proteína.

Añadir harina de plumas a las dietas de novillos en crecimiento aumenta el suministro de proteína metabolizable y la eficiencia de la utilización de la proteína (Klemesrud et al., 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la degradabilidad de la MS y la MO de la harina hidrolizada de plumas en el rumen de toretes mestizos bajo condiciones tropicales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en condiciones de

bosque muy seco tropical, con precipitación media anual de 1.100 mm y régimen bimodal.

## Procedimiento experimental

La degradabilidad ruminal fue determinada mediante la utilización de la técnica de bolsas de nylon. Se emplearon dos novillos mestizos de 350kg, fistulados ruminalmente con cánulas de 4" de diámetro interno. Su alimentación (Tabla 94) estuvo basada en heno de *Brachiria humidicola* (HH); un 20% de la ración diaria estaba conformada por una mezcla de harina de plumas (HP) y harina de maíz (HM) (20% y 80%, respectivamente).

Se pesaron muestras de 5g de la harina de plumas, introducido en las bolsas de nylon de 5cm x 10cm con poros de tamaño promedio de  $50 \pm 16 \mu\text{m}$  las cuales fueron incubadas en el rumen del animal durante 0, 6, 12, 24, 48 y 72 horas. Las bolsas fueron replicadas dos veces en cada animal e introducidas en el rumen en forma inversa al tiempo de incubación.

**Tabla 94:** Análisis químico de las materias primas en evaluación

	Harina de Plumás	Harina de Maíz	Heno de B.humidicola
Materia seca	93,37	92,12	92,86
Materia orgánica	96,93	95,76	94,74
Proteína cruda	86,97	12,80	4,23
Extracto etéreo	6,82	1,29	-
Fibra cruda	0,43	7,71	-
Extr. Libre de nitrógeno	2,71	73,96	-
Nutientes digestibles			
Totales	76,47	76,56	50,7

Una vez cumplidos los tiempos de incubación, las bolsas fueron retiradas y lavadas con agua corriente, hasta que ésta salió limpia. Después de escurridas, fueron secadas en estufa a 65°C durante 48 h, y analizó para MS y MO. La degradabilidad ruminal fue analizada mediante el procedimiento de regresión no lineal (NLIN):  
 $p = a + b(1 - e^{-ct})$

donde:

- p: Degradabilidad al tiempo t.
- a: intercepto de la curva, el cual representa las pérdidas por lavado.
- a + b: Potencial de degradación al tiempo t.
- e: Constante matemática.
- c: Tasa de degradación por unidad de tiempo.
- t: Tiempo.

La degradabilidad ruminal a las 48 y 72 horas de incubación y la tasa de degradación ruminal de las materias primas en evaluación fue comparada mediante un modelo completamente aleatorizado. Las medias de las variables respuesta fueron comparadas mediante un análisis de mínimas diferencias significativas (SAS, 1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La degradabilidad de la MS de HP a las 72h fue inferior ( $P<0,1$ ) a la de HM y HH, comportándose similarmente la degradabilidad de la MO (Tabla 95).

**Tabla 95:** Degradabilidad “in situ” de la materia seca y orgánica a las 48 y 72 hs de incubación en el rumen.

	Materia seca		Materia orgánica	
	48 h	72 h	48 h	72 h
H. Plumas	15,91 ± 5,34c	32,04 ± 12,73c	14,55 ± 6,05c	31,53 ± 13,01c
H. Maíz	67,25 ± 0,92 <sup>a</sup>	87,41 ± 4,80a	65,81 ± 0,98a	86,93 ± 5,06a
Heno	52,76 ± 2,47b	62,23 ± 1,44b	51,37 ± 2,40b	61,09 ± 1,46b

a, b, c: medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ( $P<0,01$ ).

Los valores obtenidos de degradabilidad de la MS (Tabla 95), sugieren un 68% de paso de este material hacia el tracto posterior, lo que indica que posiblemente un 59% de PB (asumiendo un comportamiento similar de la degradabilidad de la PB a la degradabilidad de la MS) está llegando para ser aprovechado en este tramo del tracto gastrointestinal (TGI). Estos valores de degradabilidad se aproximan bastante a los valores de degradación y escape de proteína (Brown y Pate, 1997), quienes obtuvieron valores de 35,2% y 64,8%, respectivamente. Por otro lado, otros autores (Klemesrud et

al., 1998) refieren valores de escape de PB 25% mayores a los calculados para esta experiencia.

La tasa de degradación ruminal de la MS de HP fue más lenta ( $P<0,5$ ) que las de HM y HH. La degradabilidad ruminal de la MO tuvo un comportamiento similar a la de MS (tabla 96).

Brown y Pate, (1997) reportaron valores de tasa de degradación de PC de 0,015% h<sup>-1</sup>, sólo un 25% mayores a los valores obtenidos para la tasa de degradación de la MS en este ensayo.

**Tabla 96:** Tasas de degradación “in situ” de la materia seca y orgánica de las materia primas en evaluación.

	Materia seca	Materia orgánica
H. Plumas	0,012 ± 0,0022 <sup>a</sup>	0,012 ± 0,0030a
H. Maíz	0,026 ± 0,0048b	0,032 ± 0,0090b
Heno	0,035 ± 0,0120b	0,035 ± 0,0120b

a, b: medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

## CONCLUSIÓN

La harina hidrolizada de plumas presentó una baja degradabilidad ruminal de la MS y de la MO

en toretes mestizos bajo condiciones tropicales, lo que unido a su alto tenor proteico la constituye en un importante recurso para ser utilizado a nivel intestinal como posible fuente de proteína sobrepasante.



## INDUSTRIA PESQUERA

### HARINAS DE PESCADO

En general, las harinas de pescado (HPs) pueden provenir de pescados enteros o recortes, limpios –sin escamas ni espinas-, secos y molidos, con un contenido máximo de 10% de humedad y no más del 7% de sal. Normalmente, en el proceso industrial –digestión enzimática- se utiliza antioxidantes para evitar la oxidación –típica del aceite de pescado-, el sobrecalentamiento y el enmohecimiento.

Las HPs son una excelente fuente de proteína “by pass” al rumen (> 70%), cuyo contenido proteico varía entre 400 a 700 gramos por kg de MS dependiendo del tipo de pescado del cual se obtuvo. Además, las HPs tienen una composición en AA muy balanceada, quizás una de las mejores, destacándose el contenido de ciertos AA limitantes para la producción de leche y carne como la lisina (17.0 gr./kg PB), metionina (6.3 gr./kg PB) y la treonina (9.5gr./kg PB) (Tabla 14) (Cecava,1995).

Por ejemplo, la harina de pescado que tiene un alto nivel en ambos AA (17.0 y 6.3 gr./kg de proteína bruta, respectivamente), en especial, cuando se suministra a vacas lecheras de alta producción.

Estas harinas son especialmente recomendables para vacas lecheras que tienen buen mérito genético ->25 kg leche/día-.

La harina de pescado es una fuente de energía concentrada. Con un 70% a 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es mayor que muchas otras proteínas.

Además de su riqueza proteica y de alta digestibilidad, las HPs tienen un adecuado contenido de vitaminas del grupo B y de la mayoría de los minerales, especialmente, fósforo, en forma disponible para el animal. Las vitaminas también están presentes en niveles relativamente altos, como el complejo de vitamina B incluyendo la colina, la vitamina B12 así como A y D.

La grasa de la HPs, generalmente, mejora el equilibrio de los ácidos grasos en el alimento

restaurando la relación de las formas de omega 6: omega 3 en 5:1. En el cuerpo, el ácido alfa linolénico se convierte en EPA (ácido eicosapentanoico), que normalmente se encuentra en los aceites marinos, y en DHA (ácido docosahexanoico) que normalmente se encuentra en los aceites de pescado marino. Existen muchos factores que afectan a la tasa de conversión y uno de ellos parece ser una ingesta abundante de ácido linoleico, que puede reducir la capacidad del cuerpo para convertir el ácido alfa linolénico en DHA. Una fuente rica en DHA y EPA tiene como resultado su acumulación en productos animales (carne y leche).

Existen otras formas de preparados a base de pescado –ensilajes, licuados, etc.- que están en estudio con rumiantes en otras partes del mundo.

La proteína de alta calidad que evita la degradación del rumen (by pass), puede proporcionar aminoácidos limitantes para la digestión más allá del rumen, mejorando el equilibrio de los aminoácidos absorbidos en el intestino.

Los ácidos grasos omega de cadena larga de la HPs liberan parcialmente la hidrogenación en el rumen. Ellos contribuyen a la absorción de ácidos grasos. Se obtiene una mejora de la fertilidad, el desarrollo del embrión y del recién nacido así como la resistencia a las enfermedades. Los beneficios del consumo de HPs son las siguientes:

#### **Vacas lecheras:**

- Mayor producción de leche, con un incremento promedio de 1 a 2 litros por día.
- Incrementa el contenido de la proteína en la leche, generalmente en 0.1 a 0.2% unidades.
- Altos niveles (1 kg. o más) pueden disminuir la grasa de la leche.
- Fertilidad. Se incrementa especialmente la tasa de concepción, generalmente de 10 a 15% unidades.

#### **Vacunos para carne:**

- Rápido crecimiento.
- Incrementa los niveles de ácidos grasos omega 3 (HDA +EPA) depositados en la carne.
- Mejor utilización de dietas con altos niveles de forraje.

## XIV° TRABAJO EXPERIMENTAL

### **“USO DE HARINA DE PESCADO EN RACIONES ALTAS EN MELAZA PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO”**

Cajal, M.C.<sup>1</sup>, y Gómez A.R.<sup>1</sup>.

El uso de melaza en raciones integrales puede promover buenas ganancias de peso, si se eleva el contenido proteico de las mismas a un 13%. Por otro lado la proteína de baja solubilidad en rumen como harina de pescado tiende a mejorar la ganancia de peso. Con el objeto de determinar el nivel óptimo de inclusión de harina de pescado (HPs) para lograr un rápido crecimiento en novillos y vaquillas se realizó el presente trabajo.

Se emplearon 30 vaquillas y 12 novillos de las razas Brangus y Charolais de 201+- 27 kg de peso inicial, distribuidos equitativa y aleatoriamente entre tratamientos en un diseño de bloques (sexo) al azar. Los tratamientos consistieron en incluir 0.0, 3.0 y 5.0 % de H.P., en raciones conteniendo 45% de melaza, balanceando las proporciones de alfalfa, grano de sorgo y urea para hacerlas isocalóricas e isonitrogenadas.

También se determinó la cantidad de proteína sobrepasante a cada ración. Al inicio de la

prueba se identificó, desparasitó e implantó con Zeranól a todos los animales. También pesaron por dos días consecutivos sin dieta al inicio y al final de la prueba y con pesos sencillos cada 28 días.

Las raciones se ofrecieron “ad libitum” (a voluntad) una sola vez al día y los sobrantes se pesaron dos veces por semana para estimar el consumo de alimento. Los resultados de ganancia diaria de peso fueron 1.090, 1.186 y 1.270 kg para los niveles 0.0, 3.0 y 5.0% de HPs encontrándose un efecto lineal ( $P<0.01$ ) a medida que se incrementó la cantidad de HPs en la ración.

El consumo diario de alimento fue 9.06, 8.47 y 8.90 para los niveles de 0.0, 3.0 y 5.0% de HPs el cual fue similar para todos los tratamientos ( $P>.05$ ) además se encontró que la inclusión de H.P. mejoró la eficiencia alimenticia en forma lineal ( $P<0.01$ ) siendo para 0.0% HPs - 3.28; 3.0% HPs - 7.26 y 5.0% HPs - 7.04 kg de alimento/kg de ganancia de peso.

## XV° TRABAJO EXPERIMENTAL

### **ALIMENTACION DE VAQUILLAS EN CRECIMIENTO A BASE DE RESIDUOS DE COSECHA TRATADA CON UREA Y SUPLEMENTADAS CON PROTEINA SOBREPASANTE CON HARINA DE PESCADO**

Juan Villanueva<sup>2</sup> y Felipe San Martín<sup>3</sup>

#### **RESUMEN**

El presente estudio se llevo a cabo en el campo experimental “La Victoria” de la Univer-

sidad Nacional de Cajamarca (Cajamarca) con el objetivo de comparar, en términos de ganancia de peso, el valor alimenticio de la pila de arroz tratada con urea y del rye grass al corte, así como

1) Centro de investigaciones Pecuarias de Sonora (México)

2) Universidad Nacional de Cajamarca.

3) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, FMV, IVITA. E-mail: d170032@unmsm.edu.pe

el efecto de la suplementación de la harina de pescado como fuente de proteína sobrepasante. Se usaron 27 vaquillas de la raza Holstein en un Diseño Bloque Completo al Azar con tres tratamientos. Los tratamientos en estudio fueron: rye grass ad libitum más 1 kg. de suplemento sin harina de pescado (T1); rye grass ad libitum mas 1 kg. de suplemento con 200 g de harina de pescado (T2) y paja de arroz amonificada con 4% de urea ad libitum más 1 kg. de suplemento con 200 g de harina de pescado (T3), El estudio tuvo una duración de 90 días; al finalizar el experimento se observó que los animales que recibieron 200 g de harina de pescado como fuente de proteína sobrepasante (T2 y T3) tuvieron en promedio mayores ( $P < 0.05$ ) ganancias de peso (T2 = 0.93/kg. y T3 = 0.846 kg.) que los animales que no recibieron harina de pescado (T1 = 0.654 kg.). Al evaluar el consumo de alimento durante el período de 0 - 90 días experimentales, los consumos fueron iguales ( $P > 0.05$ ) para todos los tratamientos. 12.01 kg. (T1), 12.62 (T2) y 12. 10 (T3), mientras que la conversión alimenticia para dicho período fue 18.36 (T1), 13.56 (T2) y 14.30 (T3). El mejor mérito económico se obtuvo con el tratamiento T2 (11.75%), seguido por los tratamientos T3 (5.36%) y T1 (4.73%). Se concluye que los animales que recibieron colmo alimento base paja de arroz amonificada y suplementos con harina de pescado (T2) tuvieron una mejor respuesta en ganancia de peso y conversión alimenticia con respecto a los animales que recibieron rye grass y suplementos sin harina de pescado (T1).

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción animal en la Sierra están basados principalmente en el uso de forrajes. En muchos casos, debido a la baja disponibilidad y bajo valor nutritivo de los pastos, existe un desbalance entre los nutrientes consumidos y la demanda fisiológica del animal, lo que limita la productividad en estos sistemas.

Las condiciones climáticas de la sierra del Perú diferencian dos períodos bien definidos; un período corto de lluvias, con abundante pasto de buena calidad y, un período seco con marcada escases de forraje de bajo valor nutritivo. En este período seco los animales no logran cubrir sus requerimien-

tos nutritivos, jugando un papel importante en la alimentación del ganado los residuos de cosecha.

El uso de los residuos de cosecha por los rumiantes, principalmente de cereales, es ampliamente difundido. El valor nutritivo de estos insumos es bajo debido a la alta concentración de carbohidratos estructurales y bajo nivel proteico.

La armonización o tratamiento con urea de los residuos de cosecha es una alternativa para mejorar la calidad nutritiva a través de aumentos de la digestibilidad y del tenor proteico.

Otra alternativa para elevar la producción animal es el uso de proteína sobrepasante. Proteína que por sus características no es atacada por la población microbiana del rumen-retículo de los rumiantes, llegando a nivel de abomaso e intestino delgado para su utilización directa por el animal hospedero. Uno de los insumos con alta proporción de proteína sobrepasante es la harina de pescado.

Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados se planteó el presente trabajo, con el siguiente objetivo:

“Evaluar el efecto de la suplementación de paja de arroz tratada con urea y de la proteína sobrepasante (harina de pescado) sobre el crecimiento de vaquillas”.

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación del experimento

El presente trabajo, se llevó a cabo en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca, en las instalaciones del campo experimental agropecuario “La Victoria” de la Universidad Nacional de Cajamarca, a 2.536 m de altitud con una temperatura promedio de 13.93 °C, humedad relativa promedio 55.75%. La precipitación pluvial promedio fue de 9.83 mm.

### Manejo y alimentación de los animales.

Se seleccionaron tres establos, que cuentan con el mismo sistema, de manejo y alimen-

tación, de donde se obtuvieron de cada uno 9 vaquillas de la raza Holstein en crecimiento, haciendo un total de 7 animales con un peso promedio de 267 kg. El experimento tuvo una duración de 90 días. Antes de iniciar el experimento los animales fueron sometidos a una etapa de acostumbramiento por 10 días, recibiendo los mismos alimentos del estudio.

Los animales fueron dosificados contra fasciola y nemátodos gastrointestinales y pulmonares (Microtel: Closantel 10%, Albendazole 5%. Dosis: 1 ml cada 10 kg. de peso vivo) además se aplicó 5 cc de vitamina ADE (vigantol ADE).

Cada animal recibió diariamente 1 kg. de concentrado. Una vez consumido el concentrado se les ofreció ad-libitum dependiendo del tratamiento, rye grass y pala de arroz amonificada. Los animales tuvieron a discreción agua limpia y fresca.

### Tratamiento de la paja de arroz con urea

El tratamiento consistió en disolver en 200 l de agua, 20 kg. de urea. La solución se roció a 500 kg. de paja. Este proceso se repitió dos veces (una tonelada de paja tratada). En total se utilizó 40 kg. de urea y 400 l de agua. La paja de arroz fue ensilada en un silo tipo torre durante 28 días.

**Tratamientos:** El experimento consistió en tres tratamientos (Tabla 97):

**Tratamiento 1 (T1):** rye grass ad-libitum más 1 kg. de concentrado (A) sin proteína sobrepasante.

**Tratamiento 2 (T2):** rye grass ad-libitum más 1 kg. de concentrado (B) con 200 g de harina de pescado.

**Tratamiento 3 (T3):** paja de arroz tratada con 4% de urea ad-libitum más 1 kg. de concentrado (B) con 200 g de harina de pescado.

Tabla 97. Insumos usados en los concentrados del experimento.

Insumos	Concentrados	
	A	B
Harina de pescado	-	20
Polvillo de arroz	60	50
Cebada grano	28	18
Melaza de caña	10	10
Sal común	1	1
sal mineral	1	1

### Parámetros medidos

#### A- Ganancia diaria de peso

El control de peso de los animales se efectuó al inicio y cada 30 días del experimento. Los animales estuvieron en ayunas y el peso se registró a la misma hora (7.00 am). El incremento de peso en los animales fue estimado por la diferencia entre el peso inicial y el peso final en cada período de 30 días.

#### B- Consumo de alimento

El consumo de alimento diario se determinó individualmente por diferencia de peso

diario entre el alimento ofrecido y el rechazado.

#### C- Conversión alimenticia

Para determinar la conversión alimenticia (CA) se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = (\text{Consumo de alimento, kg.}) \times (\text{Incremento de peso, kg.})^{-1}$$

#### D- El Mérito económico

El mérito económico se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$M.E. = V.F.A. - (VIA. + G.A.) \times (VIA. + G.A.)^{-1} \times 100$$

Donde:

M.E. = Mérito económico.

V.F. A. = Valor final del animal.

V.I.A. = Valor inicial del animal,

G.A. = Gastos de alimentación.

### Diseño experimental.

El diseño empleado fue el de Bloque Completo al Azar con tres tratamientos y 9 unidades experimentales por tratamiento. Los bloques fueron 3 establos de donde se obtuvieron los animales (unidades experimentales). Los parámetros medidas fueron sometidos al Análisis de Varianza. En caso de hallar diferencias significativas entre

tratamientos éstos fueron sometidos a la prueba de comparación de medidas Diferencia mínima Significante (DMS) protegida.

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Ganancia de peso, consumo y conversión de alimento.

Al evaluar la ganancia diaria de peso acumulativo durante 0-30, 0-60 y 0-90 días (Tabla 98), se observó que los animales que recibieron 200 g/d de proteína sobrepasante (T2 y T3) tuvieron en promedio mayores ( $P < 0.05$ ) ganancias de peso que los animales que no recibieron dicha proteína.

**Tabla 98:** Ganancia diaria de peso acumulativa (kg) en vaquillas alimentadas con rye grass (T1), rye grass más proteína sobrepasante (T2) y paja de arroz amonificada más proteína sobrepasante (T3).

Períodos (días)	Tratamientos			Error Estándar
	T1	T2	T3	
0 - 30	0.411 <sup>a</sup>	0.648 <sup>b</sup>	0.552 <sup>b</sup>	0.034
0 - 60	0.504 <sup>a</sup>	0.750 <sup>b</sup>	0.634 <sup>b</sup>	0.032
0 - 90	0.654 <sup>a</sup>	0.931 <sup>b</sup>	0.846 <sup>b</sup>	0.033

\* Letra diferentes en la fila indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) a la prueba de DMS (protegida)

Las mayores ganancias de peso en los tratamientos T2 y T3 es explicado por el efecto positivo de la harina de pescado, como fuente de proteína sobrepasante, en dietas de rye grass al corte y paja amonificada como alimento base para vaquillas en crecimiento.

La harina de pescado es una fuente proteica de alta calidad, que al no degradarse por completo en el rumen y pasar gran parte al abomaso y al duodeno (70%), sus aminoácidos, principalmente esenciales, son utilizados directamente por el hospedero, supliendo gran parte de los requerimientos de estos animales (Orskov, 1990).

Los efectos positivos de la proteína sobrepasante sobre la ganancia de peso coinciden con los reportados por varios autores quienes señalan que los altos requerimientos de proteína durante la fase de crecimiento no son generalmente cubiertos

por la proteína de origen microbiano, sobre todo cuando son alimentados con alimentos fibrosos. En estos casos la suplementación con proteína sobrepasante permite cubrir dichos requerimientos traduciéndose en mejores ganancias de peso y conversión alimenticia (Cabral et al., 1992).

Las ganancias de peso obtenidos en este estudio son similares a los reportados por varios autores (Savarce y Combellas, 1992), quienes obtuvieron en bovinos ganancias de peso diario que fluctuaron de 0.650 a 0.800 kg cuando éstos fueron suplementados con 200 a 300 g de harina de pescado y recibieron una dieta basal de forraje fresco y ensilaje de sorgo.

Las ganancias de peso de los animales que recibieron los tratamientos T2 y T3 (suplemento con 200 g de harina de pescado por día) fueron similares ( $P > 0.05$ ), es decir no se obtuvo diferencias

entre el rye grass y la paja de arroz tratada como alimentos base de los tratamientos mencionados.

Los alimentos fibrosos son básicamente fuente de energía para los rumiantes, los tenores de celulosa, hemicelulosa y lignina forman una estructura física y química compleja (lignocelulósico). La hemicelulosa y celulosa son fermentados por los microorganismos del rumen con relativa facilidad. Sin embargo a medida que aumenta el tenor de lignina se reduce la fermentación (Conrad y Pastrana, 1990). El grado de fermentación puede ser alterado cuando los alimentos fibrosos (pajas) son sometidos a tratamientos químicos (amonificación). El propósito fundamental del tratamiento de las pajas es el de aumentar la solubilidad lo cual ocasionará que el sustrato sea más disponible para los microorganismos ruminales (Conrad y Pastrana, 1990).

Orskov, (1990) y De Queiroz et al., (1992a) reportan que el tratamiento con amonio aumenta la fragilidad de la paja como consecuencia de la destrucción de la pared celular (solubilidad de la hemicelulosa). Así mismo, disminuye la resistencia a la trituración acompañado de una mejor disposición del material fibroso dentro del retículo-rumen.

La digestibilidad de los residuos de cosecha está afectada por los altos niveles de fibra cruda (30 a 40%), fibra detergente ácida (55%) y de lignina (5%), y así mismo debido a niveles altos de ceniza (17%)

El proceso de amonificación causa decrementos en el contenido de la fibra detergente ácida y neutral. Por otro lado, De Queiroz et al., (1992b) señalan que al tratar paja de trigo con amonio anhidro, éste disminuye en su contenido de lignina de 11.2 a 8.3%.

La paja sin tratar tienen el inconveniente de que necesita mucho tiempo para ser digerida debido a que fermenta con lentitud y sus partículas tardan mucho tiempo en disminuir de tamaño para poder salir del rumen. La amonización de la paja produce incrementos en la tasa de desaparición de la materia seca (66%), de FDN (81%), de FDA hasta 170%, de hemicelulosa hasta 200% y de celulosa 68%.

Un aumento en la digestibilidad permite que el ganado consuma más material fibroso de baja

calidad disponiéndose de esta manera más energía para fines productivos<sup>19</sup>, Conrad y Pastrana, (1990), reportan que el consumo de paja tratada en bovinos se incrementa hasta un 22%.

En el presente estudio se ha determinado que la amonificación de la paja de arroz incrementa el tenor proteico en un 130%. El aumento de nitrógeno en la paja tratada con amoniaco concuerda con las investigaciones realizadas por otros autores Conrad y Pastrana, 1990 y Khan et al., 1996) quienes reportan incrementos de nitrógeno desde 39 a 167% dependiendo del tipo de paja, concentración de álcali, humedad de la paja, tiempo de reacción y de la temperatura ambiente.

Los cambios descritos tanto en la digestibilidad como en la proteína permitirían mejorar el aprovechamiento de la paja de arroz tratada con urea por las bacterias ruminales para su digestión; así mismo, mejorarían el equilibrio nitrogenado de los animales, lo cual es corroborado por varios autores (Ramana et al., 1990).

