

PRINCIPALES AVANCES EN LA UTILIZACION DE LOS SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

F. Ojeda y O. Cáceres

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba**

El principal problema que presenta la ganadería es el déficit de alimentos, que se agudiza en la época menos lluviosa cuando ocurren pérdidas de peso, disminuciones en la producción de leche e incluso muertes en la masa ganadera.

La actual coyuntura económica, en la cual se hace prácticamente imposible la utilización de insumos tales como los concentrados a base de cereales, los fertilizantes, el riego y otros que permiten garantizar la alimentación, obliga a la búsqueda y caracterización de todo tipo de alimento que pueda ser útil a los rumiantes.

Los subproductos agroindustriales y los residuos de cosecha constituyen en los países agrícolas una fuente importante de alimento, y en la mayoría de los casos, por falta de conocimiento y voluntad técnica, no son aprovechados de manera adecuada.

Por ejemplo, en Cuba, en la provincia de Matanzas, se genera cada año no menos de 6 000 000 de toneladas de paja de caña de azúcar, cachaza y bagacillo. La industria citrícola desecha 240 000 t de hollejos húmedos, cuya deshidratación implica erogar un millón de dólares en combustible. El procesamiento del henequén aporta 100 000 t de subproductos y la producción de frijoles no menos de 3 000 t de residuos.

De manera general, la suma de todos estos volúmenes representa 6 127 000 t, equivalentes a suministrar 5 kg diarios de MS a 3 357 animales durante un año.

Bajo estas premisas, la EEPF "Indio Hatuey" está desarrollando desde hace más de 25 años una línea de trabajo encaminada a encontrar alternativas que incluyan el empleo de estos subproductos, los cuales, si no se utilizan, constituyen además contaminantes del medio ambiente.

Resultados alcanzados en la Evaluación de alimentos

Para facilitar la comprensión de los estudios efectuados se agruparán de acuerdo con el subproducto.

1. Paja de caña de azúcar

Este alimento se obtiene a partir de los centros de limpieza establecidos en la tecnología azucarera de Cuba y constituye el 10 % de toda la caña de azúcar procesada; su composición física consiste en cogollos, vainas y pequeños trozos de caña.

La paja de caña de azúcar es deficitaria en nitrógeno y predominan en ella los contenidos de materia seca y fibra bruta. La energía metabolizable se encuentra dentro de los límites medios (tabla 1), por lo que es necesario mejorar su valor nutritivo.

Tabla 1. Composición bromatológica de la paja de caña de azúcar.

MS (%)	PB (%)	FB (%)	EM (MJ/kg de MS)
56,9	2,6	42,8	6,09

Una de las vías más importantes y conocidas es la amonificación, proceso que se puede efectuar mediante el empleo de amoníaco gaseoso, agua amoniacal o urea. En la EEPF "Indio Hatuey" los estudios fueron realizados a través de estos dos últimos procedimientos.

Las evaluaciones efectuadas a nivel de laboratorio (5 kg/tratamiento) indicaron que este subproducto, cuando se conservó en condiciones anaeróbicas, presentó una tendencia a producir ensilajes; ello implicó disminuciones en el pH por el efecto de las fermentaciones y que el producto final presentara características propias (tabla 2).

Tabla 2. Efecto de las dosis de amoníaco y el tiempo de exposición al aire en la composición de la paja de caña de azúcar tratada.

Indicadores	Dosis % NH ₃	0 día	7 días
MS, %	0	60,2	78,3
	1,1	52,6	74,7
	2,2	48,3	65,0
	3,3	45,2	60,1
PB, %	0	1,4	1,2
	1,1	9,1	5,6
	2,2	12,3	7,6
	3,3	19,8	8,4
N-NH ₃ /Nt, %	0	0,17	0,22
	1,1	0,56	0,60
	2,2	1,88	1,08
	3,3	2,34	1,07
pH	0	3,7	4,6
	1,1	5,3	5,5
	2,2	7,9	7,1
	3,3	8,7	7,9

La adición de amoníaco en dosis de 1,1; 2,2 y 3,3 % en forma de agua amoniacal determinó una reducción en los contenidos de

MS, aunque ocurrió una evaporación parcial del agua durante la exposición del material al aire. El pH aumentó sus valores a partir de la inclusión de 2,2 %, sin que ello afectara la calidad de la conservación.

En el momento de la apertura de los tratamientos la PB presentó valores más elevados con respecto a los hallados después de exponer el material al aire, pues este nitrógeno se encontraba lábil y no se fijó en las paredes en forma de amoníaco.

La dosis más efectiva resultó la de 1,1 %, porque ocurrieron menos pérdidas de amoníaco con respecto a la cantidad añadida inicialmente, pero la dosis de 2,2 % también permitió obtener un producto de buena calidad.

Cuando estos estudios se realizaron a mayor escala (silos de 200 kg) para ser evaluados con ovinos alojados en jaulas de metabolismo, utilizando dosis de 1,1 y 2,2 % de amoníaco con urea como fuente aportadora, se halló un incremento casi lineal en la proteína bruta y disminuciones significativas en los por cientos de fibra bruta (tabla 3).

Tabla 3. Valor nutritivo de la paja de caña ensilada (PCE) con y sin urea.

	MS (%)	PB (%)	FB (%)	Consumo (g MS/kg P ^{0,75})	DMO (%)	DPB (%)	DFB (%)	EM (MJ/kg de MS)
PCE	47,0	3,2	45,2	29,1	39,9	36,3	40,6	5,57
PCE con 2 % urea	47,4	9,0	39,3	35,7	53,8	40,4	50,9	10,30
PCE con 4 % urea	54,9	11,1	37,8	44,6	57,1	44,6	55,7	10,80

Los resultados indican que existió una respuesta animal ante los tratamientos, con mejoras importantes en el consumo y la digestibilidad de los nutrientes e incrementos en la EM con respecto al tratamiento sin NNP. De esta manera se demuestra la factibilidad de obtener un alimento de calidad superior por esta vía, equivalente a un forraje de calidad media.

La paja de caña de azúcar también puede incrementar su valor nutritivo si se combina con cachaza fresca y urea antes de ser

conservada, lo que proporciona un alimento integral. Los estudios mostraron que cuando se añadió 10 kg de urea y 80 kg de cachaza como elemento compactante por cada tonelada de subproducto, se lograron mejores consumos y DMO que al utilizar 390 kg de cachaza y 20 kg de urea (tabla 4).

Desde el punto de vista nutricional, estos procedimientos fueron superiores al que consistió en no emplear la cachaza y adicionar 40 kg de miel final, 20 kg de urea y 10 kg de sales minerales por tonelada de subproducto.

Tabla 4. Composición química y nutricional de ensilajes de paja de caña confeccionados con diferentes tecnologías.

Tratamientos	MS (%)	PB (%)	FB (%)	Consumo (g MS/kg P ^{0,75})	DMO (%)	DPB (%)	DFB (%)	EM (MJ/kg MS)
91 % PC + 1 % urea + 8 % cachaza	42,3	8,0	28,2	35,3 ^a	57,8 ^a	27,3	65,3	8,40
93 % PC + 2 % urea + 4 % miel final + 1 % sales minerales	37,4	8,9	25,6	27,4 ^c	55,5 ^a	23,4	60,2	8,04
59 % PC + 2 % urea + 39 % cachaza	32,6	7,2	31,8	30,7 ^b	46,6 ^b	32,3	62,3	6,65
ES ±				1,9*	2,8*	4,2	2,8	

a,b,c Medias con diferentes superíndices difieren a P<0,05

* P<0,05

Con esta investigación se demostró la posibilidad de combinar varios subproductos y mejorar con ello la respuesta nutricional de los animales (Ojeda, 1995).

2. Miel final

La combinación de miel final con NNP en forma de urea constituye una práctica establecida como paliativo a los déficit de nitrógeno que presentan los rumiantes, tanto para la producción de leche como para la ceba de toros.

No obstante, el empleo del amoníaco también es una solución atractiva, pues los costos de producción disminuyen en virtud de su más bajo costo por tonelada de nitrógeno aportado.

La problemática de este procedimiento radica en cómo incorporar el amoníaco, ya que en estado gaseoso se disuelve en muy bajas

proporciones, y cuando se introduce mediante la elevación de la temperatura y la presión ocurre la formación de compuestos tóxicos.

La EEPF "Indio Hatuey" halló una tecnología inocua, mediante la disolución previa del amoníaco gaseoso en agua para su posterior mezclado con la miel final, lo cual garantiza un producto integral desde el punto de vista proteico y energético (Ojeda, Leng, Allen, Lamela, Ruz y Perdomo, 1996).