Perdok y Leng (1986) reportan, en vacunos alimentados a base de paja de arroz amonificada y suplementados con proteína sobrepasante, ganancias diarias de peso de 0.639 kg., inferior a las ganancias obtenidos en este estudio (0.846 kg.) en los animales que recibieron como alimento base paja de arroz amonificada (T2).

Dolverg y Finlayson (1995) obtuvieron ganancias diarias de 0.600 kg. en vacunos cuyo alimento base fue paja de trigo tratado con urea y que además recibieron un (1) kg. de torta de semilla de algodón como fuente de proteína sobrepasante. Esta ganancia también es inferior a lo obtenido en el presente trabajo.

Al evaluar el consumo de alimento diario durante 0-30, 0-60 y 0-90 días (Tabla 99), se observó que los animales que recibieron como alimento base rye grass y suplemento de harina de pescado (T2) tuvieron, en promedio, mayor ( $P < 0.05$ ) consumo de alimento durante los períodos 0-30 y 0-60 días, con respecto a los animales del tratamiento T1 (rye grass más suplemento sin harina de pescado) y T3 (paja de arroz amonificada más suplemento de harina de pescado), respectivamente. Pero en el período 0-90 días los con-

sumos acumulativos fueron iguales ( $P>0.05$ ) para todos los tratamientos; aunque, consistentemente, los tratamientos T2 y T3 fueron superiores al tratamiento T1. Este consistente mayor consumo de los tratamientos T2 y T3 podría deberse en el caso del tratamiento T3, al incremento de la digestibilidad y

al aporte de amoníaco (paja de arroz amonificada) que produciría una mayor actividad de las bacterias ruminales para sintetizar proteína bacteriana y a un mejor balance de aminoácidos en aquellos animales que recibieron proteína sobrepasante (T2 y T3) (Cabral et al., 1992).

**Tabla 99:** Consumo de alimento (kg) y conversión alimenticia acumulativa

Periodos (días)	Consumo			Error estándar	Conversión alimenticia			Error estándar
	T1	T2	T3		T1	T2	T3	
0 - 30	11.43	11.63	11.43	0.01	28.92	18.05	20.97	2.23
0 - 60	11.52	12.24	11.58	0.09	23.53	16.41	18.51	1.52
0 - 90	12.01	12.62	12.10	0.16	18.76	13.57	14.37	1.10

\* Letras iguales en las filas indican que no hay diferencias estadísticas ( $P>0.05$ )

El consumo de la paja de arroz tratada con urca (T3) fue similar ( $P>0.05$ ) al de rye grass solo (T1) reflejando de esta manera la mejora sustancial en la calidad nutritiva de la paja de arroz por el tratamiento con urea. Esto se debería al incremento en la tasa de degradación que causa una remoción más rápida de la digesta del rumen y permite que el animal consuma más paja amonificada por unidad de tiempo (Orskov, 1990).

Los niveles de consumo obtenidos con la paja de arroz amonificada son similares a los obtenidos por otros autores (Conrad y Pastrana, 1990), quienes reportan consumos de 10.4 a 11.4 kg. de materia seca por animal.

En la Tabla 99 también se presenta los resultados de la conversión alimenticia. Los animales de los tratamientos T2 y T3 muestran mejores conversiones alimenticias que los animales de los tratamientos T1.

Las mejores respuestas de los tratamientos T2 y T3 son explicados por la presencia de la harina de pescado en el suplemento (Cabral et al., 1992). El aporte de aminoácidos esenciales por la harina de pescado son aprovechados directamente por el animal (proteína sobrepasante) y dan lugar a mejores ganancias de peso y mejores conversiones alimenticias.

### Mérito económico

En la Tabla 100 se señala el mérito económico por tratamiento. El mejor mérito económico se obtiene en el tratamiento T2, siendo los méritos económicos similares en los tratamientos T1 y T3. Estos resultados son explicados por el costo que tuvo la paja de arroz tratada con urca en comparación con el rye grass.

**Tabla 100:** Mérito económico por tratamiento

Tratamientos	Mérito Económico %
T1	4.73
T2	11.75
T3	5.36

Es de esperar que la paja de arroz en otras localidades tenga un costo menor comparado al costo del rye grass en este estudio. En algunos lugares la paja de arroz se quema mientras que en otros se transporta hacia otras localidades para ser utilizado en la alimentación de vacunos. Así mismo, el costo de la paja de arroz depende del período del año. Así en la costa en épocas de cosecha de arroz (mayo y junio), este residuo es abundante y barato, mientras que se encarece entre los meses de agosto a noviem-

bre. Por lo tanto el costo de la paja de arroz tratada con urca es mayor en este estudio con respecto al costo de rye grass.

## CONCLUSIONES GENERALES

La mayoría de los sistemas ganaderos (carne y leche) compiten con la alimentación humana por la utilización de los granos de los cereales (maíz, cebada, trigo, etc.). Por ello, es muy importante que se valoren otras alternativas que permitan su sustitución por recursos alimenticios que no compitan con la dieta de la gente. El empleo de los subproductos o residuos de agroindustria para la alimentación de los bovinos, no sólo dejarán disponibles esos granos para la población sino que la uti-

lización de esos recursos "sustitutos" cubrirá, más eficientemente, los requerimientos en energía y proteína de los animales y mejorará, significativamente, el resultado económico de la empresa ganadera.

Además, como se enunció al comienzo de esta publicación, se reducirán los riesgos de contaminación del ambiente al evitar que estos residuos sean arrojados al suelo o a las aguas (ríos, lagunas o mares).

En resumen, del conocimiento, experiencias y habilidades en el manejo y balance de dietas con subproductos y residuos de agroindustria se lograrán potenciar los resultados productivos y económicos de la empresa agropecuaria.





## ANEXO

Tabla de composición nutricional de algunos subproductos y residuos de Agroindustria (reales) (sobre base seca)

Subproducto o Residuo	MS (%)	PB (%)	Dig. de la MS (%)	Energía metabolizable (Mcal EM/kg MS)	Ca (%)	P (%)	FDN (%)	CNES (%)	Alm. (%)	Grasa (%)
Aceituna, torta	45.0	4.0	47.0	1.69	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Afrechillo de Avena	91.0	5.0	78.0	2.81	0.45	0.58	s/d	s/d	s/d	3.0
Afrechillo de Arroz	91.0	15.0	70.0	2.53	0.65	0.45	30.0	s/d	40.0	18.0
Afrechillo de Maíz	88.5	14.0	83.0	2.99	0.08	0.54	51.0	s/d	72.0	8.0
Afrechillo de Trigo	86.0	16.0	78.0	2.81	0.12	1.4	51.0	s/d	23.0	5.0
Algodón, cáscara	90.0	7.0	22.0	0.79	0.3	0.37	85.0	s/d	s/d	s/d
Algodón, harina (extr. x solventes)	90.0	43.0	60.0	2.16	0.22	1.2	43.0	s/d	s/d	4.0
Algodón, semilla	92.0	25.0	90.0	3.24	1.8	0.21	40.0	44.0	20.0	s/d
Algodón, torta prensada	87.0	44.0	86.0	3.10	4.4	0.17	30.0	s/d	s/d	s/d
Arroz, Salvado	82.0	4.0	62.0	2.24	0.02	0.17	s/d	s/d	s/d	s/d
Bagazo de caña de azúcar	91.0	1.2	51.0	1.84	0.9	0.2	54.0	s/d	s/d	s/d
Banano, cáscara madura	15.0	4.0	39.0	1.40	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Banano, fruto maduro	30.0	5.0	70.0	2.25	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Banano, pseudo tronco	10.0	2.0	32.0	1.15	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Batata, hojas	12.0	20.0	34.0	1.22	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Batata (tubérculo fresco)	32.0	7.0	80.0	2.88	0.25	0.23	s/d	s/d	s/d	s/d
Caseína, deshidratada	91.0	93.0	89.0	3.20	0.67	0.90	s/d	s/d	s/d	s/d
Caramelo	62-65	6-8	80-88	2.89-3.17	s/d	s/d	s/d	80-85	s/d	7-15
Cebada, raicilla o pellets seco	91.0	22.0	76.0	2.74	0.55	0.65	29.0	12.0	28.0	s/d
Cebada (de cuarta clase)	91.0	9.0	75.0	2.70	0.2	0.24	32.0	s/d	s/d	2.0
Cítricos, pulpa	10.0	7.0	85.0	3.06	s/d	s/d	35.0	s/d	s/d	s/d
Cítrico, orujo	17.0	18.0	92.0	3.31	0.07	0.57	s/d	s/d	s/d	9.0
Subproducto o Residuo	MS (%)	PB (%)	Dig. de la MS (%)	Energía metabolizable (Mcal EM/kg MS)	Ca (%)	P (%)	FDN (%)	CNES (%)	Alm. (%)	Grasa (%)
Coco, pulpa	95.0	7.0	12.0	0.45	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d

Corn Flaked (cocos/sucaritas)	91.8	8.06	88.5	3.18	s/d	s/d	s/d	15.0	75.0	s/d
Corn gluten feed	90.0	25.0	81.0	2.92	0.4	0.1	s/d	45.0	20.0	2.0
Corn gluten meal	91.0	47.0	90.0	3.24	0.48	0.15	s/d	37.0	s/d	s/d
Fideos, rechazo	90.0	12.0	84.0	3.02	0.35	0.48	s/d	28.0	75.0	s/d
Galletitas, descarte	90.0	4.10	90.0	3.24	0.15	0.3	22.0	s/d	s/d	s/d
Germen de Trigo	86.0	18.0	75.0	2.70	0.9	0.88	s/d	s/d	23.0	5.0
Germen de Maíz	91.0	12.0	92.0	3.31	0.7	0.57	18.0	s/d	s/d	9.0
Girasol, cáscara	90.0	5.0	30.0	1.08	0.25	0.15	85.0	s/d	s/d	s/d
Girasol, harina	91.0	32.0	70.0	2.52	0.4	0.9	40.0	s/d	s/d	s/d
Girasol, semilla	92.0	27.0	55.0	1.98	0.65	0.48	75.0	s/d	s/d	45.0
Jajoba, pellets	95.0	27.0	63.0	2.27	0.48	0.35	87.0	s/d	s/d	s/d
Lino, harina	96.0	34.0	80.0	3.24	0.4	0.8	25.0	s/d	s/d	s/d
Lino, torta	90.0	27.0	63.0	2.27	0.8	0.96	24.0	s/d	s/d	s/d
Levaduras de cerveza	94.0	44.0	85.0	3.06	0.9	1.0	s/d	s/d	s/d	2.0
Naranja, cáscara deshidratada	93.0	5.0	84.0	3.02	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Maíz, harina de cascarilla	89.0	11.0	95.0	3.42	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Maíz, polenta	91.0	8.0	83.0	2.99	0.3	0.42	5.0	s/d	s/d	s/d
Maní, harina	88.0	52.0	77.0	2.77	0.8	0.65	s/d	15.0	s/d	s/d
Mandioca, hojas	16.0	24.0	39.0	1.40	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Mandioca, raíz	28.0	2.0	74.0	2.66	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Manzana, silaje de orujo	16.0	8.0	65.0	2.34	1.8	2.9	60.0	23.0	s/d	s/d
Melaza, caña de azúcar	82.0	2.5	83.0	2.99	0.02	0.012	s/d	95.0	s/d	s/d
Subproducto o Residuo	MS (%)	PB (%)	Dig. de la MS(%)	Energía metabolizable (Mcal EM/kg MS)	Ca (%)	P (%)	FDN (%)	CNES (%)	Alm. (%)	Grasa (%)
Papa, cáscara	12.0	22.0	75.0	2.70	0.28	0.2	29.0	s/d	21.0	2.0
Papa, tubérculo fresco	23.0	9.0	86.0	3.10	0.12	0.20	4.0	s/d	74.0	0.4
Pescado, harina	92.0	68.0	77.0	2.77	0.8	1.5	s/d	s/d	s/d	s/d
Plumas, harina	91.0	80.0	87.0	2.88	0.2	0.75	4.0	s/d	s/d	5.0
Pollinaza o cama de pollos	83.0	18.0	55.0	1.98	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Remolacha, pulpa	19.0	9.0	37.0	1.33	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d

Trigo, salvado	96.0	20.0	84.0	3.02	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Trigo, semita plus	88.0	14.0	86.0	3.10	0.8	0.65	s/d	s/d	48.0	4.0
Trigo, semitín	88.0	13.0	80.0	2.88	0.65	0.74	s/d	s/d	22.0	s/d
Soja, cáscara	88.0	9.0	48.0	1.73	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Soja, harina	90.0	45.0	88.0	3.17	0.3	0.7	20.0	s/d	s/d	s/d
Soja, pasta	88.0	46.0	45.0	1.62	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Soja, poroto	90.0	34.0	90.0	3.24	0.68	0.9	55.0	s/d	18.0	20.0
Sojilla	89.0	32.0	88.0	3.17	0.7	0.6	50.0			12.0
Suero líquido (leche)	6.0	2.0	76.0	2.74	0.25	0.25	s/d	s/d	s/d	s/d
Tomate, pulpa	23.0	22.0	47.0	1.69	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Uva, orujo	37.0	14.0	58.0	2.09	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Zanahorias (raíces frescas)	12.0	10.0	84.0	3.02	0.4	0.35	9.0	s/d	s/d	s/d
Zapallo calabaza	16.0	17.0	88.0	3.17	0.6	0.8	38.0	s/d	s/d	s/d

*Referencias:*

*MS: materia seca, PB: proteína bruta, Dig. de la MS: digestibilidad "in vitro" de la MS, Ca: calcio, P: fósforo, FD: fibra detergente neutro*

*CNES: carbohidrato no estructurales solubles, Alm.: almidón, S/d: sin datos*

*Fuente: análisis propios*

## LITERATURAS CITADAS

- Adams R.S. , et al. 1990. Meeting the Protein Needs of Lactating Dairy Cattle. The Pennsylvania State University.
- Aguilar, A.A., Smith,N.E., and Baldwin, R.L. 1984. Nutritional value of almond hulls for dairy cows. *J. Dairy Science*. 67:97-103.
- Aguilar-Rivera, N.; Galindo, G.M.; Fortanelli, J.M. y Contreras, C.S. 2009. ¿Por qué diversificar la agroindustria azucarera en México?. *Revista Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*. 3(1):62-75.
- Aguilera, J.F. 1999. Aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 9(4):253-267.
- Aharoni,Y, Nachtom,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.* 73:2721-2730.
- Alarcón. F y Dominique D. CIAT 1998. Almidón Agrío de Yuca en Colombia Producción y Recomendaciones.
- Aldrich,J, Akey,C, Inc. Lewisburg, OH. 1998. Putting the carbohydrates and protein (amino acid) together for optimum profit and performance. <http://www.das.eas.psu.edu/dairymap/publication/dadmc97/paper10htm>.
- Allbrahim, R., M. Doherty, L. O'Grady, V. Gath, P. Duffy y F. Mulligan. 2008. Influence of Body Condition at Calving and Feed Supplementation with Yeast Culture on Feed Intake, Peripheral Blood Metabolites and Blood Mineral Concentrations in Early Lactating Dairy Cows. *Journal of Animal Science*. 86(E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science*. 91(E-Suppl. 1). p. 54.
- Altaf, M., B. Navena., M. Venkateswar, E. Vijay, G. Reddy. 2005. Single fermentation of starch to L(+) lactic acid by *Lactobacillus amylophilus* GV6 in SSF using inexpensive nitrogen sources to replace peptone and yeast extract - optimization by RSM.
- Andreasen, A.A., Stier, T.J.B. 1953 Anaerobic nutrition of *Saccharomyces cerevisiae*. 1. Ergosterol requirement for growth in a defined medium. *J. Cell. and Comp.Physiol.* 41:23.
- Anrique, R. 1992. Caracterización nutritiva y uso de algunos subproductos para la alimentación de rumiantes. Latrille (ed.). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-16. 295-329
- Anrique G., R. y M. P. Viveros. 2002. Efecto del Ensilado Sobre la Composición Química y Degradabilidad Ruminal de la Pomasa de Manzana. *Arch. Med. Vet.* 34(2):189-197.
- Arambel, M. J. Rung-Syin, T. 1987. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* growth in the rumen ecosystem. *Memories. 19th Biennial conference on rumen function.* 17-19.
- Armentano, L.E., Bertics, S.J. and Ducharme, G.A.1997. Response of lactating cows to methionine or methionine plus lysine added to high protein diets based on alfalfa and heated soybeans. *J.Dairy Sci.*80:1194-1199.
- AOAC 1995. Official methods of analysis. 16th Ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA,USA.
- AOAC. 2000. Official Method of analysis. 16th Ed. Ass. Off. Agric. Chem. Washington, D.C.
- Balbuena, O., Arakaki, L. C., Stahringer, R.C., D'Agostini, A., Gándara, F.R., Kucseva, C.D. y Velazco, G.A. 1998. Valor alimenticio de la semilla de algodón comparada con maiz-urea en la suplementación invernada de novillos en pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Animal* 18(Supl. 1):30-31 (Abstract).
- Balbuena, O. ; Kucseva, D.C. ; Stahringer, R.C. y D'Agostini, A. 1998b. Semilla de algodón y pellet integral de algodón para destetes. *Ganadería del NEA, Avances en Nutrición Animal*, pp. 57-60. INTA, 1998.
- Balbuena, O., García, P.T., Kucseva, C.D. y Stahringer, R.C. 2000a. Efecto de la suplementación

- invernal con diferentes niveles de semilla de algodón sobre la composición de la grasa en novillos. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Montevideo, marzo/2000.
- Balbuena, O., Kucseva, C.D., Arakaki, C.L., Gándara, F.R., Stahringer, R.C., D'Agostini, A. y Velazco, G.A. 2000b. Suplementación invernal discontinua en recría de vaquillas con baja oferta forrajera. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20(Supl.1):57-58.
- Balbuena, O., Kucseva, C.D., Arakaki, C.L., Stahringer, R.C. y Velazco, G.A. 2000c. Fuentes de proteína en la suplementación invernal de la recría de bovinos en pasturas subtropicales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20(Supl.1):62-63.
- Balbuena, O., Kucseva, C.D., Arakaki, C.L. y Koza, G.A. 2001. Efecto de niveles de semilla de algodón sobre el ambiente ruminal de novillos alimentados con heno de pasto estrella. *Rev. Arg. Prod. Animal* 21(Supl. 1):2-3.
- Ballio, A; Di Vittorio, V. and Russi, S. 1964. The isolation of trehalosa and polyols from the conidia of *Penicillium chrysogenum*. *Thom. Arch. Biochem. Biophys.* 107:177-183.
- Becerra, A., Rodríguez, C., Jiménez, J., Ruiz, O., Elías A. & Ramírez, A. 2008. Urea y maíz en la fermentación aeróbica de bagazo de manzana para la producción de proteína. *Tecno ciencia Chihuahua* 2:7.
- Bergey 1984. *Manual of determinative Bacteriology*. The Williams y Wil kings company baltimore.
- Bitencourt, L. L., M. N. Pereira, B. M. L. de Oliveira, J. R. M. Silva, G. S. Díaz Junior, F. Lopes, R. C. M. de Melo y S. Seicola-Junior. 2008. Response of Lactating Cows to the Supplementation with Live Yeast. *Journal of Animal Science*. 86 (E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science*. 91(E-Suppl. 1). p. 264.
- Blondin, B. e Vézinhet F. (1988), Identificación de souches de levures oenologiques par leurs caryotypes obtenus em électrophorèse en champ pulsé. *Révue Française d'Oenologie*, v.28, p.7-11.
- Bolsen K.K., Berger, L.L., Vonway, K.L. and Riley, L.G. 1976. Wheat, barley and corn silage for growing steers and lambs. *J. Anim. Sci.* 42:186-191.
- Bondi, A. 1988. Las proteínas y su metabolismo en los animales monogástricos. En: *Nutrición animal* (ed). Acribia.pp 119-139
- Boza, J. y Ferrando, G. 1989. Situación actual en el estudio y aprovechamiento de los subproductos en España. En: *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal*. III. Junta de Andalucía. 574 p.
- Brennan, W.G; Cash, E.H. and Henderson, H.E. 1987. Changes in nitrogenous compounds of the whole corn plant during ensiling and subsequent effects on dry matter intake by sheep. *J. Anim. Sci.* 39:629-637
- Broderick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *J. Dairy Sci.* 63:64-75.
- Brosch A., Z. Holzer, D. Levy y Y. Aharoni. 1993. The effect of maize grain supplementation of diets based on wheat straw and poultry litter on their utilisation by beef cattle. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 40:165-175.
- Buitrago. J. 1999. La Yuca en la alimentación animal CIAT. Departamento de Salud publica y Servicios Humanos de los EE.UU. 2004., Resumen Salud publica Cianuro Septiembre del 2004 articulo en Internet.
- FAO Sistema de información de los recursos del pienso 1998. El 4 Manihot esculenta Cranz (M. utilísima) articulo publicado en Internet.
- Bustos Vázquez, G. 2007. Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: una revisión. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 5(4) 293-305
- Cabral J A, Escobar A. Combellas J. 1992. Incorporación de la harina de pescado y/o lípidos en raciones alimenticias para becerros en crecimiento. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Informe Anual IPA; 79: 80.
- Calderón A., J. O., A. Elías I. y M. Valdivie N. 2005. Dinámica de la Fermentación en Estado Sólido de las camas de Cascarilla de Café en Inicio de Ponedoras Inoculadas con Vitafert. *Redvet. Elect, Vet.* (6) 5.

- Campbell, C.G., Titgemeyer, E.C. and Milton, C.T. 1997. Amino acid supplementation to growing and finishing steers. KSU cattlemen's day. <http://129.130.75.14/dpansi/catlday/cam.htm>.
- Caparra P., Foti F., Scerra M., Sinatra M.C., Scerra V. 2007. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. *Small Rum. Res.*, 68: 303-311.
- Cecava, M.J. 1995. Protein requirements of beef cattle. En: *Beef cattle feeding and nutrition*. (Perry, T.W y Cecava, M.J. Eds.) Academic Press, London, 53-67.
- Cechetti, S., Acebal, M.A., Calvo, F., Boffelli, M., Figallo, R y de Gea, G. 1998. Degradabilidad ruminal de la materia seca y proteína de subproductos agroindustriales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* vol.18 (1):8-9.
- Cerda, D, H. Manterola, O. Vallejo, J. Mira y L. Sirhan. 1998. Efecto de proteger la proteína del afrecho de soya con formaldehído, sobre la utilización de proteína por el rumiante. *Avances en Producción Animal* N° 23 (1-2) : 99-106.
- Cerda, D y H. Manterola. 2000. Estudio comparativo de dos métodos de protección de la proteína del afrecho de soya para disminuir la degradabilidad ruminal. *Proceedings de la XVI Reunión Latinoamericana de producción Animal*. Montevideo, Uruguay. 28-31 de marzo. 2000 (En CD).
- Chalupa, W. 1974. Rumen by pass and protection of proteins and amino acid. *J. Dairy Sci.* 58 (8):1198-1217.
- Cobos, P. 1996. Microbiología aplicada a producción de rumiantes. Memoria: Curso internacional avanzado de nutrición de rumiantes. 23-25 octubre de 1996. Univ. Autónoma Metropolitana, Educación continua CBS. México D.F.: 1-16.
- Combellas, J. 1993. Nitrogen supplementation of maize and sorghum silage for growing cattle. In: *Feeding strategies for improving ruminant productivity in areas of fluctuating nutrient supply*. IAEA, Viena. TECDOC-691, pp. 49-59.
- Combellas J. y R. Álvarez. 2001. Uso de la cama de pollos en raciones para bovinos. En: Tejos R., C. Zambrano, L. Mancilla (Eds.). VII Seminario Manejo y utilización de pastos y forrajes. UNELLEZ, Barinas. pp.21-31.
- Conrad H. J. y Pastrana B. R. 1990. Amonificación usando urea, para mejorar el valor nutritivo de materiales fibrosos. ICA-INFORMA. 1-11.
- Coppo, J.A, Mussart, N.B., Navamuel, J.M., Fioranelli, S.A., Revidatti, M.A y Capellari, A. 2002. Ganancia de peso y cambios lipídicos en suero de vacas de internada suplementadas con bagazo de citrus en Argentina. [http://www.engormix.com/s\\_articles\\_list.asp?AREA=GDC](http://www.engormix.com/s_articles_list.asp?AREA=GDC)
- Coppo, J.A, Mussart, N.B., Navamuel, J.M., Fioranelli, S.A., Revidatti, M.A y Capellari, A. 2003. Evolución de indicadores de efectos secundarios indeseables en vacas refugio suplementadas con bagazo de citrus, Cátedra Zootecnia Gral Fac. Cs.Veterinaria Univ. Nac. Del Nordeste. <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=-8FC7-7197-4C69-80D412AC7868892A&>
- Crawford, R.L. y Hoover, W.H. 1984. Effects of particle size and formaldehyde treatment of soybean meal on milk production and composition for dairy cows. *J.Dairy Sci.*67:1945-1952.
- Crawford, R.J.Jr and Garner G.B. 1993. Ammoniation of endophyte-infested tall fescue hay and supplementation by product feeds to improve steer performance. *J.Anim.Sci.* 71(1):378 (abst)
- Cruz, E.; Almaguel, R.E.; Mederos, C.M.; González, C y Ly, J. 2009. Rasgos de comportamiento de cerdos de engorde alojados en cama profunda de bagazo y alimentados con dietas basadas en mieles enriquecidas de caña de azúcar. *Livestock Research for Rural Development* 21 (9).
- Danisco, 2002. Residuo Sólido de Limón. Folleto informativo DANISCO. 19 pp. Dann, H. M., J. K. Drackley, G. C. McCoy, M. F. Hutjens y J. E. Garrett. 2000. Effects of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Prepartum Intake and Postpartum Intake and Milk Production of Jersey Cows. *Journal of Dairy Science.* 83:123-127.
- Dawson, K. A. Newman, K. E. 1987 Fer-