Las pruebas de digestibilidad en ovinos que consumían heno de gramíneas de baja calidad (MS: 88,2 %, PB: 2,4 %, FB: 35,1 %), mostraron un incremento sostenido de los indicadores del valor nutritivo cuando se emplearon dosis crecientes de amoníaco en la miel final como suplemento, lo cual es típico en este tipo de dieta y demuestra que el amoníaco es asimilado sin dificultades por la microflora ruminal cuando se ofrece de forma directa (tabla 5).

Tabla 5. Valor nutritivo de un heno suplementado con miel amonificada a diferentes concentraciones.

Concentración de amoníaco (g/100)	Consumo (g MS/kg P ^{0,75})	DMO (%)	DFB (%)
0,28	45,5 ^d	45,9 ^c	48,4 ^b
0,57	43,3 ^{cd}	50,4 ^b	49,1 ^b
0,84	53,3 ^{bc}	48,5 ^{bc}	51,7 ^b
1,13	61,2 ^a	58,5 ^a	56,8 ^a
1,7	56,6 ^{ab}	50,5 ^b	57,6 ^a
ES ±	1,8**	1,3***	1,9***

a,b,c,d Letras no comunes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

** P<0,01

*** P<0,001

Los incrementos en el consumo, la DMO y la DFB indicaron que las concentraciones óptimas se hallan a partir de 1,13 % de amoníaco (2,0 % equivalente en urea), sin que

ocurran afectaciones metabólicas en los animales.

Las evaluaciones con vacas en producción demostraron que el suministro a voluntad de

miel amonificada al 1,13 % como suplemento, promovió un menor consumo de miel con respecto a la miel final con 2 % de urea (tabla 6). Sin embargo, al ofertarse la miel final sin

NNP los animales produjeron 0,7 L de leche menos por falta de nitrógeno en la suplementación.

Tabla 6. Producción de leche con el empleo de miel final como suplemento a voluntad.

Tratamientos	Producción de leche (4 % de grasa) (L/vaca/día)	Consumo miel final (kg/vaca/día)	Cantidad de NNP para producir 1 L de leche (g)	Cantidad equivalente de PB para producir 1 L de leche (g)
Miel final	6,5 ^b	2,3	-	-
Miel final + 2 % de urea	7,1 ^a	3,3	50 [♦]	315 [♦]
Miel final + 1,13 % de amoniaco	7,2 ^a	2,5	35 [♦]	220 [♦]
ES ±	0,2 ^{**}			

a,b Letras no comunes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

** P<0,01

♦ Valores obtenidos después de excluir los aportes de la miel final

Cuando la miel final con 3% de urea y 1,7% de amoniaco se suministró de manera restringida (1 kg/vaca/día), también se hallaron

ventajas productivas con respecto al suministro de la miel final sola, ya que se obtuvo 1 L/vaca/día adicional (tabla 7).

Tabla 7. Producción de leche con el empleo de miel final como suplemento (1 kg/vaca/día).

Tratamientos	Producción de leche (4 % de grasa) (L/vaca/día)	Cantidad de NNP para producir 1 L de leche (g)	Cantidad equivalente de PB para producir 1 L de leche (g)
Miel final	6,1 ^b	-	-
Miel final + 3 % de urea	7,1 ^a	22 [♦]	135 [♦]
Miel final + 1,7 % de amoniaco	7,2 ^a	22 [♦]	138 [♦]
ES ±	0,2 ^{**}		

a,b Letras no comunes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

** P<0,01

♦ Valores obtenidos después de excluir los aportes de la miel final

En el primer estudio se demostró que existió una mayor eficiencia del amoniaco en el aporte de nitrógeno para producir un litro de leche, pero cuando se limitó la oferta ambas fuentes fueron equivalentes (Ojeda, Ruz y Lamela, 1998).

En otro ensayo se corroboró que es factible limitar el consumo de miel final mediante el incremento de la concentración de amoniaco desde 1,7 hasta 3,5 %, sin que ocurrieran afectaciones en la producción de leche, e incluso la cantidad de nitrógeno necesario para producir un litro de leche fue menor (tabla

8), lo cual indica que es posible mejorar la respuesta animal con menos cantidad de miel final siempre que se suministre suficiente NNP.