- mentation in rumen stimulating continuous cultures receiving probiotic supplements. *J. Anim. Sci.* 66 (suppl.1):500.
- Dawson, K. A. 1989. Modification of rumen function and animal production using live microbial cultures as feed supplements. *Proceedings California Animal Nutrition Conference, centre Plaza, Holiday inn. Fresno. California.* pp 25-43.
- Dawson, K.A.; K.E., Boling, J.A. 1990. Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. *J. Anim. Sci.* 68:3392-3398.
- Demarquilly, C. 1981. Recent changes in silage production. *INRA. Laboratoire des aliments. France.* 10 p.
- Dengis, P. D., Nelissen, L. R., Rouxhet P.G.. 1995. Mechanisms of yeast flocculation comparison of top-and bottom-fermenting strains. *Appl. Env. Microbiol.* 61:718- 728.
- De Queiroz A. C., Lemenager R. P., Hendrix K S, De Alencar Fontes C. A. 1992a. Sistema de manejo alimentario para vacas de corte em gestacao utilizando palha do trigo amonizada, *Rev Soc Bras Zoot.* 41: 1014-1019.
- De Queiroz A. C., Semanager Rp, Hendrix K S y De Alencar Fontes C. A. 1992b. Efecto do tratamento da palha de trigo com amonia anidra sobre a proteina bruta, digestibilidade in vitro da materia seca e os componentes da fibra, ápos varios tempos de amonicacáo e periodos de aeraca. *Rev Sec Bras Zoot.* 21: 1020-1027.
- Deshpande, M. 1999. Mycopesticide Production by Fermentation: Potential and Challeges. *Critical Reviews in Microbiology.* Londres. 25(3): 229-243.
- Díaz , A., Avendano, M. & Escobar, A. 1993. Evaluation of *Sapindus saponaria* as a defaunating agent and its effects on different ruminal digestion parameters. *Liv. Res. Rural Develop.* 5:1.
- Díaz P., D. 2006. Producción de Proteína Microbial a Partir de Manzana de Desecho. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Díaz Plascencia D., C. Rodríguez. Muela, P. Mancillas Flores, C. Angulo. F. Salvador, C. Arzola, J. A. Jiménez, S, Mena, A. Elías. 2010a. Producción de proteína microbiana a partir de manzana de desecho con fermentación en estado sólido a 32 o C. *Redvet. Elect, Vet.*(11) 10: 1-9.
- Díaz Plascencia D., C. Rodríguez. Muela, P. Mancillas Flores, C. Angulo. F. Salvador, O. Ruiz, H. O. Rubio, S, Mena, A. Elías. 2010b. Desarrollo de un inóculo con diferentes sustratos mediante fermentación sólida sumergida. *Redvet. Elect, Vet.*(11) 10:1-10.
- Dickrell, J. 2007. Dairy to day "el glicerol puede sustituir al maíz en dietas a mitad de lactancia. <http://www.agweb.com/DairyToday/Article.aspx?id=137167> [Consulta: 10/4/08].
- D'Mello, J.P.F. & Devendra, C. 1995. In *Tropical Legumes in Animal Nutrition.* CAB International. Ed. Wallingford U.K. Pág. 338.
- Doelle H. W., Mitchell D. A. y Rolz C. E. 1992. *Solid Substrate Cultivation.* Elsevier Applied Science, London, N. York, Chapter 3, 35.
- Dolberg F, Finlayson P. 1995. Treated Straw for beef production in China. *Revista Mundial de Zootecnia (FAO),* 82: 14-23.
- Dreyer, A.; Coello, N. Y Montiel, E. 2000. Utilización de la metodología de superficie de respuesta en la optimización de un medio de cultivo para la producción de l-lisina por *Corynebacterium glutamicum*. *Agronomía Tropical* 50(2):167-188.
- Edmonson A., I. Lean, L. Weaver, T. Farver y G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
- Elías, A. 2004. Procesos biotecnológicos para la producción y utilización de alimento animal. *Symposium internacional, tendencias actuales de la producción de carne en zonas áridas.* Chihuahua, Chihuahua, México.
- Elías A. Lezcano. 1993. Efecto de la fuente de N y algunos factores de crecimiento en la población de levaduras que se establece en la producción de Saccharina. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 27:277.



- Elías A. y Lezcano. 1994. Efecto de la inclusión de niveles de harina de maíz en la fermentación de la caña de azúcar. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 28:319.
- Elías A., Orquidea, Lezcano, Cordero. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 24:1.
- Elías, A., O. Lezcano, P. Lezcano, J. Cordeiro y L. Quintana. 1990. Reseña Descriptiva sobre el Desarrollo de una Tecnología de Enriquecimiento Proteico de la Caña de Azúcar Mediante Fermentación en Estado Sólido (Saccharina). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 24(1):3-12.
- Ertola, R.; Yantorno, O y Mignone, C. 1994. *Microbiología Industrial.* [http://www.science.oas.org/Simbio/mbio\\_ind/mbio\\_ind.htm](http://www.science.oas.org/Simbio/mbio_ind/mbio_ind.htm). Ben Gurion University, Israel.
- Elizalde, J.C.; Rearte, D.H. y Santini, F.J. 1993. Utilización de silaje de maíz en vacas lecheras en pastoreo. *Boletín tec.* N° 117 EEA-INTA Balcarce.
- Escandon, V. 1983. Utilización de subproductos agrícolas e industriales en la nutrición de animales herbívoros. Diferencias interespecíficas apreciables. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 198 p.
- Fernández Mayer, A.E, 2001. Suplementación energética y proteica y sus efectos en la producción de carne y leche en rumiantes. Material didáctico N° 6 (INTA) ISSN 0326-2626. 80 pp.
- Fernández Mayer, A. E, Santini, F. J., Rearte, D. H., Mezzadra, C, Garcia, S.C. y Manchado, J.C. 1998. Engorde a corral de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base. Respuesta productiva a diferentes niveles de grano de maíz y harina de girasol. Tesis Magister Sci. INTA Balcarce-UNMdP, pp 89.
- Fernández Mayer, A.E. 2006. La calidad nutricional de los alimentos y su efecto sobre la producción de carne y leche. Serie didáctica INTA N° 8 ISSN 0326-2626 47 pp.
- Ferrer, J.R., G. Páez, Z. Mármol, E. Ramones, H. García and C. Forster. 1996. Acid hydrolysis of shrimp-shell wastes and the production of single cell protein from hydrolysate. *Biores. Technol.* 57: 55-60.
- Fick K., L. Mc Dowell, P. Milles, N. Wilkinson, F. Funk, J. Conrad y R. Valdivia. 1979. *Métodos de Análisis de Minerales para Tejidos de Plantas y Animales.* 2ª. Ed. Latin American Mineral Research Program, University of Florida, USA.
- Fluharty,F.L. y Loerch,S.C. 1996. Effects of protein concentration and protein source on performance of newly arrived feedlot steers. *J.Anim. Sci.*73:1585-1594.
- Forraje Journal, 1997. Productos y subproductos para la alimentación animal. Tomo 1 N° 8. Pp 78.
- Gallegos A., M. A. 2007. Conteo de Células Somáticas en Leche, Actividad Antioxidante del Plasma y Componentes Celulares Sanguíneos de Vacas Holstein en Producción Alimentadas con Manzanarina en la Dieta. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Gallinger, M.M., Balbuena, O., Kucseva, C.D., Mastandrea, O.R. y Gándara, F.R. 2000. Suplementación de novillos en terminación con diferentes niveles de semilla de algodón en la ración. Efecto sobre la aceptabilidad de la carne. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Montevideo, marzo/2000.
- Ganner, A., L. Fink y G. Shatzmayr. 2008. Quantitative in vitro Assay to Evaluate Yeast Products Concerning to their Binding Activity of Enteropathogenic Bacteria. *Journal of Animal Science.* 86(E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science.* 91(E-Suppl. 1). 54.
- García, C.S. y Santini, F.J. 1994. Intensificación en invernada. Curso de Actualización. Area de investigación en Producción Animal. EEA INTA Balcarce-FCA UNMdP.
- Garmendia J. y H. Berrizbeitia. 1999. Uso de las excretas de aves en la alimentación bovina. 1. Valor nutritivo y tratamientos para mejorarla. In: N. Peña, D. Plasse, R. Romero y J. DeVenanzi (Eds.). XV Curso sobre Bovinos de Carne. Universidad Cen-

- tral de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 1-25.
- Geros, H., Cassio, F. y Leao, C. 2000. Utilization and transport of acetic acid in *Dekkera anomala* and their implications on the survival of the yeast in acidic environments. *J Food Prot* 63, 96–101.
- Gerig N., H. Rodríguez, J. Combellas y L. Gabaldón. 2000. Influencia del nivel de cama de pollos en la ración sobre algunas características de la digestión ruminal y las ganancias de peso de toros en ceba. *Zootecnia Trop.*, 18(3):323-335.
- Gervais, P. y Bazelin, C. 1986. Development of a solid-substrate fermentor allowing the control of the substrate water activity. *Biotechnology Letters*. 8 (3): 191-196.
- Giunta, R. 2007. Estimación del Potencial Consumo de Pellets de soja. Para Alimentación Animal en Santa Fe y el País. Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Naturales Dirección General de Programación y Coordinación Económica Financiera.
- Gómez Galeano, M. 2006. Utilización de la Yuca en la alimentación de Rumiantes en la costa norte colombiana [http://www.engormix.com/s\\_articles\\_view.asp?art=891&AREA=GDC](http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=891&AREA=GDC).
- Gonzalez, H, H. Manterola, D. Cerda, J. Mira y L. Ramírez. 2000. Inclusión de soya protegida con formaldehído en dietas de vacas lecheras y su efecto sobre parámetros ruminales, producción y composición de leche. *Av. En Prod. Anim.* Vol 25(1-2): 113-120.
- Grajek, W. P., Gervais, H. 1987. Influence of water activity on the enzyme biosynthesis and enzyme activities produced by *Trichoderma Viride* TS in solid state fermentation. *Enzyme and Microbial Technology*. 9: 658-662.
- Gutiérrez P., F. J. 2007. Efecto de la manzanarina sobre los componentes fisicoquímicos y producción de leche. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Haddad, S. A. y C. C. Lindegren. 1953. A Method for Determining the Weight of an Individual Yeast Cell. *Applied Microbiology*. 1(3):153-156.
- Hang, Y. D., C. Y. Lee, E. E. Woodams y H. J. Cooley. 1981. Production of Alcohol from Apple Pomace. *Applied and Environmental Microbiology*. 42(6):1128-1129.
- Hardy, G. 1992. Fermentación anaeróbica y resistencia a la descomposición aeróbica de pomasa de manzana, bagazo de tomate y colillas de remolacha. Tesis, Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 70 p.
- Harris, J.B. 1992. Vegetable protein meal by-product feedstuffs for dairy cattle. <http://www.hammock.ifas.ufl.edu/bot/fairs/2501>.
- Hart, S.P. 1987. Associative effects of sorghum silage and sorghum grain diets. *J. Anim.Sci.* 64; 1779-1789.
- Henzler, H. J., Schedel, M. 1991. Suitability of the shaking flask for oxygen supply to microbial cultures. *Bioprocess Engineering*. 7: 123-1 31.
- Hernández, G. C. 2008. Cinética de fermentación in vitro, comportamiento productivo y características de la canal de ovinos engordada con y sin manzanarina. Tesis de maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Hernot, D. C., G. C. Fahey, Jr., S. Reeves y M. Scott. 2008. Microbiological and Immunological Effects of Two Yeast-Based Complex Fermentation Ingredients on Adult Dogs. *Journal of Animal Science*. 86(E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science*. 91(E-Suppl. 1). p. 213.
- Hesseltine, C. W. 1972. Solid State Fermentation. *Biotechnology and Bioengineering*. 1351 7-532.
- Hession, A.O., Tung, R.S., Kreck, E.M., Kung, L. 1992. Effect of adding live yeast cultures on in vitro ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 70 (suppl. 1): 309.
- Herrera Saldana, Gomez Alarcon, R, Rorabi, M. And Huber, J.T. 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen

utilization and microbial protein synthesis. *J. Dairy Sci.* 73:142.