La miel amonificada también ha sido evaluada como suplemento en la ceba de toros. Así, bajo un sistema de estabulación total con toros cuyo peso inicial era de 250 kg, los cuales recibían una dieta de caña de azúcar (25 kg/animal/día), sales minerales y miel final con urea al 10 % o miel amonificada al 1,7 % a voluntad (tabla 9), se encontró al culminar el ciclo de ceba (400 kg de peso vivo)

una mayor ganancia diaria para el tratamiento con urea (0,547 kg/animal/día) que con amoniacado (0,367 kg/animal/día); este último

tuvo un mayor consumo de miel final, pero con una menor necesidad de nitrógeno por kilogramo de peso vivo alcanzado.

Tabla 8. Producción de leche con el empleo de miel final amonificada a diferentes concentraciones como suplemento.

Tratamientos	Producción de leche (4 % de grasa) (L/vaca/día)	Consumo miel final (kg/vaca/día)	Aporte de NNP para la producción de leche (g)	Aporte equivalente en PB para la producción de leche (g)
Miel final + 1,7 % de amoniacado	7,9	1	25♦	156♦
Miel final + 2,8 % de amoniacado	8,1	1	38♦	237♦
Miel final + 3,5 % de amoniacado	8,0	0,25	11♦	71♦
ES ±	0,4			

♦ Aportes de la miel final incluidos

Sin embargo, cuando el régimen cambió a pastoreo a voluntad y sales minerales y miel amonificada al 2,8 %, las ganancias mejoraron hasta 0,8 kg/animal/día, el consumo de

miel final disminuyó y también la cantidad de nitrógeno suplementario para ganar 1 kg de peso vivo (tabla 9).

Tabla 9. Estudio comparativo del uso del amoniacado o la urea como fuente de NNP en la ceba de toros.

	Consumo para producir 1 kg de PV				
	Ganancia (g/animal/día)	Miel (kg)	Urea	Amoniaco (g/animal)	Nitrógeno
En estabulación					
Miel urea 10 %	547	4,6	460		215
Miel amonificada 1,7 %	367	10,9		165	162
En pastoreo					
Miel amonificada 2,8 %	800	2,5		70	58

En estos resultados se evidenció la superioridad del pasto como aportador de nutrientes al rumen con relación a la caña de azúcar como forraje, y que cuando los animales tuvieron la posibilidad de cubrir sus necesidades de ingestión de materia seca, el consumo de miel final con NNP disminuyó.

3. Cachaza

La cachaza representa el 5 % de todo el peso de la caña de azúcar procesada en la industria y constituye un residuo orgánico

utilizable en la alimentación animal mediante dos formas: fresca o deshidratada.

Por su composición bromatológica es considerada como un subproducto con mejores características energéticas que proteicas (tabla 10); no obstante, en estado fresco la cachaza presenta bajos por cientos de materia seca para ser mejorada mediante la amonificación, por lo que es recomendable realizar su deshidratación al sol antes de aplicar este procedimiento.

La cachaza deshidratada puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de concentrados no convencio-

nales, de ahí la importancia de incrementar sus valores de proteína bruta a través de la amonificación.

Tabla 10. Composición bromatológica de la cachaza.

	MS (%)	PB (%)	FB (%)	EM (MJ/kg MS)
Cachaza	28,5	6,5	18,20	6,77

Las investigaciones de laboratorio efectuadas con diferentes dosis de amoníaco mostraron una alta fijación de NH_3 en las paredes lignocelulósicas hasta 2,2 %. Con las dosis mayores la eficiencia disminuyó con relación a la cantidad de NH_3 añadido, por lo que esta concentración puede ser considerada como óptima ya que existe un límite máximo de fijación de nitrógeno en este subproducto. Se apreciaron cambios en los contenidos de FB (tabla 11), la cual tendió a incrementarse; ello indica que una parte de los componentes de la fibra fueron solubilizados por la acción del amoníaco (Ojeda y Montejo, 2001).

La cachaza fresca utilizada como suplemento en el periodo seco contribuye a cubrir los requerimientos de materia seca y aporta cantidades significativas de proteína bruta y fósforo.