Hoover, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.* 69: 2755-2766.

Hoover, W.H. and Stokes, S.R. 1991. Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:3630.

Ibarra, A., Y. García, E. Valiño, J. Dustet, N. Albelo y T. Carrasco. 2002. Influence of Aeration on the Bioconversion of Sugarcane Bagasse by *Trichoderma viride* M5-2 in a Static Bioreactor of Solid Fermentation. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 36(2):152-158.

INRA. 1988. Conservation des fourrages. In : Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA. Paris. P376-396.

Jackson, M. 1997. Optimizing nutritional conditions for the liquid culture production of effective fungal biological control agents. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology.* Alemania. 19:180-187.

Jackson, M.; Payne, A y Odelson, D. 2004. Liquid-culture production of blastospores of the bioinsecticidal fungus *Paecilomyces fumosoroseus* using portable fermentation equipment. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology.* 31:149-154.

Jacobs, J.L. y Zorrilla Rios, J. 1994. Silage or hay based diets supplemented with different levels of grain for fattening cattle. *Exp. Agr.* 34:1093-1098.

Jarrige, R. Demarquilly, C. et Dulphy, J. P. 1982. La conservation des Jonany, J. P. 1996. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *J. Nutr.* 126:1335.

Jones, C. and Thomas, C. 1987. Maintenance of strain specificity and bile tolerance when producing. In: T.P. Lyons Ed. *Biotechnology in the Feed Industry.* Alltech's. Biotechnology center. Nicholasville, KY. USA.

Jordán, H. 1995. Una nueva estrategia en la alimentación de los bovinos. *Agro AFIAC.* Guadalajara, México. Pp. 238.

Joshi, V. K. y D. K. Sandhu. 1996. Preparation and Evaluation of an Animal Feed Byproduct Produced by Solid-State Fermentation of Apple Pomace. *Bioresource Technology.* 56:251-255.

Josifovich, J. 1994. No solo de pasto vive el vacuno. *Campo y Tecnología* N° 8.

Kaiser, A y Simmul, L. 1992. Finishing steers on maize silage and grain diets. In: *Maize silage for beef production. Reporting a joint project between Dep. of Food and Agr. and Meat Research Corporation.*

Khan A G, Ullah. W, Azim A, Ali A. 1996. On farm demonstration of various storage methods for urea treated wheat staw. *Animal Nutrition Program, National Agricultural Research Centre, Islamabad, Pakistan,* 9: 281-285.

Kauffman, 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.

Kawashima, T.; Sumamal, W.; Pholsen, P.; Chaithiang, R. and Boonpakdee, W. 2001. Relative aerial biomass yield and changes in chemical composition after cutting of sugarcane in Northeast, Thailand. *JIRCAS Journal.* 9:47-51.

Kilkenny, J. B. 1978. Utilization of maize for beef production. In: Buting, E. S., Pain, B. F., Phipps, R. H., Wilkinson, J. M. and Gunn, R. E.(eds). *Forage maize production and utilization.* Agricultural Research Council. London.pp.

Kim, S. W., H. Brandherm, B. Newton, D. Cook e I. K. Yoon. 2008. Effects of Dietary Yeast Culture Supplementation to Gestation and Lactation Diets on Performance of Sows and Litters. *Journal of Animal Science.* 86 (E-Suppl. 2).

*Journal of Dairy Science.* 91 (E- Suppl. 1). p. 347. Klopfenstein, T. 1997. Feeding animal protein products, alternative feed. University of Nebraska-Lincoln.

Klose, A. A. y H. L. Fevold. 1945. Nutritional Value of Yeast Protein to the Rat and the Chick. *The Journal of Nutrition.* 29:421-430.

Kosaric, N., M. Bottner and R. Blaszczyk.

1989. Growth of *Saccharomyces cerevisiae* in stilage from alcohol fermentation of Jerusalem Artichokes. *Proc. Biochem.* 25: 92-96.
- Kung Jr., L., E. M. Kreck, R. S. Tung, A. O. Hession, A. C. Sheperd, M. A. Cohen, H. E. Swain y J. A. Z. Leedle. 1997. Effects of a Live Yeast Culture and Enzymes on in vitro Ruminant Fermentation and Milk Production of Dairy Cows. 80:2045-2051.
- Kucseva, C. D., Balbuena, O., Slanac, A.L., Schreiner, J., Somma de Feré, G., Koza, G.A. y Rchinotti, D. 2001. Efecto de niveles de semilla de algodón en el suplemento sobre el consumo de heno en novillitos. *Rev. Arg. Prod. Animal* 21(Supl. 1):5-6.
- Lachance, M. A., Bowles, J. M., Starmer, W. T., Barker, J. S. F. 1999. *Kodamaea kakaduensis* and *Candida tolerans*, two new yeast species from Australian Hibiscus flowers. *Canadian Journal Microbiology* 45:172-177.
- Lalman, D. L. 1996. Alternative feeds for beef cows and stockers. University of Missouri-Columbia. <http://www.missouri.edu/anscbeef>.
- Lazcano, G. J. y A. J. Heinrichs. 2008. The Use of Cytometry to Assess Rumen Bacteria in Dairy Heifers Limit Fed Different Forage to Concentrate Ratios with *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Animal Science*. 86(E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science*. 91(E-Suppl. 1). p. 90.
- Loerch, S. C. y Berger, L. L. 1981. Feedlot performance of steers and lambs fed blood meal, meat and bone meal, deshydrated alfalfa and soybean meal as supplement protein source. *J. Anim. Sci.* 53:1198-1203.
- Lomas, L. W., Fox, D. G. and Black, J. R. 1982. Ammonia treatment of corn silage. 1. Feedlot performance of growing on finishing steers. *J. Anim. Sci.* 55: 909-778.
- Londoño, A; Morales Vallecilla; Sánchez, D, 1994. Control de Estrés Calórico en Vacas Lecheras Holstein en el Valle del Cauca. Tesis de Grado. U.Nacional. Palmira.
- Ludovico, P., João, S.M., Silva, M.T., Leão, C. y Côrte-Real. 2001. *Saccharomyces cerevisiae* commits to programmed cell death process in response to acetic acid. *Microbiol Rev* 147, 2409–2415.
- Lyutskanov, N., L. Koleva, L. Stateva, P. Venkov and A. Hadjiolov. 1990. Protein extracts for nutritional purposes from fragile strains of *Saccharomyces cerevisiae*: Reduction of the nucleic acid content and applicability of the protein extracts. *J. Basic Microbiol.* 30(7): 523-528.
- Manterola, H, D. Cerda, E. Porte, C. Machado, L. Sirhan y Julio Möhr. 1997. Estudio del comportamiento productivo de parámetros ruminales en novillos alimentados con niveles crecientes de orujo de uva. *Avances en Producción Animal* N° 2(1-2): 71-80.
- Manterola, H, D. Cerda, J. Mira, L. Sirhan y M. Reyes 1998. Efecto de aplicar formaldehído en soiling y heno de alfalfa, sobre la degradabilidad de la Proteína bruta. *Avances en Producción Animal.* N° 23(1-2):67-72.
- Manterola, H, E. Porte, D. Cerda, L. Sirhan y G. Casanova. 1998. Comportamiento productivo de toritos Hereford alimentados con altos niveles de pomasa de manzana. *Avances en Producción Animal* N° 23(1-2): 73-79.
- Manterola, H. D. Cerda, O. Vallejo J. Mira y L. Sirhan 1998. Protección de la proteína del afrecho de maravilla con formaldehído. I. Efecto sobre la degradabilidad ruminal, digestibilidad y retención de nitrógeno por el rumiante. *Avances en Producción Animal* N° 23 (1-2) 81-89.
- Manterola, H, E. Porte, D. Cerda, J. Mira, L. Sirhan y G. Casanova. 1999. Efecto de incluir altos niveles de pomasa de manzana sobre la degradabilidad de la MS y PB, sobre parámetros ruminales y sanguíneos. *Av. en Prod. Animal.* Vol. 24 (1-2) 31-40
- Manterola, H. Cerda, D y Mira, J. 1999. Los residuos agrícolas y su uso en alimentación de rumiantes. Ed. FIA. Santiago, Chile, 222 p.
- Manterola, H, D. Cerda, J. Mira y M. Lüscher. 1999. Efectos del tratamiento con formaldehído con distintas concentraciones sobre la degradabilidad ruminal de la proteína de diversos alimentos de consumo animal. *Av. en Prod. Animal.* Vol. 24 (1-2) 41-48.

- Manterola, H, D. Cerda, J. Mira y G. Penna. 1999. Protección del afrecho de soya con grasas o soapstock y su efecto sobre la degradabilidad de la Proteína y parámetros ruminales. Av. en Prod. Animal. Vol. 24 (1-2): 49-56.
- Manterola, H., D. Cerda y J. Mira: Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. 2001. Ed. H. Manterola. 1999. Santiago, Chile. 222 p.
- Manterola, H, E. Porte, D. Cerda, J. Mira y C. Plaza: 2000. Efecto de incluir afrecho de soya y grano de maíz tratados con formaldehído, sobre parámetros ruminales y productivos de novillos. Av. Prod. Anim. Vol.25 (1-2):121-130.
- Manterola, H. 2000. Producción, elaboración y comercialización de leche y quesos de ovinos y caprinos. Estudio de caso de la situación de Chile. Proceedings de la XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Montevideo, Uruguay. 28-31 de marzo. 2000. (En CD).
- Manterola, H., D. Cerda y J. Mira. 2001. Protein degradability of soybean meal coated with different lipid substances and its effects on ruminal parameters when included in steer rations. *Animal Feed Science and Technology* 92(2001) 249-257.
- Martín, P. C. 2004. La alimentación del ganado vacuno con caña de azúcar y sus subproductos. Edica. Cuba. 193pp.
- Martin, P. C. 2009. El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. 13 (39:3-10).
- Mehrez, A. Z., Orskov, E. R. and Mc Donald, I. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Br. J. Nutr.* 36:437-443.
- Mendoza, M. G. D., Ricalde-Velasco R. 1993. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma Metropolitana. Cap. 9. Uso de aditivos alimenticios. P 97.
- Mertens, D. R. y Ely, L. O. 1997. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. *J. Anim. Sci.* 49:1085:1095.
- Merchen, N. R., Aldrich, C. G. and Drackley, J. K. 1998. Effects of roasting temperature of whole soybeans on digestion of protein and fat by steers. [Http://www.aces.uiuc.edu/~ansystem/dairyrep96/Merchen.html](http://www.aces.uiuc.edu/~ansystem/dairyrep96/Merchen.html).
- Meyer, P. S., J. C. Du Preez and S.G. Kilian. 1992. Chemostat cultivation of *Candida blankii* on sugar cane bagasse hemicellulose hydrolysate. *Bio-technol. and Bioeng.* 40: 353-358.
- Miller-Webster, T., W. H. Hoover, M. Holt y J. E. Nocek. 2002. Influence of Yeast Culture on Ruminant Microbial Metabolism in Continuous Culture. *Journal of Dairy Science.* 85:2009-2014.
- Minson D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego. Mira, J., Manterola, H., Cerda, D y Aitken, F. 2000. Estudio de sistemas alimenticios para crianza artificial de cordeiros separados de la madre a las 48 hrs de nacidos. Proceedings de la XVI Reunión Latinoamericana de producción Animal. Montevideo, Uruguay. 28-31 de marzo. 2000 (En CD).
- Moo-Young, M., Moreira A. R., Tengerdy R. P. 1983. Principles of Solid Substrate Fermentation. En: *The Filamentous Fungi. Vol. IV Fungal Technology.* Esis, E; E. Smith; D. R. Berry & B. Kristiansen, (Edit.), Arnold, London. pp 117-143.
- Morgan, F. 2003. La pulpa de café enriquecida. Un aporte al desarrollo sostenible en la zona montañosa de Guantánamo. Tesis doctoral. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
- Morley, J. E. 1990. Appetite regulation by gut peptides. *Annu Rev. Nutr.* 10:383-395.
- Morales V. F. Comparación del uso de fuentes de proteicas y energéticas en la simulación de raciones en la zona de Machachi Ecuador en condiciones de sistemas pastoriles basados en Kikuyo y Rye grass, experiencias de campo. *Nutrición Avanzada Nutravan & Avesca.* 2006-2010. En prensa.
- Moran, J. y Wales, B. 1992. Maize silage ideal in feedlot rations In: *Maize silage for beef production Reporting a joint projet between Dep.of Moreno, A.* 1988. Potencial de aprovechamiento ganadero de los subproductos hortícolas de la comarca agraria. Tesis Ing. Agr. Universidad de Cordoba. España. 176 p.

- Mould, F. L. y Orskov, E. R. 1984. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10:1
- Moya, D., S. Calsamiglia, A. Ferret, J. L. Fandiño y L. Castillejos. 2008. Effects of Yeast Culture on Rumen Microbial Fermentation of Heifers Challenged with High-Concentrate Feeding. *Journal of Animal Science*. 86 (E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science*. 91 (E-Suppl. 1). p. 589.
- National Research Council, 1984. (NRC) Nutrient requirement of growth and fattening cattle. 6th. revised edition. Nat. Ac. Press. Washington. D.C.
- Nigan, J. N. 2000. Cultivation of *Candida lutzeri* in sugar cane bagasse hemicellulosic hydrolyzate for the production of single cell protein. *W. J. Microbiol. & Biotechnol.* 16: 367-372.
- Nocek, J. E. y Russell, J. B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71:2070-2107.
- Nouel G. y J. Combellas. 1999. Influence of maize meal or citrus pulp as supplements to diets based in poultry litter and restricted grazing of low quality pastures on liveweight gain of growing cattle. *Livestock Res. Rural Development* 11(1). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/1/nou111.htm>
- Oldham, J. D., Hart, I. C. and Bines, J. A. 1987. Formaldehyde-treated proteins for dairy cows. Effects on blood hormone concentrations. *Br. J. Nutr.* 48:543-547.
- Ojeda, F y Cáceres, O. 2002. Principales avances en a utilización de los subproductos agroindustriales. *Pastos y Forrajes*. 25:21.
- Orskov, E. et. al. 1989. Uso de la técnica de la bolsa nylon para la evaluación de alimentos. *En: Producción Animal Tropical*. V.5(3):213-233.
- Orskov E R. 1980. Nutrición de los rumiantes. Principios y práctica. Zaragoza. Acribia. 119p,
- Osorio, F, 1995. La Proteína en la Alimentación del Ganado de leche. Finca S.A.
- Palma, J. M. 2005. Experiencias en el uso de bloques multinutricionales, caramelos y granulados como suplementos en México. I Congreso Internacional de Producción Animal - II Foro Internacional de la Caña de Azúcar y sus coproductos en la Producción de Leche y Carne. La Habana, Cuba.
- Palma, J. M. 2005. Los árboles en la ganadería del trópico seco. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 2º época. Vol. 9 nº 1. 316.
- Palma, J. M.; Topete, A. y Galina, M. A. 1992. Tablas de valor nutritivo de los alimentos para bovinos en el trópico seco. *Memorias V Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria Trópico* 92. pp. 82-87
- Palma, J. M y Rodríguez, R. 2001. Desarrollo de becerros con base de caña de azúcar con o sin asociación de rastrojo de maíz/pollinaza y un suplemento activador de la función ruminal. *Memorias de la XVII Reunión Latinoamericana de Producción Animal*. La Habana, Cuba. 19 – 23 noviembre 2001. AA41:1-4.
- Pandey, A., 1992. Recent Process Developments in Solid State Fermentation. *Process Biochemistry*. 27: 109-117.
- Pandey, A., C. R. Soccol, J. A. Rodríguez-Leon y P. Nigam. 2010. *Solid-State Fermentation in Biotechnology*. Asiatech Publisher, Inc. New Delhi.
- Pasinato, A. M. 1990. Digestión ruminal y consumo con forrajes de distinto contenido de materia seca en bovinos. Tesis M. Sc. FCA-UNMDP-EEA Balcarce. pp96
- Pavan, E y Santini, F. J. 1998. Uso de calor para disminuir la degradabilidad ruminal de la proteína de la harina de girasol. *Rev. Arg. Prod. Anim.* vol 8 (1): 87-88.
- Pedraza, R. 2000. Bagazo rico en proteínas (BAGARIP) alimento animal obtenido por FES. *Revista de Producción Animal*. 12:45-51.
- Peña R., G., A. Calderón, R. A. Muñoz H., A. Florido, O. Flores M. y C. Falcony G. 2002. Influencia del Tamaño de Grano en la Conductividad

Térmica a Altas Temperaturas en Polvos Aislantes de MgO. *Superficies y Vacío*. 14:44-48.

Perdok H. B, Leng R A. 1987. Hyperexcitability in cattle feed ammoniated roughages. *Anim Feed Sci and Tech*. 1987; 17: 121-143.

Pernalete, Z.; Piña, F.; Suárez, M.; Ferrer, A y Aiello, C. 2008. Fraccionamiento del bagazo de caña de azúcar mediante tratamiento amoniacal: Efecto de la humedad del bagazo y la carga de amoníaco. *Bioagro*. 20(1):3-10.

Pirt, J. 1975. Principles of microbial, and cell cultivation. Academic Press. Blackwell Scientific Publications, London.

Piquer O., Rodríguez M., Pascual J. J. 2006a. Potential use of non-marketable citrus fruits in growing lambs feed. Sustainability of the Agri-Food Chain - 2006 EFFoST Annual Meeting/Total Food. The Hague (The Netherlands). Abstract book- 5A, 04.

Piquer O. 2006. Whole citrus fruit in sheep nutrition. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Piquer O., Ródlenas L., Casado C., Blas E., Pascual J. J. 2009b. Whole citrus fruits as an alternative to wheat grain or citrus pulp in sheep diet: Effect on the evolution of ruminal parameters. *Small Rum. Res.*, 83, 14-21.

Piquer O., Rodríguez M., Blas E., Cerisuelo A., Fernández C., Pascual J.J. 2009c. Whole citrus fruits in total mixed ration for Mediterranean milking ewes. Milk production and composition. 13th Seminar of the FAO-CIHEAM Sub-Network on Sheep and Goat Nutrition. León (Spain), Abstract book, pag 61.

Pires, A. V., Eastridge, M. L., Firkins, J. L. and Lin, Y. C. 1997. Effects of heat treatment and physical processing of cottonseed on nutrient digestibility and production performance by lactating cows. *J. Dairy Sci*. 80:1685-1694.

Polan, C; T.A. Herrington, W.A. Wark. 2003. Milk Production Response to Diets Supplemented with Dried Brewers Grains, or Soybean Meal. *Journal Dairy Science*. 68:2016-2026.

Ponce, J. Capdevilla, H. A. Alonso, M. G. López A. Tabeada. 2000. Conservación de Leche en Cuba mediante la activación del sistema Lactoperoxidasa.

Porte, E, H. Manterola, D. Cerda y Jorge Mira. 1997. Comportamiento Productivo y estudio de parámetros ruminales en novillos alimentados con niveles crecientes de inclusión de fecas de cerdo en su ración. *Avances en Producción Animal* N° 22 (1- 2): 81-90.

Porte, E., Manterola, H., Cerda, D., Mira, J. Y P. Magnasco. 2000. Efecto de distintos niveles de energía en la dieta, sobre comportamiento productivo de novillos Hereford en crianza-engorda. *Av. Prod. Anim*. Vol. 25(1-2):131-140.

Prestón, T. R. 1995. Research, Extensión and Training for sustainable Farming Systems in the Tropics. *Livestock Research Rural Development* 7(2) 1-8.

Preston. T. R , Rodríguez L, Nguyen Van Lai y Le Ha Chau 1999 finca ecologica, UTA Foundation, College of Agriculture and Forestry Thu Duc, Vietnam.

Putnam, D. E., C. G. Schwab, M. T. Socha, N. L: Whitehouse, N. A. Kierstead y B. D.

Garthwaite. 1997. Effect of Yeast Culture in the Diets of Early Lactation Dairy Cows on Ruminant Fermentation and Passage of Nitrogen Fractions and Amino Acids to the Small Intestine. *Journal of Dairy Science*. 80:374-384.

Raimbault, M. 1998. General and microbiological aspects of solid state fermentation. *Process Biochemistry*, 1(3) in *Electronic Journal of Biotechnology*. www.ejb.org.

Ramana J. V., Krishna N., Parthasarathy M., Prasad J R. 1990. Effect of urea treatment on the protein degradability of pearl millet straw. *Indian, Journal of Animal Sciences*. 60: 1022-1023.

Ramírez, J. L.; López, Y.; Nieves, K. y Fonseca, P. L. 2002. Caracterización química de cinco variedades de caña de azúcar y la selección de las más promisorias para ser utilizadas en la alimentación de rumiantes. *Medicina Veterinaria*. 19 (9):125-129.

Ramos, J., A. Elías. F. Herrera. 2005. Efecto

de cuatro fuentes energéticas en la fermentación en estado sólido (FES) de la caña de azúcar. I Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana, Cuba. p 298-302.

Ramos, J. A., Elías, A. y Herrera, F. 2006. Processes for production of energy-protein feed for animals. Effect of four energy sources on solid state fermentation of sugarcane. Cuban Journal of Agricultural Science. 40 (1). 47-53.

Rearte, H. D. 1992. Alimentación y composición de la leche. I.S.B.N. 987-99515-0-6. INTA Balcarce CERBAs. pp 94.

Rearte, D. 2010. Situación y perspectivas de la producción de carne vacuna. Agromercado. Año 29 302. junio de 2010. 4-9. [http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual\\_Prostpectiva\\_Produccion\\_carnevacuna.pdf](http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual_Prostpectiva_Produccion_carnevacuna.pdf) (Consulta 08/2010).

Rearte, D. H. y Santini, F. J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. AAPA Vol. 9 N° 2 :93-105.

Rendón, O. 1994. Los Subproductos de Cervecería Aplicados a la Alimentación Animal. Informe Gerencia Técnica.

Richard-Molard, D.; Lesage, L. and Cahagnier, B. 1985. Effects de l'activité de l'eau Treatment on Water Sorption by Wheat and Soy flour. Z. Lebensm Unters Forsch. 198: 47-51.

Righelato, R. C. 1975. Growth kinetics of mycelial fungi. En Filamentous fungi Vol.1 (Industrial mycology). Smith, J. E., Berry, D. (Eds.) Edward Arnold, London.

Rincón, A. 2005. Evaluación agronómica y nutricional de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el Piedemonte Llanero. Revista Corpoica. 6(2):60-68.

Roberfroid, MB. 2000. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. Am. J. Clin. Nutr. 71(6): 1669S-1664S.

Robinson, P. H. 1997. Effect of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Adaptation of Cows to Diets Postpartum. Journal of Dairy Scien-

ce. 80:1119-1125.

Rodríguez, R., H. E. 2009. Producción y Evaluación de Alimentos Fermentados a Partir de Bagazo y Desecho de Manzana y su Efecto Sobre el Desarrollo Ruminal y Parámetros Sanguíneos. Tesis Doctoral. Facultad de Zootecnia y Ecología Universidad Autónoma de Chihuahua.

Rodríguez I. y R. Tamasaukas. 1998. Evaluación de la yacija de pollos como recurso alternativo en bovinos en Venezuela. Rev. Científica de la Fac. de Cs. Veterinarias de la Universidad del Zulia, 8 (Supl.1): 45-49.

Rodríguez, Z., A. Elías, R. Bocourt y O. Núñez. 2001a. Efectos de los Niveles de Nitrógeno Ureico en la Síntesis Proteica Durante la Fermentación de Mezclas de Caña (*Saccharum officinarum*) y Boniato (*Ipomea batata* Lam.). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35(1):29-36.

Rodríguez, Z., R. Bocourt, A. Elías y M. Madera. 2001b. Dinámica de Fermentación de Mezclas de Caña (*Saccharum officinarum*) y Boniato (*Ipomea batata*). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35(2):147-151.

Rodríguez M., C., A. Meléndez N., J. F. Lucero A., H. E. Rodríguez R., C. Hernández G. y B.

Arzola A. 2006a. Elaboración de Bloques Multinutricionales Fraguados con o sin Manzanarina. Memorias, XXXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. pp. 170-173.

Rodríguez M., C., D. Díaz P., F. Salvador T., A. D. Alarcón R. y J. A. Jiménez C. 2006b. Efecto del Nivel de Urea y Pasta de Soya en la Fermentación en Estado Sólido de Subproductos de Manzana. Memorias, XXXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano Animal. Pp. 316-318.

Rodríguez M., C., J. F. Lucero A., A. Meléndez N., H. E. Rodríguez R., C. Hernández G. y O. Ruiz B. 2006c. Consumo de Forraje y Ganancia de Peso de Becerras Comerciales para Exportación, Suplementados con Bloques Multinutricionales Elaborados con Manzanarina. Memorias, XXXIV Reunión



Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano Animal. pp. 195-198.

Rodríguez-Muela, C., A. Becerra, O. Ruiz, A. Ramírez, A. Flores and A. Elías. 2007. Use of Solid State fermentation to increase nutritive value of apple by products. *J. Anim. Sci.* 85:284.

Rodríguez-Muela, C., D. Díaz, F. Salvador, O. Ruiz, C. Arzola, A. Flores, O. La O y A. Elías. 2010. Efecto del nivel de urea y pasta de soya en la concentración de proteínas durante la fermentación en estado sólido de la manzana (*Malus domestica*). *Rev. Cubana de Cien. Agríc.* 44 - 1, Pág. 23-26.