Los ensayos realizados con novillos de engorde mostraron ganancias superiores cuando se suministró 2 kg de miel-urea al 3 % más 1 kg de cachaza, con respecto al empleo de miel urea al 3 % sola (tabla 12). Sin embargo, en el tratamiento de 1 kg de miel-urea al 3 % más 1 kg de cachaza, este subproducto no fue capaz de suplir el aporte

de NNP de la miel urea (Valdés y Gómez, 1972).

Tabla 11. Efecto de las dosis de amoníaco y el tiempo de exposición al aire en la composición de la cachaza tratada (%).

Indicadores	Dosis % NH_3	0 día	7 días
MS	0	91,7	91,7
	1,1	84,2	90,1
	2,2	76,7	90,1
	3,2	73,1	90,0
FB	0	10,6	11,7
	1,1	10,9	15,3
	2,2	11,2	15,1
	3,2	10,8	16,5
PB	0	6,2	6,0
	1,1	11,4	11,9
	2,2	18,1	18,4
	3,2	22,6	19,6
PB insoluble	0	2,9	2,5
	1,1	9,7	8,9
	2,2	11,9	11,1
	3,2	12,2	12,9

Estos resultados demuestran que hay un efecto asociativo beneficioso entre ambos subproductos, lo cual repercute en una mejor respuesta animal.

4. Hollejo de cítrico

El procesamiento de las frutas cítricas lleva implícito la producción de residuos en forma de hollejos húmedos ricos en carbohidratos solubles, celulosa y proteína bruta, unido a una elevada digestibilidad, lo que hace de ellos un alimento de importancia para los rumiantes.

Tabla 12. Utilización de la cachaza fresca como suplemento en novillos de ceba.

Composición bromatológica (%)	MS	PB	FB	Ca	P
Cachaza fresca	26,8	9,0	26,1	0,6	0,9
Tratamientos	Ganancia (g/animal/día)				
A) 2 kg miel-urea al 3 %			391		
B) 1 kg miel-urea al 3 % +1 kg de cachaza			372		
C) 2 kg de miel-urea al 3 % +1 kg de cachaza			474		

Su conservación en forma de ensilaje tiene como objetivo disminuir los costos energéticos que implica su deshidratación, pero también favorecer el empleo de otros subproductos de menor valor nutricional.

Caracterización de ensilajes de producción

La forma tradicional de confeccionar ensilajes de hollejos de cítrico consiste en depositar en silos sin paredes los componentes sólidos obtenidos directamente de la fábrica, los cuales se dejan expuestos al medio ambiente sin cobertura.

Por la naturaleza del producto (12-20 % de MS) ocurre un apelmazamiento espontáneo, pero que no es lo suficientemente hermético como para evitar la penetración del aire y con ello el desarrollo de microorganismos indeseables.

En los silos confeccionados de esta forma se pueden diferenciar cinco zonas con diferentes estadios de fermentación y conservación.

a) Capa superficial del silo

La capa externa se convierte con el tiempo en materia orgánica en descomposición e incrementa su grosor de manera permanente (tabla 13). Esta capa de color negro, muy deshidratada, es propensa a desarrollar mohos y hongos, y no presenta valor nutricional.

b) Segunda capa del silo

Los hollejos en esta fase muestran un color carmelita oscuro, tienen poca humedad, permiten la proliferación de larvas de insectos y mantienen el olor a cítrico y un pH bajo.

Tabla 13. Resultados del muestreo de ensilajes de producción.

Descripción	MS (%)	PB (%)	pH	N-NH ₃ /Nt (%)
1. Capa superficial	76,0	0,8	7,0	15,90
2. Segunda capa	67,5	8,0	3,5	13,83
3. Capa central	31,2	2,2	3,2	15,09
4. Capa final antes del fondo	26,8	3,2	3,6	28,72
5. Capa final	20,0	3,9	3,2	14,50

c) Capa central del silo

El contenido de materia seca es menor con respecto al de la capa anterior y se producen cambios hacia el color crema; los hollejos tienen un olor agradable a cítrico y un pH bajo.

Presenta valores inferiores de proteína bruta, atribuibles a un proceso de lixiviación de las proteínas solubles.

d) Capa final antes del fondo

Puede ser considerada como un ensilaje y su color es amarillo intenso; los hollejos son muy húmedos y tienen olor a cítrico y un pH bajo.

e) Capa final del fondo

Carece de potencial para ser ofertada a los animales y su dimensión parece estar en

concordancia con la capacidad de escurrimiento que tenga el terreno. Presenta un color crema, una textura muy húmeda y olor a putrefacción.

En este estudio se concluyó que no es aconsejable conservar de forma directa los hollejos de cítrico, debido a su bajo contenido de MS, ni exponerlos a las condiciones meteorológicas sin una protección impermeable; si no se toman en cuenta sus peculiaridades fermentativas, el producto final obtenido será de mala calidad y quedará sin resolver la acción contaminante de los efluentes generados durante la conservación.

Los ensilajes realizados en silos de 200 kg de capacidad y evaluados en pruebas de metabolismo con ovinos, mostraron que la mayor limitante nutricional de los hollejos de cítrico ensilados en forma directa fue su bajo consumo, pues la digestibilidad de los componentes bromatológicos resultó alta (tabla 14).

Tabla 14. Valor nutritivo de subproductos cítricos.

	MS (%)	PB (%)	FB (%)	Consumo (g MS/kg P ^{0,75})	DMO (%)	DPB (%)	DFB (%)	EM (MJ/kg MS)
PN	19,5	10,6	15,6	42,6	87,0	78,4	88,1	12,93
PN (90 %) + PF (10 %)	25,4	7,8	26,9	75,5	79,0	62,6	79,7	11,63
PN (80 %) + PF (20 %)	30,2	8,9	26,5	68,5	75,1	66,3	64,7	11,09
PN (70 %) + PF (30 %)	36,9	9,3	32,5	68,5	74,9	67,8	64,8	10,92

PN: Pulpa de naranja

PF: Paja de frijol

Una solución a este problema consiste en mezclar los hollejos con otro subproducto que tenga propiedades absorbentes, con lo cual se logra eliminar los efluentes y obtener un alimento más balanceado, así como una mejor respuesta animal.

La inclusión de 10% de paja de frijol en los ensilajes promovió un incremento del 77% en la ingestión y variaciones mínimas en el resto de los indicadores. En igual sentido, la adición de hasta 30% de paja de frijol tampoco afectó el valor nutritivo de los ensilajes, por lo que el empleo de una u otra proporción estará en dependencia de la disponibilidad del subproducto agregado (Cáceres, Santana y Díaz, 1988).

Este procedimiento ejemplifica que es posible utilizar simultáneamente dos subproductos que se complementen entre sí.

5. Paja de frijol

Una vez recolectado el grano de frijol, queda como desecho aproximadamente 1 t de

paja de frijol por hectárea, alimento que posee un buen potencial nutritivo (tabla 15).

La paja de frijol ofertada como único alimento a los ovinos puede ser considerada como un subproducto de calidad. Su tratamiento con urea al 3% mejora todos los indicadores nutricionales, excepto el consumo.

La respuesta más integral se alcanzó cuando la paja de frijol fue suplementada con 10 y 20% de concentrado comercial, mediante el cual la ingestión se incrementó en 51 y 72%, respectivamente; hubo un efecto notable en la DMO y la DPB, no así en la DFB, en la cual no se halló respuesta o fue negativa.

Los resultados muestran que el aprovechamiento óptimo de la paja de frijol está vinculado con un aporte adicional de nutrientes a las bacterias ruminales, pero que cuando se emplea una suplementación por encima del 10% ocurre un efecto sustitutivo y cambios en el patrón de fermentación ruminal que afectan sobre todo a la digestibilidad de la fibra bruta.

Tabla 15. Valor nutritivo de la paja de frijol con diferentes procedimientos.

	MS (%)	PB (%)	FB (%)	Consumo (g MS/ kg P ^{0,75})	DMO (%)	DPB (%)	DFB (%)	EM (MJ/kg MS)
PF	88,5	6,3	48,3	41,8	57,0	41,5	61,4	8,27
PF tratada con 3 % urea	66,4	8,0	48,8	41,1	68,9	47,5	70,5	10,13
PF + 10 % de concentrado	86,1	10,0	30,7	63,1	74,4	71,9	66,4	10,97
PF + 20 % de concentrado	86,1	10,3	25,6	72,1	70,9	70,9	54,8	10,42

PF: Paja de frijol

6. Pulpa de henequén

Este subproducto, obtenido a partir de la extracción de las fibras presentes en la planta, constituye un ejemplo de los efectos adversos que ocurren en la utilización de los subproductos por la acción de la conservación directa como ensilaje cuando no se adoptan tecnologías adecuadas.

Las evaluaciones con carneros demostraron que, a excepción de la DPB, todos los indicadores se deprimieron tanto por la conservación como por el tratamiento con urea (tabla 16).

El bajo contenido de materia seca limitó la efectividad de los procedimientos, lo que significa que la pulpa de henequén requiere de la incorporación de materiales absorbentes

para perfeccionar su utilización. Aunque ocurrieron afectaciones en el consumo, los indicadores de la digestibilidad se mantuvieron altos, excepto cuando se le adicionó urea.

Estos resultados indican que el éxito de un procedimiento no está determinado solamente por la tecnología aplicada, sino por las condiciones específicas del subproducto en el momento de su conservación.

Tabla 16. Composición bromatológica y nutricional de la pulpa de henequén.

	MS (%)	PB (%)	FB (%)	Consumo (g MS/kg P ^{0,75})	DMO (%)	DPB (%)	DFB (%)	EM (MJ/kg MS)
PH fresca	16,9	4,9	20,4	48,5	82,5	50,3	72,8	12,3
PH ensilada	16,0	6,9	31,2	29,5	71,7	68,1	68,8	11,3
PH ensilada con 3 % urea	15,3	17,5	15,1	15,8	54,1	54,1	52,4	10,6

PH: Pulpa de henequén

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron la versatilidad de los subproductos y su potencial para satisfacer las necesidades nutritivas de los rumiantes.

El uso de estos materiales, no siempre bien tenidos en cuenta, permite a los sistemas de alimentación disponer de nutrientes importantes capaces de paliar los déficit que ocurren durante el período seco del año.

Se ha comprobado la efectividad de las tecnologías que permiten mejorar el valor nutritivo de los subproductos, por lo que solo es necesario determinar cuál es la más apropiada para cada uno.

Los volúmenes requeridos para garantizar una adecuada suplementación dependen del tipo de explotación, el número de animales y el tiempo durante el cual se alimentarán.

Queda evidenciado que un empleo racional de los subproductos permite eliminar el mito de que la suplementación solo puede efectuarse a través de cereales importados y que se puede contribuir a la preservación del medio ambiente mediante su utilización.

CONCLUSIONS

The results showed the versatility of by-products and their potential for satisfying the nutritive requirements of ruminants.

The use of these materials, not always taken into account, allows the feeding systems to have important nutrients capable of

alleviating the deficiencies that occur during the dry season.

The effectiveness of the technologies that allow to improve the nutritive value of the by-products has been proved, that is why it is only necessary to determine which is the most appropriate technology for each by-product.

The volumes required for granting an adequate supplementation depend on the kind of exploitation, the number of animals and the period of time during which they will be fed.

It has been proved that a rational use of by-products permits to eliminate the myth that supplementation may be carried out only through imported cereals and that we may contribute to the conservation of the environment by means of their use.

REFERENCIAS

- Cáceres, O.; Santana, H. & Díaz, D. 1988. Pulpa de cítrico. Valor alimenticio de la pulpa de cítrico ensilada y con la adición de residuos de la cosecha del frijol. **ACPA**. No. 4, p. 35-37
- Ojeda, F. 1995. Comparación de tres tecnologías para la conservación de los residuos obtenidos en los centros de limpieza de la caña de azúcar. **Avances en Investigación Agropecuaria**. 4 (2):22
- Ojeda, F.; Leng, R.; Allen, M.; Lamela, L.; Ruz, F. & Perdomo, A. 1996. Amoniaco, fuente alternativa de nitrógeno no proteico para los rumiantes. Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 101
- Ojeda, F. & Montejo, I. 2001. Mejoramiento del valor nutritivo de la cachaza deshidratada mediante

- su tratamiento con amoníaco. **Pastos y Forrajes**. 24:61
- Ojeda, F.; Ruz, F. & Lamela, L. 1998. Utilización de mieles finales de caña de azúcar amonificadas como suplemento en vacas lecheras. **Pastos y Forrajes**. 21:251
- Valdés, L.R. & Gómez, J. 1972. Uso de la cachaza como suplemento en animales en pastoreo. Memoria anual. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 139

Recibido el 17 de septiembre del 2001
Aceptado el 15 de octubre del 2001