Rose, A. H. 1987a. Yeast culture a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. Proceedings Alltechs third annual symposium. Biotechnology in the feed industry. Nicholasville, Kentucky. U.S.A.

Rose, A. H. 1987b. Responses to the chemical environment. The yeast. Vol. 2. Academic press. London and New York. p. 5-40.

Ruíz, C. J., M. Ruíz, G. Ruíz y V. Torres. 2002. Effect of Inclusion of Ammonium Sulfate on the Elaboration of Rustic Saccharina. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 36(2):147-152.

SAGARPA, 2007. Sistema integral de información agroalimentaria y pesca del Estado de Chihuahua.

Salvador S. C., Pereira M. N., Santos J. F., Melo L. Q., Chaves M. L. 2008. Resposta de vacas leiteiras à substituição total de milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos II: Desempenho e economia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60: 1142-1149.

Sansoucy, R.; Aarts, G. and Preston, T.R. 1986. Sugarcane as feed. *FAO Animal Production and Health Paper No. 72.* 319 pp.

Santini, F. J. y Dini, C. B. 1986. Estimación de la proteína metabolizable de varios suplementos y henos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol.6 N°1-2:13-22.

Santos, F. A. P., Huber, J. T., Therurer, C.

B., Swinglw, R.S., Wu, Z, Simas, J. M., Chen. H. Chan, S. C., Santos, J. and De Peters, E. J. 1997. Comparison of barley and sorghum grain lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:2098-2104.

SAS. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc. Estados Unidos de Norteamérica. SAS/STAT, 2005. User's Guide version 6 fourth edition. Vol.2, Cary NC: SAS Institute Inc. Pp.846.

Satter and Roffler. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58: 1219-1237.

Sauvant, D, Chapoutot and Archimée H, 1994. La digestion des amidons pas les ruminants et ses conséquences. *INRA. Prod. Anim.* 7:115-124.

Savarce O, Combellas J. 1992. Evaluación de suplementos a base de harina de pescado y concentrados degradables en el rumen sobre el consumo de silaje de sorgo y la ganancia de peso en bovino. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Informe Anual IPA; 49:50.

Scerra V., Caparra P., Foti F., Lanza M., Priolo A., 2001. Citrus pulp and wheat straw silage as an ingredient in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. *Small Rum. Res.* 40, 51-56.

Schalch F.J., Schalch E., Zanetti M.A., Brisola M. L. 2001. Substituição do milho em grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. *Rev. Bras. Zootec.*, 30: 280-285.

Schingoethe, D. J., Rook, J. A. and Ludens, S. 1976. Evaluation of sunflowers meal as a protein supplement for lactating cow. *J. Dairy Sci.* 60:591-595.

Schröder, A. y Südekum, K. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. En: 10° Rapeseed Congress, Canberra, Australia. URL:<http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm> [consulta: 4/4/08]

Schüller, C., Mamnun, Y. M., Mollapour, M., Krapf, G., Shuster, M., Bauer, B. E., Piper, P. W. & Kuchler, K. 2004. Global phenotypic analysis and transcriptional profiling defines the weak acid stress response regulon in *Saccharomyces cerevisiae*. *MBC Online.* 15 (2):706-720. Secretaria de agricultura,

- ganadería, pesca y alimentos / Evolución Molienda de oleaginosas mensual. URL: <http://www.sagpya.me13/0con.gov.ar> [Consulta: 13/04/08].
- Seymour, W. M., J. E. Nocek y J. Siciliano-Jones. 1995. Effects of a Colostrum Substitute and of Dietary Brewer's Yeast on the Health and Performance of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*. 78:412-420.
- Shankaranand, V. S., Ramesh, M. V., Lon-sane, B. K. 1992. Idionsyncracies of solid state fermentation systems in the biosynthesis of metabolites by some bacterial and fungal cultures. *Process Biochemistry*. 27: 33-36.
- Smith, R.H. 1979. Synthesis of microbial nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. *J. Anim. Sci.* 4 (9):1604.
- Solano, G.; Fonseca, P. L.; Escalona, L.; Ramírez, R. 2007. Mejoramiento del valor nutritivo de residuales azucareros mediante el enriquecimiento con deyecciones de gallinas ponedoras REDVET Revista electrónica de Veterinaria. 8(5):1-5.
- Solis-Pereira, S., Favela-Torres, E., Gutierrez-Rojas, M., Roussos, Saucedo-Castañeda, G., Gunasekaran, P., Viniegra-González, G. 1996. Production of pectinases by *Aspergillus niger* in Solid State Fermentation at high initial glucose concentrations. *World Journal of Microbiological Biotechnology*. 12: 257-260.
- Solomon, R. 1975. Growth of *Aspergillus* in liquid fermentors. En *Filamentous fungivol.1* (Industrial mycology). Smith, J. E., Berry, D. (Eds.) Edward Arnold, London.
- Stake, P. E., Owens, M. J and Schingoethe, D. J. 1973. Rapased, sunflowers and soybean meal supplementation of calf rations. *J. Dairy Sci.* 56:783-788.
- Stritzler, N.; Gallardo, M. y Gingsins, M. 1983. Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 3, N°4, 283-309.
- Taborsky, V. 1992. Small-Scale Processing of Microbial Pesticidas. *Boletín de Servicios Agrícolas* No. 96. Praga, República Checa.
- Tavares A. A. C., Pereira, M. N., Tavares, M. R., Chaves, M. L., 2005. Performance of Holstein-Zebu cows under partial replacement of corn by coffee hulls. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 62: 95-101.
- Taylor, K. A. C. C. 1996. A simple colorimetric assay for muramic acid and lactic acid. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 56: 49-58.
- Tengerdy, R. D 1985. *Solid Substrate Fermentation*. Elsevier Science Publishers. 200: 96-99.
- Tewe O. O, 1985. Desintoxicación de los productos de la mandioca y de los efectos de toxinas residuales en animales que consumen. *Art. FAO. UNIFRUT, Unión de Fruticultores del Estado de Chihuahua*. 2007.
- UNCTD 2006. United Nations Conference on Trade and Development. <http://unctad.org/info-comm/anglais/orange/characteristics.htm>.
- Valderrama, X. 1993. Dinámica de degradación ruminal de alimentos para rumiantes. Tesis Magíster en Ciencias, Mención Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 135 p.
- Valiño, E, Elías, A, Álvarez, E. Regalado, E. Cordero, J. 1992. Dinámica de crecimiento de la microbiota de la caña de azúcar durante la obtención de la Saccharina. *Rev. Cubana de Cienc. Agric.* 26:297.
- Valiño, E., A. Elias, V. Torres y N. Albelo. 2002. Study of the Microbial Contenton Fresh Sugar Cane Bagasse as Substrate for Animal Feeding by Solid State Fermentation. *Cuba Journal of Agricultural Science*. 36(4):359-364.
- Vallejo, O. H. Manterola, D. Cerda, L. Sirhan y J. Mira. 1998. Efecto de la protección con formaldehído de la proteína del afrecho de raps, sobre la degradabilidad de la PB ruminal, digestibilidad y retención de nitrógeno por el rumiante. *Avances en Producción Animal* N° 23 (1-2) 91-97.
- Van Soest, J. P. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N. Y. U. S. A. 476p.
- Vasilatos, R. and Wangsness, 1980. Feeding behavior of lactating dairy cows as measured by time

Lapse photography. *J. Dairy Sci.* 63: 412-416.

Vaz Martins, D.; Cibils, R. y Ahunchain, M. 1995. Engorde de novillos en base a silo de maíz suplementado con pastura o expeller de girasol. *AAPA* Vol. 15 N° 2 470-472.

Veira, D. M., G. K. Macleod, J. H. Burton and J. B. Stone. 1994. Nutrition of the weaned Holstein calf. II Effect of dietary protein level on nitrogen balance, digestibility and feed intake. *J. Anim.Sci.* 50:945.

Villalobos, G. A., González, V. E. y Ortega, S. J. A. 2000. Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. *Tec. Pec. Méx.* 38(2):119-134.

Volanis M., Zoiopoulos P., Panagou E., Tzerakis C. 2006. Utilization of an ensiled citrus pulp mixture in the feeding of lactating dairy ewes. *Small Rumin. Res.*, 64: 190-195.

Volanis M., Zoiopoulos P., Tzerakis K. 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rumin.*

Res Wacyk, J., Gonzalez, H., Manterola, H., Cerda, D., y J. Mira. 2000. Efectos de la inclusión de afrecho de soya tratado con formaldehído, sobre la degradabilidad de la proteína bruta, parámetros ruminales y producción de leche en bovinos. *Av. En Prod. Anim.* Vol.25 (1-2):141-150.

Walker, N., M. Cintora, H. Durand e Y. Le-Treut. 2008. Influence of a Live Yeast on the Faecal Microflora of Gestation and Lactating Sows. *Journal of Animal Science.* 86(E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science.* 91 (E-Suppl. 1) p. 293.

Wanapat M. 2001. Papel del heno de la mandioca como pienso dentro de las zonas tropicales. Taller internacional Investigación y desarrollo actuales uso de la mandioca como pienso.

Walker, N., M. Cintora, H. Durand e Y. Le-Treut. 2008. Influence of a Live Yeast on the Faecal Microflora of Gestation and Lactating Sows. *Journal of Animal Science.* 86(E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science.* 91 (E-Suppl. 1) p. 293.

Wang, Z., M. L. Eastridge y X. Qiu. 1997. Effects of Forage Neutral Detergent Fiber and Yeast Culture on Performance of Cows During Early Lactation. 84:204-212.

Weedman, S., M. Rostagno, J. Patterson, A. Kiess y S. Eicher. 2008. Intestinal Microbial Effects of Yeast Products on Weaned and Transport Stressed Pigs. *Journal of Animal Science.* 86 (E-Suppl. 2). *Journal of Dairy Science.* 91 (E-Suppl. 1). p. 25.

Wernli, C. 1983. Utilización de subproductos agrícolas e industriales en alimentación del ganado. Santiago. Sociedad Chilena Wernli, C. y Hargreaves. G. 1988. Conservación de forrajes. P. 635-674. In: Ruiz, I. (Ed.) Praderas para Chile. INIA. Santiago, Chile. 723 p.

Wilkinson, J. M. Chapman, P. F. Wilkins, R. J. and Wilson, R. P. 1983. Interrelationships between pattern of fermentation during silages and initial crop composition. P. 631-634. In Proceedings 14th International Grassland Congress. Lexington. USA.

Williams, P. E. V., Walter, A., Macrae, J. C. 1990. Rumen probiosis: the effects of addition of yeast culture (viable yeast *Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) on duodenal protein flow in wether sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 49:128 (Abstr).

Wohlt, J. E., T. T. Corcione y P. K. Zajac. 1998. Effect of Yeast on Feed Intake and Performance of Cows Fed Diets Based on Corn Silage During Early Lactation. *Journal of Dairy Science.* 81:1345-1352.

Yadav, R. L and Solomon, S. 2006. Potential of developing sugarcane by-product based industries in India. *Sugar Tech.* 8(2&3):104-111.

Zeisel S. 1999. Regulation of "nutraceuticals". *Science* 285: 1853-1855.

Zinn, R. A. 1988. Crude protein and amino acid requirements of growing-finishing Holstein steers gaining 1.43 kilograms per day. *J. Anim. Sci.* 66:1755-1762.









## TRANSFORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE AGROINDUSTRIA DE CULTIVOS TEMPLADOS, SUBTROPICALES Y TROPICALES EN CARNE Y LECHE BOVINA

Las actividades agrícolas, ganaderas y la agroindustria generan constantemente residuos o subproductos orgánicos e inoocuos para la salud humana que pueden transformarse en proteína animal (carne o leche).

La transformación de estos residuos o subproductos, de bajo costo, en un alimento de alto valor biológico, permite aumentar la producción de carne o leche para ser utilizado en la alimentación humana. Además, se puede mejorar, significativamente, el resultado económico de los Sistemas Ganaderos y reducir los riesgos de contaminación ambiental al evitar que esos residuos o subproductos contaminen las aguas (ríos, lagunas, mares), el suelo o el aire.

Con el incremento sostenido de la población mundial, cada día se hace más importante la sustitución de los granos de los cereales (maíz, cebada, trigo, etc.) por los subproductos o residuos de agroindustria para evitar la competencia con la dieta del ser humano. Asimismo, se podrán balancear las dietas, desde el punto de vista energético-proteico y con ello mejorará, significativamente, el resultado económico de la empresa ganadera.

En resumen, del conocimiento, experiencias y habilidades en el manejo y balance de dietas con subproductos y residuos de agroindustria se lograrán potenciar los resultados productivos y económicos de la empresa agropecuaria.



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

Estación Experimental Agropecuaria Bordenave



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación