

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**EFFECTO DE LA HARINA DE PESCADO SOBRE LA
DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DE MATERIA SECA Y COMPLEJO
LIGNOCELULOSICO EN DIETAS SUSTENTADAS EN
SACCHARINA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

LUZ MARIANA LEÓN CARRILLO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**ASESOR: Dr. JUAN JESÚS RUIZ CERVANTES
COASESOR: MVZ. MARIA DE LOS ANGELES RUIZ**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2005

m344891



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



GOBIERNO FEDERAL
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Efecto de la harina de pescado sobre la digestibilidad "IN SITU"
de materia seca y complejo lignocelulósico en dietas sustentadas
en saccharina.

que presenta la pasante: Luz Mariana León Carrillo
con número de cuenta: 09537545-2 para obtener el título de :
Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de Noviembre de 2004.

PRESIDENTE	<u>M.C. Juan Jesús Ruiz Cervantes</u>	
VOCAL	<u>MVZ. Yolanda del S.C. Pérez Ruz</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Patricia García Rojas Montiel</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Carlos Raúl Romero Basurto</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M.A. Rodolfo Rojas Tovar</u>	

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS

Agradezco a Dios el haberme permitido ser parte de este "su universo" y guiarme con su amor y luz para poder llevar mi vida a su consagración. Gracias a ti, mi Padre, he podido terminar una etapa de mi vida en la cual me veo envuelta de satisfacciones y logros, por ello este esfuerzo lo dedico a ti y a tu gran sabiduría que ha sido soporte en los momentos fundamentales al tomar decisiones en mi vida.

Gracias Jesús

"Dios es el comienzo, el medio y el fin"
Platón

A mi Mami: Patricia Carrillo

A ti, mi madre, maestra, amiga, confidente y cómplice, gracias por haberme regalado el don más bello que es "la vida" y sobre todo enseñarme a vivirla con respeto, amor y valores que me han ido forjando hasta llegar a ser el ser que soy hoy. Gracias a tu inmenso apoyo tanto moral como económico, por creer en mi en todo momento, por hacerme ver mis virtudes pero sobre todo saber reconocer mis defectos, por permitirme emprender mi propio vuelo cometiendo aciertos y desaciertos pero tú a mi lado siempre brindándome amor y tú mano para así nuevamente preparar el siguiente vuelo y alcanzar mis sueños. Por eso y más, a ti te doy las gracias por haberme ayudado a conducir este sueño y así cerrar un ciclo de mi vida y gracias por estar al comienzo de uno nuevo.

"El amor de una madre es algo tan especial para todos nosotros, tanto emocional como físicamente, que toca nuestras vidas y las enriquece para siempre"

Rosemary Rogers.

A mi hermanita: Edna Nayeli

Gracias por ser un ángel en mi vida y llenar esta de alegrías y dichas eternas, por enseñarme que la inocencia y la pureza en el alma se llevan, y por ser tú mi inspiración en toda ocasión.

"La infancia conoce el corazón humano"
Edgar Allan Poe.

A mis tíos: Consuelo Carrillo y José Medina

Mi eterno agradecimiento les doy por todo el cariño y amor que me han brindado desde el nacimiento hasta el día de hoy, han sido ustedes piezas fundamentales en mi formación y guías en el sendero de mi vida, he crecido a su lado y para mi ustedes son como unos segundos padres a los cuales tengo amor y respeto, y por eso es que hoy les agradezco con todo el corazón el infinito apoyo que me han dado.

"No es necesario que la bondad se manifieste, sino que se deje ver"
Platón

A mis primos: Ángel, Diana y Edgar

A ustedes que han sido como hermanos les agradezco todo el apoyo que me han dado con consejos y palabras de aliento. Su amor incondicional me regalaron, por eso, es una dicha el tenerlos como hermanos y amigos compartiendo mil aventuras, escuchando todas las alegrías y tristezas que en mi vida he tenido; han respetado mis pensamientos y sentimientos aún no compartiendo con ello el mismo criterio y por todo esto les doy las gracias a ustedes mis hermanos del alma.

“El hermano que ayuda al hermano construye casi una fuerte ciudad”
Salomón

A mi Abuelita:

Gracias por todo lo que me dio y aún más por lo que me da, porque gracias a su ejemplo he aprendido que en la vida hay que luchar para llevar a la cabalidad nuestros sueños; porque gracias a su cariño y cuidado he podido llegar hasta este momento de mi vida.

“Los años enseñan muchas cosas que los días desconocen”
Emerson

A mis tíos y primos:

Edmundo Carrillo S.
Sergio Carrillo S.
Maribel Carrillo S.
Graciela Carrillo S.

Adrián, Alejandro, Berenice, Fernanda, Jaqueline, Jenny, Karen, Laura, Verónica

“ La paz y la armonía constituye la mayor riqueza de una familia”
Benjamín Franklin

A mi Asesor: Dr. Juan Jesús Ruiz Cervantes.

Mil gracias Doctor por haberme dado esta gran oportunidad y así poder llegar al final de una meta que mi vida marcará. Usted creyó en mi, su apoyo me brindó no sólo como asesor de un proyecto sino como un maestro y amigo que me aconsejó y que sus experiencias conmigo compartió lo cual me sirvió para crecer en lo profesional y enriquecer mi ser cada día mas.

“El hombre de Alma virtuosa ni manda ni obedece”
Shelley

A mi Coasesora: MVZ. Maria de los Ángeles Ruiz

Estuvo presente en el recorrido de este camino que he perseguido y que por fin he conuido, mil gracias por los sabios consejos y el gran apoyo que nunca me faltó.

“Entiendo por sabiduría el arte de hacer la vida
lo más agradable y feliz posible”
Schopenhaur

A mi maestro y amigo: Dr. José Gabriel Ruiz Cervantes

Gracias por todas las enseñanzas que me brindó, no sólo en un salón de clase sino más allá de él, me enseñó sobre la profesión pero lo más importante que me enseñó fue sobre la humildad y el amor, valores que nunca debo dejar atrás para poder alcanzar las metas que en mi vida quiero realizar.

“El hombre sabio procurará que sus actos parezcan voluntarios y no forzados, por mucho que pueda obligarle la necesidad de realizarlos”
Maquiavelo

A mis amigos:

Alma, Angélica, Claudette, Edgar, Eliabel, Erika, Gabriela, Guni, Jazmín, José Luis, Jorge, Mary, Nadia, Nancy, Ricardo, Sandra y Yoloxochitl .

Porque no importa cuanto tiempo llevemos conociéndonos sino lo que hemos compartido, hemos aprendido juntos sobre la carrera más larga la vida. Tal vez hemos tenido diferencias muy grandes pero, pese a ello, nuestra amistad siempre ha triunfado es por eso que hoy les agradezco que hayan formado parte de mi vida. Hemos llorado, reído, tropezado y caído pero lo más bello es que nunca hemos dejado de ser AMIGOS.

“ un hermano puede no ser un amigo,
pero un amigo será siempre un hermano”
Benjamín Franklin

INDICE GENERAL

Indice general	I
Indice de cuadros y Grafica	II
Resumen	1
I Introducción	2
II Revisión de Literatura	
2.1 Producción ovina en México	3
2.2 Utilización de la caña de azúcar como forraje en rumiantes	4
2.3 Composición de la caña de azúcar	8
2.4 Valor nutritivo de la caña de azúcar	9
2.4.1 Variedades	10
2.4.2 Edad	10
2.5 Restricciones nutricionales de la caña	11
2.6 Saccharina (SC)	13
2.7.1 Utilización de la Saccharina	14
2.7.1.1 Bovinos	14
2.7.1.2 Ovinos	15
2.7.1.3 Cerdos	16
2.7.1.4 Aves	17
2.8 Harina de pescado	17
2.9 Suministro de Harina de Pescado en dietas para rumiantes.	18
III Objetivo General	19
IV Objetivo Particular	20
V Hipótesis	21
VI Material y Métodos	22
VII Resultados	24
VIII Discusión	27
IX Conclusión	29
X Bibliografía	30

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Carne ovina de producción nacional e importada en México .	3
Cuadro 2.	Estimación del número de animales, (oferta 20 kg/animal día ⁻¹) que pueden ser alimentados con una hectárea (ha) de caña de azúcar durante la época de estío, o durante todo el año según su rendimiento de materia fresca.	5
Cuadro 3.	Rendimiento de la caña de azúcar comparado con otras gramíneas.	5
Cuadro 4.	Comportamiento de novillos alimentados con dietas basadas en caña de azúcar y sin suplementos comerciales.	6
Cuadro 5.	Resumen del análisis de 66 cultivos de caña de azúcar.	7
Cuadro 6.	Composición química de la caña de azúcar porcentaje en base seca .	8
Cuadro 7.	Valor nutritivo del forraje de la caña de azúcar, el bagazo y la melaza utilizados en la alimentación de rumiantes.	10
Cuadro 8.	Efecto de la madurez en la composición promedio de proteína bruta y energía metabolizable (MJ EM Kg ⁻¹) de 286 variantes de gramíneas de 49 géneros y 133 especies en base a materia seca.	11

Cuadro 9.	Restricciones nutricionales y fisiológicas de la caña de azúcar	12
Cuadro 10.	Resumen de soluciones de tipo fisiológico y nutricional propuestas para optimizar el uso de la caña azúcar transformada en Saccharina en cuanto alimento básico para rumiantes.	12
Cuadro 11.	Composición bromatológica de la Saccharina.	14
Cuadro 12.	Composición porcentual de las dietas integrales y de la concentración de harina de pescado.	22
Cuadro 13.	Análisis químico de las dietas integrales con diferentes concentraciones porcentuales de harina de pescado.	24
Cuadro 14.	Coefficientes de correlación (r) entre el consumo materia seca (Y) y los componentes del complejo lignocelulósico (X) en las dietas integrales.	26
Cuadro 15.	Consumos proteicos por dieta/tratamiento.	26
Gráfica-	Efectos del nivel de harina de pescado sobre el consumo de materia seca de dietas integrales basadas en Saccharina expresadas kg/100 kg de peso vivo.	25

RESUMEN

Se elaboraron dietas integrales para alimentar ovinos en confinamiento sustentadas en Saccharina (SC). En el experimento se determinaron las mejores proporciones de una fuente de proteína de menor solubilidad en el rumen, caracterizando el consumo voluntario y la digestibilidad ruminal. Se usó la técnica de digestibilidad *in situ*, en cuatro ovinos fistulados en un diseño de cuadrado latino de 4 X 4, los tratamientos fueron dietas elaboradas con SC con diferentes concentraciones de harina de pescado (HP) 0.0; 2.0; 4.0 y 6.0%. Se midieron la degradación de la materia seca (MS) y complejo lignocelulósico (CLC). No hubo diferencias significativas entre tratamientos, el cálculo de la correlación entre los niveles de los componentes del complejo lignocelulósico (CLC) y el consumo de MS, solo fueron detectadas diferencias cuando se combinaron en pares los diferentes sustratos. La combinación lignina (LIG) más fibra neutro detergente (FDN) fue la única significativa (0.75 $P < 0.05$). La inclusión de 6% de HP, no modificó el índice de consumo de MS, pero modificó los porcentajes de proteína no fermentable en rumen hasta en un 18.6%. La SC utilizada con fuentes de proteína sobrepasantes en dietas para ovinos presentó un mejor índice de conversión alimenticia.

I INTRODUCCIÓN

Se conoce que la celulosis ruminal se apoya en el adecuado balance de proteínas solubles presentes en el rumen (Allen y Miller, 1987), tanto para las dietas donde se incluyen granos de cereales (Church, 1969) o melaza (Veitia, 1986) o en las fibrosas (Van Soest, 1983).

También, se ha expuesto que la importancia de la presencia de las proteínas de baja solubilidad en el rumen, denominadas como "sobrepasantes" (PS) contribuyen a elevar el "pool" de aminoácidos e incrementan la respuesta productiva de los animales (Chalupa, 1975), incluyendo a aquellos animales cuyo consumo de dietas ricas en nutrientes, compensan sus requerimientos energéticos y minerales (Leng, 1978) Este efecto también fue reportado por Leng y Preston (1976) para dietas basadas en caña de azúcar (CA) suplementadas con harina de pescado (HP).

La CA por lo general se usa como alimento de salvación pues su consumo es muy bajo (González *et al.* 1995). El análisis bromatológico arroja como resultados, una composición de materia seca (MS) de 23 a 28% (Eliás *et al.*, 1990). Mientras que la composición estructural de la planta, muestra que un 16.7% lo constituyen las hojas, 74.6% el tallo, (el cual esta dividido en 31.4% en corteza y 45% en bagazo) y el resto está representado por las hojas secas 6.9% (García *et al.*, 1990).

De acuerdo con Guedes y Días da Silva (1994), la HP por su escasa degradación ruminal se utiliza con frecuencia combinada con otras fuentes más solubles de proteína para estimular la actividad fibrolítica microbiana, pero aún falta información para conocer el nivel óptimo de PS para los rumiantes, cuando consumen dietas relativamente altas en fibra como puede ser el caso de la Saccharina (SC), propuesta desarrollada en Cuba para enriquecer el valor nutritivo de la CA, según Eliás *et al.*, (1990).

En un estudio efectuado en el Instituto de Ciencia Animal de la Habana se utilizó CA para la elaboración de un producto llamado Saccharina, (Anon, 1994), se concluyó en referencia al valor nutritivo de la SC, como comparable al de los concentrados comerciales para bovinos ya que presenta entre el 8 al 16% de PB, y de esta, aproximadamente 6% es considerada proteína verdadera, medida como nitrógeno soluble en ácido tricloroacético (N-TCA). En ese mismo estudio se sugiere cuanta PS se puede absorber en el intestino aportada por este alimento. Esta, podría llegar hasta los 15 g kg⁻¹ de MS lo cual es de suma importancia, según ha sido sugerido por Ruiz *et al.*,(1990), al estudiar la suplementación nitrogenada (NX6.25) para este alimento derivado de la CA.

A partir de estas observaciones y considerando que no se dispone de suficiente información acerca de este significativo tema, el propósito de este experimento será identificar el nivel de inclusión de HP como portador de PS de alto valor biológico y dirigido a incrementar la tasa de digestibilidad del producto con alto contenido de fibra como es la SC.

II.-REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Producción ovina en México

México es un país ganadero, esta característica es tal vez una de sus mayores fortalezas en cuanto a su producción agropecuaria. Sin embargo, existen áreas de la misma que no han alcanzado su máximo potencial, tal es el caso de la ovinocultura descrita por Salas (1988) como una actividad de lento crecimiento. Sin embargo los ovinos representan un gran potencial para la producción agropecuaria en México, por sus hábitos alimenticios y tamaño, esta especie aprovecha de manera eficiente la vegetación de las tierras de pastoreo, agostaderos, praderas o plantaciones agroforestales, son una fuente de proteína de origen animal, constituyen una alternativa viable para la diversificación agropecuaria y establecen un ingreso económico para el productor (Bores y Vega 2003). En la última década, la producción de carne de ovino en México se ha incrementado, pero no ha logrado satisfacer la creciente demanda nacional (Bores y Vega 2003) y a pesar de la tradición mexicana de consumir borrego en forma de barbacoa, esta situación es poco diferente a la mencionada para esta industria (Sánchez del Real, 1998).

De acuerdo a las cifras oficiales nuestro país cuenta con un inventario de 60 45 999 cabezas según el Centro de Estadística Agropecuaria (C.E.A. SAGARPA 2000). De este inventario el 55% se encuentra en la zona centro del país, el 23 % en la zona centro norte, el 16% en el sureste y el 4% restante en otras regiones. El consumo nacional aparente (CNA) es de 86,564 ton y se encuentra íntimamente ligado a la evolución de las importaciones, las cuales para el año 2000 ascendieron 53,174 ton, que significaron el 61% de este consumo. INEGI 2000

Cuadro 1. Carne ovina de producción nacional e importada en México

Año	1990	1993	1996	1999	2000
Producción, toneladas	24,695	28,672	29,443	30,785	33,390
IMPORTACIONES					
Cabezas, miles	451.5	804.4	284.9	333.9	381.5
Carne en canal, toneladas	9,850	20,784	13,616	33,800	44,399
Consumo Nacional Aparente	44,930	67,957	49,612	72,265	86,564
Consumo per capita kg.	0.553	0.777	0.530	0.736	0.869

INEGI 2000

Las técnicas manejadas en México para la producción ovina por lo general se desarrollan en sistemas de pastoreo sin embargo en los últimos años se ha comenzado a operar como elección alternativa la engorda intensiva en corrales, esto gracias al elevado precio que ha ido adquiriendo la carne de borrego en el mercado nacional comparado con otras especies (Rodríguez *et al.*, 1991). A pesar del éxito económico actual los ovinocultores siempre están sujetos a los cambios tanto en los precios como la disponibilidad de los granos que limitan esta alternativa a un reducido número de productores (FIRA, 1985; Sánchez del Real, 1998; SAGARPA, 2000). Se comunica de unas 50,000 familias practicantes de esta actividad sin embargo solo el 25% de ellas, viven totalmente de ejercerla. El resto la consideran una actividad secundaria como un apoyo a la economía familiar, por lo cual no son considerados como productores significativos en el ámbito nacional (Pérez, 1981).

2.2 Utilización de la caña de azúcar como forraje en rumiantes

Se ha sugerido que la CA puede ser uno de los cultivos más productivos entre todas las plantas cultivadas por el hombre (Alexander, 1986), hecho sustentado en su elevada facultad para captar la energía solar y convertirla en biomasa utilizable por la industria y/o la alimentación (Mena, 1988). Debido a ello ha sido denominada la reina de los cultivos tropicales (Alcántara, 1982; Mena, 1988; Muñoz *et al.*, 1990), pues se han alcanzado rendimientos potenciales de biomasa total de hasta 276 a 395 t ha⁻¹ de caña para las regiones tropicales y subtropicales respectivamente, aunque sus rendimientos en promedio para el área del Caribe son de 55 a 65 t ha⁻¹ de tallo molible para la obtención de azúcar (Alexander, 1988). En las áreas tropicales, la tradición de mantener al ganado en pastoreo resulta ser la forma más extendida para la cría de ganado (Shimada, 1986). En estas condiciones, los resultados productivos están sometidos a los altibajos de la disponibilidad estacional de pastos, influenciada a su vez, por las variaciones climáticas (Valdés *et al.*, 1988).

La capacidad de la CA como forraje, se ha definido como la cantidad de animales que pueden ser alimentados por unidad de área dedicada a la siembra de ésta planta con propósito forrajero (Molina *et al.*, 1996). En el cuadro dos, se informa de la producción de la caña y el número estimado de animales que pueden sustentarse por hectárea de esta gramínea, según Molina, (1990).

Cuadro 2 . Estimación del número de animales, (oferta 20 kg/animal día⁻¹) que pueden ser alimentados con una hectárea (ha) de caña de azúcar durante la época de estío, o durante todo el año según su rendimiento de materia fresca (MF)

Rendimiento	No de animales ha ⁻¹	
MF t ha ⁻¹	Época seca	Año completo
56	15.5	7.7
107 ^a	29.7	14.6
278 ^b	77.5	38.2

(Molina, 1990)

^{a)} Rendimiento comercial con cultivo intensivo

^{b)} Máximo teórico estimado por hectárea

En el ciclo de producción tradicional para fines azucareros, la CA se deja crecer entre 12 a 18 meses durante los cuales ocurren los siguientes cambios: un aumento en la proporción del tallo con respecto a las hojas; un aumento en la concentración de azúcares reductores en sacarosa; y una lignificación creciente de los carbohidratos estructurales de la pared celular. En contraste con la mayoría de las otras gramíneas, la digestibilidad en total de la CA no disminuye con la madurez, de hecho, hay un pequeño incremento en la digestibilidad pues la acumulación del contenido soluble de la célula (los azúcares) compensan la reducción en la digestibilidad de la pared celular (Prestón, 1977).

En el cuadro tres, se compara la capacidad forrajera de la CA con otros forrajes cultivados con riego y fertilización elevada, mientras la CA procedía de campo sin riego y con fertilización de mantenimiento.

Cuadro 3. Rendimiento de la CA comparado con otras gramíneas

Forraje	Rendimiento MS t ha año ⁻¹	% de NX 6.25	EM Mcal kg ⁻¹
Caña de Azúcar	32.2	2.40	2.33
Hierba Elefante	38.0	11.0	2.28
Estrella Africana	30.6	7.60	2.04
Maíz forrajero	20.5	6.80	2.11
Sorgo forrajero	20.1	10.60	2.41

(Molina, 1990)

Molina (1990), planteó que el rendimiento de la materia seca (MS) no es una medida suficiente para saber de la capacidad de carga de una planta forrajera como la CA, por lo mismo diseñar sistemas de alimentación con grupos de animales con capacidad productivas altas o medianas es

difícil aun conociendo la disponibilidad de MS conocer dicha carga. Otros autores (Garza y Shimada, 1979; Rodríguez, 1984), sugieren analizar la ganancia de peso, el consumo de alimento y la digestibilidad para integrar un perfil nutricional y capacidad forrajera de una planta más completa. Por otra parte, si se comparan la producción de energía de cereales y de la caña, esta última produce 3.5 veces más calorías por ha. Esto se observa también cuando se le compara con tubérculos o raíces (García et al., 1991). En el año de (1966) Armas y González calcularon el total de la energía obtenida durante la cosecha de la CA, de la cual cantidad de energía utilizada en el procesamiento industrial para su transformación en azúcar, era de únicamente el 5%, el 95% restante fue considerando, como materia energética acumulada. No obstante el potencial mostrado por la CA, las experiencias y los resultados prácticos efectuados en la alimentación de los rumiantes con el forraje de la caña de azúcar, y la aparición de la literatura especializada comienza a proliferar a partir de 1970 (Molina, 1990). Por eso, mientras uno de los primeros resultados relevantes sobre la engorda de ganado con raciones basadas en la caña de azúcar fueron publicados en Estados Unidos por Pate y Coleman (1975), en México en esa misma época (1973-1978), se realizaron estudios tendientes a perfeccionar raciones para diferente tipo de ganado, en los cuales se incluyeron variables que van desde el tamaño de partícula del forraje molido, hasta los niveles de suplementación con diferentes fuentes de energía y de proteína de diferentes grados de solubilidad, sin faltar NNP-Urea (Gleaves y Pérez 1981; Álvarez, 1988), pero generalmente como suplementos al forraje de caña suministrado a voluntad y no como dietas integrales. Cuadro cuatro

Cuadro 4. Comportamiento de novillos alimentados con dietas basadas en caña de azúcar con y sin suplementos comerciales.

Suplemento	Ganancia peso (g día ⁻¹)	Índice de consumo ^a	No. de pruebas
1Kg de pulidora de arroz	559-896	1.90-2.60	8
1kg de maíz molido	296-600	2.05-2.32	2
1kg de sorgo	308-347	---	1
0.5kg de harina de algodón	291-402	---	1
0.4kg de harina de sangre	92-432	1.90-2.01	2
0.7kg de pescado de soya	333-669	1.93-2.17	1
Sin suplemento	33-225	1.46-2.19	6

(Álvarez, 1988)

^aConsumo de MS en Kg/100Kg de peso vivo.

También se ha demostrado, que la fibra de la CA se degrada poco a nivel ruminal y su acumulación dentro de este órgano, provoca una disminución del consumo de alimento. Así se ha recomendado

seleccionar cañas con bajo contenido de fibra (Gooding, 1982). En el cuadro cinco se muestra la composición química de cultivos de CA. Este mismo autor informó de diferencias importantes en cuanto el contenido de fibra y MS, para ello utilizó datos de Pate y Coleman (1975).

Cuadro 5. Resumen del análisis de 66 cultivos de caña de azúcar

	Promedio	Rango	
		Alto	Bajo
Materia Seca ¹	25.75	30.5	11.70
Proteína Cruda	2.32	3.06	1.05
Fibra cruda	28.12	35.93	22.08
Extracto de éter	1.24	1.87	0.70
Ceniza	4.33	7.12	2.74
Calcio	0.20	0.35	0.016
Fósforo	0.05	0.09	0.02
Lignina	6.31	8.43	4.0
Celulosa	26.99	31.97	21.19
FND ²	52.70	67.70	42.36
SND ³	47.29	57.44	32.10
MODIV ⁴	56.60	64.10	40.04

(Gooding, 1982)

Materia seca reportada como % de peso fresco¹; todos los otros datos están representados como % de MS. Fibra neutro Detergente². Solubles neutrales detergentes³. Se presume que SND se aproxima a los porcentajes de azúcares totales. Materia orgánica digestible in vitro⁴.

El problema del consumo voluntario de los ovinos alimentados con CA es un aspecto que también requiere de atención, pues rara vez se alcanzan los dos kg de MS por 100 kg de proteína verdadera (PV) aunque se incluyan suplementos proteicos y minerales (Molina, 1990). Experimentalmente se ha comprobado en ovinos un consumo de no más de 60g de MS/kg^{0.75} (Alcántara et al., 1989).

Por todo esto deberá considerarse, si el consumo de MS de CA tiene un límite físico y no puede ser sobrepasado solo con el estímulo de la suplementación nitrogenada. En la práctica, la complementación de una ración en caña con otro alimento proteico voluminoso, puede considerarse para minimizar el uso de concentrados (García et al., 1990; Martín y Brito, 1996).

Por otra parte, para la adecuada evaluación y ajustes de estas características del forraje de CA, no debe olvidarse el hecho clásico conocido, respecto a los carbohidratos solubles en las dietas de los rumiantes, en cuanto a la inhibición de la celulosis ruminal (Elías, 1983). Esto implica a la sacarosa y otros azúcares contenidos en la CA que puedan afectar digestibilidad ruminal de la fracción

fibrosa como fuente básica de energía para esta especie (Galindo, 1988), pero se conoce, que esta aparente contradicción, se puede armonizar estimulando un ambiente ruminal apropiado, mediante la suplementación de fuentes de proteína adecuados (Pedraza *et al.*, 1998).

En estas condiciones se ha pensado que en las dietas para ruminantes basadas en CA o sus derivados, se necesita establecer un ecosistema ruminal creciente para optimizar el crecimiento bacteriano y maximizar la digestibilidad de la fibra (Leng y Preston 1988; Preston, 1988; Preston y Leng, 1987). Para ello se requiere incluir en las dietas portadores adecuados de proteína, almidones y grasas, que a su vez contengan apropiados niveles sobrepasantes de estos nutrimentos (Preston *et al.*, 1976; Preston 1989; Preston, 1995). De esta manera se garantiza el estímulo de la función ruminal y el aporte a los requerimientos nutricionales del animal hospedero.

2.3 Composición de la caña de azúcar.

La planta de CA esta compuesta (Base seca), de; 16.7% de hojas, 76.4% de tallo (31.4% de corteza y 45% de bagazo), y 6.9% de hojas secas (García *et al.*, 1990): El contenido de materia seca total fluctúa entre 23 y 28% (Elías *et al.*, 1990)

La caña de azúcar madura picada tiene la siguiente composición química (en Base seca): 6.21-6.45% de cenizas, 1.91% de extracto etéreo, 56.4% de extracto libre de nitrógeno, 2.0-5.43% de proteína bruta, 6.9% de fibra detergente neutro, 40.1% de fibra detergente ácido, 0.23% de calcio, 0.09% de fósforo (García *et al.*, 1990). Otros componentes se describen en el cuadro seis.

Cuadro 6. Composición química de la caña de azúcar (%BS)

INDICADOR	CAÑA	MEOLLO
Contenido de pared celular	32.2	87.1
Lignina	4.01	8.94
Celulosa	18.4	40.9
Hemicelulosa	14.8	32.5
Fibra ácido detergente	23.5	54.6
Contenido celular	61.8	12.9
Carbohidratos solubles ,	66.6	4.11
Proteína total	2.6	1.4
Cenizas	3.62	6.74
Digestibilidad, materia orgánica	.87.5	55.6

(Elías *et al.*, 1990)

La caña tiene una digestibilidad en los rumiantes que varía de 37.1 a 51.6% (García *et al.*, 1990). Durante el período joven de crecimiento de la planta, el contenido de nutrientes digestibles totales es menor, que cuando se tiene un mayor estado de madurez (Elías *et al.*, 1990), debido a la concentración azúcar.

En el ciclo de producción tradicional para fines azucareros de la caña de azúcar se deja crecer durante 12 a 18 meses durante los cuales ocurren los siguientes cambios: un aumento en la proporción del tallo con respecto a las hojas; un aumento en la concentración de azúcares totales en el jugo; conversión de los azúcares reductores en sacarosa y una lignificación creciente de los carbohidratos estructurales de la pared celular. En contraste con la mayoría de las otras gramíneas, la digestibilidad en total de la CA no disminuye con la madurez, de hecho, hay tendencia hacia un pequeño incremento en la digestibilidad, pues la acumulación del contenido soluble de la célula (los azúcares) compensa la reducción en la digestibilidad de la pared celular. (Preston, 1977).

2.4 Valor nutritivo de la caña de azúcar

En América latina, al comienzo de la década de los 70, se estudio el valor nutritivo de la caña como alimento para los animales. México, Barbados, Cuba y republica Dominicana, se realizaron diferentes estudios para confeccionar y perfeccionar raciones basadas en caña de azúcar (González, 1995).

Así se ha conocido que la CA modifica su valor nutricional para los rumiantes de acuerdo a diversos factores, entre estos se encuentran la variedad, la edad y los diferentes tratamientos agronómicos a los cuales es sometida durante su desarrollo (Preston, 1977). Este autor informa acerca de la relación entre el comportamiento animal y los cambios efectuados en la planta durante su proceso de madurez, principalmente respecto a la concentración de azúcares totales y a la lignificación de sus paredes celulares.

Al mismo tiempo, casi todos sus subproductos agroindustriales (cogollo con hojas verdes, paja o esquilmos con hojas secas, cachaza, melaza, bagazo y bagadillo), son utilizables para la alimentación de las especies rumiantes (Abdalla *et al.*, 1990).

Cuadro 7. Valor nutritivo del forraje de la caña de azúcar, el bagazo y la melaza utilizados en la alimentación de rumiantes.

Alimento	MS%	PB%	FB%	EM Mcal	Ca%	P%
Caña (planta entera)	26.2	2.6	27.9	2.10	0.55	0.14
Cogollo (hojas verdes)	42.0	4.5	34.7	1.88	0.36	0.05
Hojas secas	75.9	1.6	36.8	1.22	0.46	0.02
Bagazo	50.1	2.3	53.6	1.18	1.18	0.07
Melaza	76.6	2.4	-	1.58	1.31	0.91

(García et al., 1991)

2.4.1 Variedades

Los problemas o ventajas que pueden representar las variedades de caña en cuanto a su valor nutritivo no ha recibido mucha atención después de que Gooding (1982), informó que las variedades de la CA con bajo contenido fibroso y con un alto nivel de grados Brix, serían las más adecuadas para ser usadas en la alimentación de rumiantes y sugiere desarrollar variedades de caña específicamente para este propósito. En 1977, en México se analizó la digestibilidad de seis variedades de CA, sin encontrarse diferencias en cuanto a MS, materia orgánica (MO), PC incluyendo además a los diversos componentes del complejo lignocelulósico (Garza y Shimada, 1979). Estos autores atribuyeron la homogeneidad entre las variedades estudiadas al hecho de ser todas seleccionadas para la producción de azúcar.

No obstante, algunos autores han demostrado la existencia de importantes diferencias en la digestibilidad de la MS, MO y la pared celular, utilizando para ello muestras de 62 variedades comerciales de tres regiones cubanas. Entre estas se identificaron 12 variedades que mostraron una digestibilidad aparente en rumen entre el 50 y 54% de la MS, cuyo uso se recomendó descartar para propósito forrajero, aun considerando que algunas de estas presentan un alto rendimiento azucarero en la industria (Traba, 1990; Molina et al., 1996; Molina et al., 1999).

2.4.2 Edad

Respecto de la edad, en el caso de las gramíneas, su influencia es positiva para el rendimiento de la MS, pero no así para su calidad, según el estudio de Martín (1998) y cuyos resultados resumidos se muestran en el cuadro ocho.

Cuadro 8. Efecto de la madurez en la composición promedio de proteína bruta (PB) y energía metabolizable (EM Kg⁻¹) de 286 variantes de gramíneas de 49 géneros y 133 especies en base a MS.

Estado	%PB	ES±	MJ EM/kg MS	ES±
Maduras	8.1	0.26	8.318	0.08
Tierras	10.5	0.27	8.557	0.034

(Martín, 1998)

(Ferreiro *et al.*, 1977_{abc}) detectaron una prueba de la superioridad nutricional de la caña madura sobre la caña inmadura, y midieron además el consumo voluntario en tallo de caña descortezado o no y mencionan sus limitaciones como ingredientes de las dietas. Un año antes, Álvarez y Preston (1976), encontraron en la caña tierra menos eficiencia (270 g vs. 520 g de ganancia diaria de peso, $P < 0.05$) como alimento para el crecimiento de los bovinos. En cuanto a la digestibilidad de la CA in Vitro y relacionada a la edad, Banda y Valdez (1976), reportan cifras de 575 vs. 70.5 en caña de 8 y 16 meses de edad respectivamente, reiterando los resultados para la CA de mayor edad mayor calidad del forraje.

2.5 Restricciones nutricionales de la caña

La CA como cualquier otro alimento, presenta algunos factores limitantes para su aprovechamiento como ingredientes dentro de una dieta para un tipo de animal y con un propósito productivo determinado. Se han sugerido como factores limitantes en la obtención de productos de origen animal de individuos alimentados con CA, a los precursores de glucosa, aun cuando estos son proporcionados más fácilmente por fuentes de almidón y parte del cual, se espera pase directo al duodeno (Silvestre *et al.*, 1977) En el cuadro nueve, se observan los resultados de Delgado (1995) para las restricciones nutricionales y fisiológicas de la CA.

Cuadro 9. Restricciones nutricionales y fisiológicas de la CA

NUTRICIONALES	FISIOLÓGICAS
Carbohidratos solubles y estructurales en estrecha relación: inhibición parcial de la celulosis ruminal	Elevada proporción de la pared celular: Mayor trabajo de rumia
Insuficiente contenido proteico para la nutrición microbiana y del animal	Lenta reducción del tamaño de las partículas
Déficit y desbalance mineral	Elevado tiempo de permanencia de las partículas en el retículo rumen.
Pobre contenido de grasa (0.7%)	
Ausencia virtual del almidón	

(Delgado, 1995)

Sin embargo, hay posibilidades de optimizar su uso, si se tiene el cuidado de provocar condiciones ambientales favorables para la fauna y flora ruminal, una muestra de ello se presenta en el cuadro diez.

Cuadro 10. Resumen de soluciones de tipo fisiológico y nutricional propuestas para optimizar el uso de la caña azúcar transformada en Saccharina en cuanto alimento básico para rumiantes

Saccharina	
1. Carbohidratos solubles en menor proporción actividad celulolítica adecuada.	¿
2. Niveles proteicos adecuados altos en NNP y bajos en proteína verdades	¿
3. Balance adecuado de minerales excepto K.	¿
4. Contenido graso superior al de la caña (1.10%)	¿
5. Puede fermentarse con fuentes amiláceas	¿

(Delgado, 1995)

2.6 Saccharina (SC)

En los estudios realizados con la CA, con detección de elevados niveles de contenido celular rico en azúcares, así como de carbohidratos estructurales que unidos a un bajo contenido de proteína bruta, se corresponden con una alta digestibilidad de la materia orgánica, revelaron la factibilidad de incluir urea u otra fuente de nitrógeno no proteico (NNP), para estimular la síntesis de proteína microbiana. Tales observaciones permitieron a Elías *et al.*, (1990), utilizarlas como el resultado de la elaboración de la SC.

La Saccharina es enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante una fermentación en estado sólido. Consiste en moler la caña limpia (sin hojas y puntas) y agregar urea más una fórmula mineral rica en macro y microelementos; dejándola fermentar en un período de 24 horas, para favorecer el crecimiento microbiano (levaduras). Elías *et al.*, (1990) encontraron que el mejor incremento en proteína (12.7 a 15.6%) es logrado con 1.5% de urea en base fresca (5% de urea en base seca) la cual fue modificada por Ruíz (2002) al proporcionarle sulfato de amonio 0.75%.

Estos investigadores desarrollaron una tecnología simple de ser aplicada por el producto primario, y puede permitirle en su propio rancho disponer de una base alimenticia confiable, para elaborar sus alimentos balanceados para sus animales, mediante un procedimiento rústico de acuerdo a los siguientes requisitos.

1. Disponer de los tallos de caña limpia de hojas secas (paja) y preferiblemente también de las hojas verdes.
2. Moler los tallos de caña en una picadora convencional Indicional para forraje.
3. Mezclar este forraje picado con 1.0% (en peso fresco) de urea y 0.5% de sales minerales y 0.75% de sulfato de amonio.
4. Secar esta mezcla al sol, sobre una superficie de asfalto o cemento limpia durante uno o dos días.
5. Moler el producto final en un molino de martillos para convertirlo en harina, que es la base para elaborar el alimento balanceado.

Excepto por su contenido de fibra bruta, al análisis proximal de la SC se acerca al de los granos de cereales, cuando es usado como alimento para animales. La diferencia es que su contenido energético está representado por azúcares en lugar de almidones. En el cuadro 11, se observan los valores de proteína y energía para este producto de la caña de azúcar.

Cuadro 11. Composición bromatológica de la SC

Indicador	
Materia seca	87.1-89.5
Proteína bruta	11.1-16.0
Nitrógeno precipitable (TCA) (Nx 6.25)	8.9-13.8
Ceniza	3.3-4.0
Fibra bruta	24.6-26.5
Calcio	0.3-0.4
Fósforo	0.24-0.30
Potasio	0.04-0.05
Magnesio	0.15-0.25
EB (MJ/kg)	14.5-16.5
Extracto Etéreo	1.0-1.1

(Elías *et al.*, 1990)

2.7.1 Utilización de la Saccharina

Este producto se ha empleado para sustituir parte de los cereales de las dietas de : cerdos, aves. y rumiantes.

2.7.1.1 Bovinos

En particular, la SC se ha utilizado para la producción de carne y leche, en diferentes etapas. (Reyes *et al.*, 1993).

Marrero *et al.*, (1992_a), utilizaron 44 terneros holstein lactantes para estudiar la sustitución parcial de cereales por SC en el concentrado y recomendaron como posibilidad incluir en la dieta hasta el 33% de este nuevo alimento, obteniendo ganancias de peso superiores a los 600 g día⁻¹. Con terneros destetados en crecimiento, (Marrero *et al.*, 1992), obtuvieron un comportamiento similar cuando el concentrado contenía el 35% de SC, mientras que con el 67% observaron un estímulo adecuado en el desarrollo del rumen en animales jóvenes Marrero *et al.*, 1993). En un experimento con hembras de reemplazo en crecimiento a partir de los 200 kg sobre pasto Bermuda cruza 68, se utilizó la suplementación con un concentrado elaborado con base a SC (Zarragoitia *et al.*, 1990),

los autores observaron la posibilidad de sustituir el 58% de los cereales del concentrado comercial por SC, sugiriendo esta opción como útil y económica para este tipo de explotaciones y animales.

Posteriormente Zarragoitia *et al.*, (1992), tampoco hallaron diferencias significativas en la ganancia de peso de novillas lecheras en crecimiento sobre pasto bermuda 68, al comparar la suplementación con 2.0 Kg día⁻¹ de un concentrado balanceado con 80% de SC, (569g día⁻¹).

El consumo de SC *ad libitum* más forraje verde restringido a razón de 3 kg/100 kg de PV, permitió ganancias de pesos superiores a los 560 g día⁻¹ cuando la novillas recibieron suplementos diarios que incluyeron 600 g de soya más melaza a voluntad. La SC aportó entre el 48 al 77% de la MS consumida, aunque en las raciones con más del 50% de SC las ganancias de PV disminuyeron significativamente (Fundora *et al.*, 1995).

La combinación de la SC con maíz o trigo en el concentrado para vacas lecheras en pastoreo, con una capacidad de producción de 4,000 kg de leche por lactancia, no manifestó ventajas significativas al compararlas con un concentrado comercial. Sin embargo, la combinación de la SC con maíz mostró ventajas ($P < 0.01$) sobre la ración con trigo. Por otra parte se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en las proporciones de grasa y de proteína en la leche. La leche de las vacas alimentadas con las raciones elaboradas con SC, maíz y trigo, contenía más grasa y menos proteína en comparación con la leche de vacas alimentadas con la dieta comercial (Reyes *et al.*, 1997).

En un estudio realizado en Cuba en el Instituto de Ciencia Animal (Anon, 1994) se concluyó en referencia al valor nutritivo de la SC como comparable al de los concentrados comerciales para bovinos debido a que presenta entre 8 al 16% de PB, de la cual aproximadamente 6% es considerada proteína verdadera, medida como nitrógeno soluble en ácido tricloroacético (N-TCA). En ese mismo estudio se sugiere cuanta proteína sobrepasante (PS) se puede absorber en el intestino aportada por este alimento. Esta, podría llegar hasta los 15 g Kg⁻¹ de MS lo cual es de suma importancia, según ha sido sugerido por Ruíz *et al.*, (1990), al estudiar la suplementación nitrogenada ($N \times 6.25$) para este alimento derivado de la CA.

El uso de la SC en la engorda intensiva de ruminantes ha sido poco estudiado hasta el presente. Sin embargo, Ruíz declaró (2004, comunicación personal) que obtuvo ganancias próximas a los 985 g/día con becerros lecheros destetados a los 90 días de edad, cuando se someten a engorda intensiva en corrales consumiendo a voluntad como dieta única, un concentrado integral de alta energía y proteína (2.85 Mcal EM y 14.3% PB, respectivamente) balanceado con 65.36% de SC.

2.7.1.2 Ovinos

En un experimento de carácter básico y utilizando SC como el 100% de la ración, se encontraron bajos niveles de retención de N, pero suficientes para obtener moderadas tasas de ganancia de PV diario (Fundora *et al.*, 1995). Este resultado se atribuyó, a una posible influencia sobre el consumo voluntario, por el tamaño de partículas de la SC empleada en este experimento, el cual fue mayor

al recomendado para esta especie, determinando así, un bajo consumo de energía (6.2 MJ de EM por día).

Cuando se utilizaron cerros adultos para estudiar el consumo y la digestibilidad de concentrados formulados con diferentes proporciones de SC sustituyendo maíz y trigo los resultados para consumos de MS, al incluir hasta 65% de SC en la ración, han sido de los más altos reportados para ésta especie en condiciones tropicales . Asimismo el consumo neto de 80 g de MS Kg 0.75 en forma de SC, es muy superior a cualquier comunicado para productos o subproductos de la caña de azúcar. Al mismo tiempo resulta 13% superior al índice de consumo ovino recomendado para pastos y forrajes tropicales así como 7% mayor al porcentaje señalado para las especies templadas (Ruiz, *et al.*, 1990).

Ventajas adicionales acerca de las posibilidades de uso de la SC en dietas integrales para ovinos fueron demostradas por García y Elías (1990), con borregos Pelibuey consumiendo a voluntad concentrado con inclusión de un 60% de SC, donde se obtuvieron ganancias diarias de peso de 108 g día⁻¹ contra 122 g obtenidos con una ración sustentada en levadura forrajera industrial, como suplemento a una dieta a base de heno y melaza con 3% de urea, ambos a voluntad. Se considera que este trabajo puede tomarse como inicial de las posibilidades de la SC para esta especie, pues se realizó con pocos animales y durante un período relativamente corto.

2.7.1.3 Cerdos

Ly, *et al.* (1991) encontraron que con el aumento del nivel de saccharina en la dieta la digestibilidad del nitrógeno y la energía disminuyó ($P<0.001$), mientras que la retención del nitrógeno y energía expresada como porcentaje del consumo decreció ($P<0.001$). Estas son las principales limitantes nutricionales, para incorporar este alimento en grandes proporciones en dietas de cereales para cerdos.

Lezcano *et al.*, (1990) evaluaron niveles de Saccharina de, 0,10,20,30,40, y 50% en piensos para la etapa de preceba (33 a 61 días de edad). Encontraron que el peso máximo se logró con 9% de saccharina y el máximo nivel aceptable fue de 24% con respecto al control. La conversión alimenticia mínima se obtuvo con 12% de saccharina y el máximo aceptable de saccharina fue el de 26%. Concluyeron que es posible incluir de un 24 a 26% de saccharina en piensos para cerdos en preceba.

En cerdos de 61% a 93% días de edad se puede incluir el 30% de saccharina en la dieta (García y Trujillo, 1989).

En cerdos, durante el periodo de ceba existe la posibilidad de sustituir hasta un 60% de los cereales del suplemento por saccharina en sistemas de alimentación basados en miel (Castro *et al.*, 1990).

En otro estudio, (Díaz *et al.*, 1990) sustituyeron el 100% de los cereales por saccharina (60% de la dieta), en dietas para cerdas gestantes, con diferentes niveles de miel final (1.9, 2.1 y 2.3 Kg.) como fuente de energía concluyeron que se puede incluir el 60% de saccharina en la dieta, en sustitución de los cereales, utilizando 2.3Kg de miel fina por día.

(Díaz *et al.*, 1992) compararon una dieta de maíz y trigo como fuentes energéticas, con cuatro niveles de saccharina (20,40,60 y 80%) en sustitución de los cereales, en cerdas gestantes. No encontraron diferencias en ganancias de pesos ($P < 0.05$) en toda la gestación entre el nivel de 20% de saccharina en el pienso para cerdas gestantes.

2.7.1.4 Aves

Valdivié, *et al.*, (1990) encontraron que el límite máximo de inclusión de saccharina en la dieta es del 10% en los piensos para pollos de engorda de los 28 a 54 días de edad, ya que no se afecta el peso de las aves; aunque se incrementa la conversión alimenticia entre 0.12 y 0.19 unidades. Por otro lado, (González, *et al.*, 1991) mencionaron que con una dieta con 20% de saccharina para alimentar gallinas reproductoras pesadas, incrementó ($P < 0.001$) la fecundidad y la tasa de eclosión de los huevos con respecto a la dieta control (dieta convencional).

(Valdivié *et al.*, 1990) en un estudio con gansos en edad de iniciación (1-28 días) y finalización (29 a 63 días) concluyeron que se puede incluir un 30% de saccharina en dietas de inicio y de 40 a 60% en acabado de la ceba, como sustituto del maíz y del salvado de trigo, ya que no influye en la velocidad de crecimiento, pero la conversión alimenticia se incrementa. Para poder incluir el 60% de saccharina durante la ceba, se deben de adaptar los animales a esta, desde la fase de iniciación (valdivie *et al.*, 1990). Estos mismos autores encontraron que una dieta con 97% de saccharina (como sustituto de los cereales) en gansos de 29 a 63 días de edad, cubre los requerimientos de mantenimiento y existe una pequeña ganancia de peso de 11 g/ganso/día.

2.8 Harina de pescado

De acuerdo con Guedes y Días da silva (1994) , la harina de pescado debido a su escasa degradación ruminal, se utiliza frecuentemente combinada con otras fuentes mas solubles para estimular la actividad fibrolítica microbiana, pero aun falta información para conocer el nivel óptimo de PS para los rumiantes cuando consumen dietas relativamente altas en fibra, como puede ser el caso de la caña de azúcar. Además es rica en proteína cruda (PC), la cual es degradada muy lentamente en el rumen (Chowdhury *et al.*, 1990). En general los suplementos que se degradan lentamente en el rumen son más efectivos para promover la actividad fibrolítica de los microbios

del rumen que los suplementos que se degradan a mayor velocidad. Esta es una razón por la cual la HP ha sido usada ampliamente. Sin embargo faltan estudios para determinar el nivel óptimo de HP utilizado como fuente de proteína en rumiantes (Guedes y días da silva 1994).

La degradación ruminal de la HP se considera como elevada con rangos de 30 a 70% (Ørskov *et al.*, 1971; Hume, 1974), y concluyen que la degradación ruminal de la HP depende de varios factores durante el proceso de la elaboración de la HP entre estos se incluyen; el almacenamiento, período de secado antes del proceso final, tipo de secado, adición de formaldehído y tiempo de calentamiento. Es recomendable asegurarse de que la insolubilidad de la proteína solo se da en el rumen y que la proteína de escape se puede digerir en el intestino delgado. Al estudiar el efecto de varios factores sobre la digestibilidad del rumen con la HP durante su elaboración Maharez *et al.*, (1980) detectaron como un factor muy importante el tiempo de almacenaje, el calor excesivo daña a la HP dándole un color café oscuro y un olor a chamuscado lo cual deberá evitarse. La HP debe tener un mínimo de 60% de PC y un máximo de grasa y cenizas de 12 y 20% respectivamente (Barlow y Windsor, 1983).

2.9 Suministro de Harina de Pescado en dietas para rumiantes.

En el año de 1971 Ørskov, reporta un incremento en la ganancia diaria de peso en corderos alimentados con dietas suplementadas con HP. Además también observó una mayor eficiencia alimenticia (alimento requerido por unidad de ganancia) a medida que se aumentaba la concentración de HP en las dietas. La respuesta favorable observada fue mayor en los carneros y menor en borregas. Al utilizar dietas basadas en maíz, suplementadas con harina de soya o de pescado o una combinación de ambas, para medir sus efectos sobre las ganancias de peso y conversión alimenticia en ovinos. No se encontraron diferencias significativas ($P < .05$) Hussein y Jordan (1991). El uso de amoníaco y otras fuentes de NNP para la síntesis de proteína microbiana depende de la disponibilidad de carbohidratos con rápida disponibilidad (azúcares y almidones) debido a que la liberación de energía a partir de celulosa y hemicelulosa es lento como para soportar el uso de esos componentes nitrogenados (Van Soest, 1982).

Cuando se utilizan dietas sustentadas en pajas en la alimentación de los bovinos, si se suplementan con fuentes de N proteico o no incrementan su digestibilidad cuando dichas fuentes de N están presentes en rumen, estas respuestas varían dependiendo de la fuente de proteína, su tipo y su cantidad (McAllan y Griffith, 1987; McAllan *et al.*, 1988; Stritzler *et al.*, 1992).

III OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la Harina de pescado sobre la digestibilidad *in situ* en dietas sustentadas en Sacharina.

IV OBJETIVO PARTICULAR

Detectar cual de las concentraciones de harina de pescado propuestas dentro de la dieta, resulta la más adecuada para la digestibilidad a nivel ruminal de dietas sustentadas en Saccharina.

V HIPÓTESIS

En las raciones integrales sustentadas en *Saccharina* se obtiene una mayor digestibilidad a nivel ruminal cuando se agregan fuentes nitrogenadas (Harina de pescado) en combinación con fuentes de energía y proteína soluble (Pulidura de arroz).

VI MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 4 borregos adultos, criollos, con un peso vivo (PV) de 58 kg en promedio. Se sometieron a 4 tratamientos los cuales contenían una inclusión de diferentes niveles de harina de pescado (HP) como fuente de proteína sobrepasante (PS), incluidos en el balance proteico, calculado en 14% por cada ración. Antes del comienzo del experimento los borregos fueron tratados contra parásitos con ivermectina a una dosis de 200 mcg kg⁻¹ vía subcutáneo, además se administró vitamina "A" con una dosis de 5000 UI por vía intramuscular.

Cuadro 12. Composición porcentual de las dietas integrales y de la concentración de harina de pescado.

Ingredientes	Harina de Pescado %			
	0	2	4	6
Saccharina	62.0	62.0	62.0	62.0
Pulidura de arroz	20.0	20.0	20.0	20.0
Harinolina	6.0	4.0	2.0	0.0
Sales minerales	2.0	2.0	2.0	2.0
Melaza	10.0	10.0	10.0	10.0
Total	100	100	100	100

En el experimento se utilizó el diseño del Cuadrado Latino 4 X 4 las pruebas fueron de períodos de 18 días distribuidos en 14 días para la adaptación de los animales a la dieta correspondiente y 4 para la recolección de muestras. Se reguló la administración del alimento diariamente en 2 ocasiones (8:00 y 15:00horas) según la fijación total correspondiente considerando así agregar un 15% más sobre el consumo promedio diario de la semana inicial a cada período. El consumo fue calculado por diferencias entre esta asignación y el rechazo medio al día siguiente durante todo el experimento. Los borregos se conservaron sin modificación alguna en las jaulas metabólicas a las que fueron asignadas aleatoriamente.

Para la elaboración de la Saccharina se usó la tecnología propuesta por Elias *et al.*, (1990) modificada por Ruiz (2002), que además de usar los principios de fermentación y aditivos (urea y minerales) de Elias, se agregaron sulfato de amonio de grado fertilizante en una proporción de 0.75% en base a materia fresca.

Para medir la digestibilidad de la MS y de los componentes del complejo lignocelulósico (CLC) de las dietas, en cada período se utilizó la técnica de digestibilidad *in situ* descrita por Ørskov *et al.*

(1978;1980;1988) , La Técnica ya mencionada fue modificada introduciendo en cada oportunidad tres réplicas con su paralelo (seis bolsas en cada borrego y en cada período) conteniendo 10 g de la misma dieta que estaba consumiendo cada animal las cuales fueron atadas a un bastón rígido de plástico de PVC y así las muestras quedaron suspendidas, cada una, aproximadamente en el saco ventral, en el centro y en el saco dorsal del rumen. Para su fermentación las muestras, permanecieron en el rumen durante 48 horas en todos los casos, después de concluido este tiempo las bolsas fueron lavadas en forma manual ya que como menciona (Ayala J. *et al.*,2003) no se encontró diferencia entre el método manual y el de lavadora los cuales producirán resultados similares. Después del lavado las bolsas fueron secadas en estufa a 100°C por 24 horas, y mediante muestreos al azar se determino el contenido de MS y CLC (FDN, FDA, Celulosa, Hemicelulosa y Lignina) asimismo se incluyó una muestra similar de cada dieta sin fermentar como grupo control. Se utilizó el método de Van Soest al igual que en la proteína bruta El análisis estadístico se realizó según el diseño experimental ya mencionado y se aplicó la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955). En los casos necesarios se utilizaron las técnicas de correlación o de regresión . El procesamiento de los datos se efectuó con el sistema SPSS versión 10.0 (1999).

VII RESULTADOS

De acuerdo con el diseño del experimento, el contenido de proteína sobrepasante, representó desde 8.73% de la proteína total en la dieta sin harina de pescado (HP), y aumentando hasta 19.26% en la dieta donde se incluyó el 6% de HP.

Cuadro 13. Análisis químico de las dietas integrales con diferentes concentraciones porcentuales de harina de pescado.

Conceptos	% Harina de pescado en la dieta			
	0	2	4	6
Materia seca	91.90	91.90	91.80	91.80
EM, Mcal/kg de MS	2.38	2.38	2.38	2.39
Proteína bruta %	13.85	14.07	14.30	14.52
Prot. Sobrepasante%	8.73	11.90	14.88	19.26
Fibra bruta	18.40	18.10	19.90	17.80
Fibra neutro detergente	26.93	25.93	27.26	25.25
Fibra ácido detergente	14.73	15.34	12.44	13.92
Celulosa	10.86	11.61	11.21	10.18
Hemicelulosa	12.29	10.59	11.80	11.29
Lignina	3.87	3.74	4.25	3.64
Calcio	0.80	0.81	0.84	0.86
Fósforo	0.38	0.38	0.40	0.41

Por otro lado, el fraccionamiento de los componentes del complejo lignocelulósico (CLC) de igual forma manifestó una alta semejanza entre las dietas integrales de este experimento, lo cual se pudiera conferir a que en sus formulaciones se incluyó la misma proporción de SC.

Para los consumos de MS, se detectaron cifras de; 2.39; 2.35; 2.40 y 2.48 kg/100 kg de PV. Estos mismos consumos expresados en g como función del PV fueron de 1405; 1403; 1432; y 1431 para las concentraciones de 0, 2, 4, y 6% de HP respectivamente.

Efectos del nivel de harina de pescado sobre el consumo de MS de dietas integrales basadas en Saccharina expresadas kg/100 kg de PV



El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre tratamientos para el consumo de MS en $g\ d^{-1}$ cuando se expresaron sobre la base del PV para compararlos con los requerimientos de MS.

En el estudio de regresiones para tratar de establecer el consumo esperado en dietas de este tipo y en función de los contenidos y de las digestibilidades de la MS y de fracciones del CLC, solo se encontró ajuste significativo ($P < 0.01$) para la relación lineal con la digestibilidad de la MS como se muestra en la ecuación siguiente.

$$Y = -19.04 + 0.27X$$

$$Esb = \pm 0.09$$

$$R^2 = 0.090\ P < 0.01$$

Los coeficientes de correlación, entre el consumo de MS y el nivel de los componentes del CLC, utilizando dos de estos como variables seleccionadas aparecen en el cuadro 14.

Se apreció que las estimaciones más confiables (≥ 0.70) se obtuvieron ajustando el contenido de lignina con el de los demás componentes del CLC. Sin embargo, las probabilidades de predicción a partir de otras combinaciones entre estos componentes fueron bajas. La única combinación que mostró un valor significativo $P < 0.05$, fue la correspondiente a lignina mas fibra neutro detergente.

Cuadro14. Coeficientes de correlación (r) entre el consumo MS (Y) y los componentes del CLC (X) en las dietas integrales.

LIG ¹ + FDN ¹ = 0.75*	FDN + FAD = 0.33	CEL + FAD =0.69
LIG + FAD ² =0.70	FND + CEL =0.56	CEL + HCEL =0.52
LIG + CEL ³ =0.74	FDN +HCEL = 0.30	
LIG + HCEL ⁴ =0.72		

¹Lignina ²fibra neutro detergente; ³Fibra ácido detergente; ⁴Celulosa . ⁵Hemicelulosa. ± P<0.05

Los consumos de PB total entre tratamientos no mostraron diferencias significativas <P0.05 entre si. Medidas las cantidades de proteína sobrepasante en g día⁻¹, es posible detectar diferencias entre tratamientos y correspondió a las dietas con 0 y 6 % de inclusión de HP las cifras más baja y más alta (18 y 79 g día⁻¹ respectivamente (cuadro 15), aun cuando fueron calculadas para ser aproximadamente isoproteicas, de acuerdo a los valores propuestos por Kearn (1982), para animales consumiendo dietas fibrosas y bajo condiciones ambientales de los países en vías de desarrollo.

Cuadro15. Consumos proteicos por dieta/tratamiento.

Dieta	PB total g día ⁻¹	Sobrepasante		Fermentable	
		G día ⁻¹	% del total	G día ⁻¹	% del total
0	239	18 ^c	7.5	221	92.5
2	449	53 ^b	11.8	396	88.2
4	432	64 ^{ab}	14.8	368	85.2
6	427	79 ^a	18.6	348	81.4

Medidas con diferentes literales en las filas difieren estadísticamente P<0.05

VIII DISCUSIÓN

En cuestión a los resultados de la cantidad de inclusión de harina de pescado, sobre el % de PS se observó que el 18.6% alcanzado en la dieta con 6% de HP, destacó notablemente el 5.5% reportado por Anon (1994), para la SC semiindustrial.

Al comparar el consumo de MS obtenido con el propuesto por Kearl (1982), se comprobó que la capacidad de ingestión con las dietas integrales basadas en SC, también satisfacen estos requisitos para ovinos en crecimiento-ceba con ganancias próximas a los 200 g día⁻¹.

En este ensayo se registraron consumos de MS entre 46.1 a 71.7 g kg^{0.75}, los que coinciden con los reportados por Ruiz *et al.*, (1990), considerados entre los más altos encontrados en el trópico para esta especie. No obstante existen reportes (Anon, 1994) para ovinos con consumo de hasta 85 g kg^{0.75} de MS total cuando se les suministra SC complementada con un alto nivel de granos. En México, Mota (1993) reportó consumos de MS entre 41.2 y 66.4 g kg^{0.75} utilizando dietas con 50% y 100% de SC, respectivamente. Estos aparentes desacuerdos entre los niveles de consumo de MS que se pueden alcanzar con las dietas basadas en SC, tienden a confirmar los efectos ya conocidos, acerca de los incrementos en el consumo y atribuibles a una balanceada suplementación proteico-energética en las dietas altas en fibras, según informes de diferentes autores para dietas altas en fibras (Ørskov *et al.*, 1971; Hussein y Jordan 1991; Keiserlingk y Mathison, 1993)

En el estudio de regresiones realizado para tratar de predecir el consumo esperado en dietas de este tipo, en función de los contenidos y de las digestibilidades de la MS y de las fracciones del CLC, solo se encontró ajuste significativo ($P < 0.01$) para la relación lineal con la digestibilidad de la MS. La ecuación encontrada ($Y = -19.04 + 0.27 \text{ Dig. MS}$, $ES(b) = \pm 0.09$) tuvo un elevado coeficiente de determinación ($R^2 = 0.090$) Esto ha sido demostrado por Sauvant (1990). Este autor mencionó como por cada punto porcentual de aumento en la lignina suplementaria sobre MS, se incrementa la cantidad de paredes celulares no digestibles en un 3.8% situación que debe tenerse presente al elaborar dietas como la usada en este trabajo.

Lo anterior parece confirmar que la función principal de la lignina, es proporcionar la resistencia necesaria a las paredes celulares de los vegetales y que su proporción varía dependiendo de que tipo de planta se trate (Jung y Fahey, 1983). También se hace evidente que la unión entre la LIG y los demás componentes de la pared celular integran el complejo lignocelulósico donde la LIG constituye una barrera física, obstáculo contra la degradación de estos compuestos misma que debiera llevarse a cabo por las bacterias celulolíticas. Así observaciones de Elías (1983), de que las paredes celulares pueden resultar afectadas en su digestibilidad por altos porcentajes de LIG incluidos en una ración, coinciden con los resultados de este experimento.

Respecto a los consumos de PB total, tampoco difirieron entre tratamientos esto se interpreto como consecuencia de consumos de MS sin diferencias significativas entre dietas aproximadamente isoproteicas. No obstante, se observó que los consumos proteicos alcanzaron a cubrir los

requerimientos propuestos por Kearn (1982), para animales consumiendo dietas altas en fibra y soportando ganancias superiores a 100 g día^{-1} en la fase final de ceba. Según McAllister *et al.*, (1993), las diferencias entre las propiedades de las proteínas de los cereales (maíz y cebada) utilizados en bovinos, no alteraron la velocidad amilolítica y proteolítica del rumen situación que pudo haberse repetido en este experimento.

El aporte nutricional y la importancia productiva de las fuentes de proteína sobrepasante fue destacado por Litherland *et al.*, (2000) como resultado de su ensayo con harina de algodón, hidrolizado de plumas y harina de pescado en dietas altas en fibra con 18-19% de proteína, para cabritos en crecimiento. Se demostró que aunque los consumos de MS fueron NS entre suplementos, las ganancias de peso aumentaron ($P < 0.01$) con los contenidos de PS, pero siempre fueron mejores con la HP. Similarmente, Ortigues *et al.*, (1990), calcularon un incremento de 54% en la eficiencia energética de corderos alimentados con pajas de cereales y pulpa de remolacha cuando aumentaron kg proteína dietética a más del 12% suplementado con HP, lo cual puede apoyar nuestros resultados.

Además, en una investigación de la literatura sobre el uso de la harina de pescado como suplemento para rumiantes, Hussein y Jordan (1991), concluyeron que los corderos jóvenes responden con más eficacia durante la fase de crecimiento rápido si después del destete, se realiza la ceba final con dietas con un adecuado balance proteico incluyendo PS.

Se dispone relativamente de poca información acerca de la presencia de la HP en dietas altas en fibra, pero su importancia en dietas para rumiantes sustentadas en caña de azúcar puede estimarse a partir de los trabajos de López y Preston (1976) y de Ferreiro *et al.*, (1977_{ab}). Conforme a los resultados de los autores mencionados se puede asumir que, aunque la proteína aportada por la HP no ejerce un efecto notable en la fermentación ruminal en relación a la celulosis y a la síntesis de proteína microbiana tanto la absorción pos-ruminal de la PS por ser, como su aporte de aminoácidos esenciales constituyen un fuerte apoyo al metabolismo del animal para un proceso intensivo de crecimiento-ceba con dietas de alto contenido de fibra, como las fundamentadas en SC.

A partir de los consumos de PB en este experimento, se calcularon sus equivalentes en forma de proteínas sobrepasantes y fermentables en el rumen los cuales también aparecen en el cuadro 15. En este aspecto se ha considerado que la inclusión de HP en las dietas integrales, representó ingresos de proteína no fermentables en rumen 7.5% cuando no se incluyó la HP. De acuerdo con las sugerencias de Leng (1978) y Preston y Leng (1987) específicamente para dietas basadas en CA, este aporte al metabolismo proteico pos-ruminal por la HP, cuya proteína es 60% insoluble en rumen (NRC, 2000), puede potenciar la respuesta animal y apoyar la condición de engorda intensiva de los ovinos mediante la utilización de dietas integrales basadas en SC.

IX CONCLUSIÓN

La comprobación en condiciones comerciales en una dieta integral para engorda de ovinos basada en SC incluyendo pulidura de arroz y harina de pescado para balancear su contenido de PB en 18.6% (de la cual 19.26% de la proteína total fue sobrepasante, contribuida por la harina de pescado) y de EM en 2.5 Mcal de EM/kg MS mostró la posibilidad de conseguir indicadores de productividad y eficiencia semejantes a los alcanzados en una dieta clásica basada en granos de cereales (ganando 238 g día⁻¹, índice de consumo de 3.5 kg MS kg⁻¹ PV y una conversión de 4.05 kg MS kg⁻¹ PV).

Fue importante comprobar la propuesta ensayada de este trabajo, de balancear a 18% la PB, conteniendo 19% de la proteína total de forma PS aportada por la harina de pescado, en una dieta alta en FB (SC) para soportar la engorda intensiva en ovinos.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

X BIBLIOGRAFÍA

- Abdalla, A.L., Vitti, D. M. S. S., Silva Filho, J. C. 1990. Treated sugarcane vagase for sheep. *Nota. Trop. Agríc (Trinidad)* 67:93-94.
- Allen, S.A. and Miller, E.R. 1987. Determination of N requirement for microbial growth from the effect of urea supplementation of a low-N-flow and N recycling in wethers and lambs. *Brit. J. Nutr.* 36:353-368.
- Alcántara, E., Aguilera, A., Elliot, R., y Shimada A. 1989. Fermentation and utilization by lambs of sugar cane harvest fresh and ensiled whit and without NaOH₄. *Ruminal Kinetics Anim. Feed. Sci. Tech.* 23:323-331.
- Alcántara, S., Eliseo. 1982. Subproductos fibrosos de la molienda de la caña de azúcar. *Alimentación animal aplicada SARH Méx.* 8:1-4.
- Alexander, A., G. 1986. Production of sugar cane for energy. En *Interamerican Sugarcane Seminar*. Miami pp. 19-27.
- Alexander, A., G. 1988. La caña de azúcar como Fuente de Biomasa En la caña de azúcar como pienso. *Estudio FAO 72 Roma, Italia* pp. 47-59.
- Álvarez, F. J. y Preston, R. R. 1976. Comportamiento del ganado de engorde en raciones de caña de azúcar madura e inmadura. *Prod. Anim. Trop.* 1: 108-115.
- Álvarez, F. J. 1988. Experiencia de la caña de azúcar integral en la alimentación animal en México. En: *La Caña de Azúcar como Pienso*. FAO Roma Italia. pp. 72-81.
- Anon, 1994. Producción de proteínas para alimento animal por vía biotecnológica. Informe final de investigación ICA la Habana. 56 pp.
- Armas, de C. M. y González, L. 1966. La caña de azúcar como fuente de energía. En la industria de los derivados de la caña de azúcar. De instituto de investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (ICIDCA). Editorial Científico Técnico. La Habana.
- Ayala, A., Rosado, C., Capetillo, C., Sandoval, C. 2003. Evaluación del método de lavado De bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradación ruminal *in situ* .
- Banda, M. y Valdez, R. E. 1976. Efecto del estado de madurez sobre el valor nutritivo de la caña de azúcar. *Prod. Anim. Trop.* 1:96.
- Barlow, S. M., Windsor, M. L. 1983. Fhisery by products. In: M. Rechingi, Jr. *CRC Handbook Of Nutritional Supplements*. Vol. II. Agricultura Use, pp 253-272 CRC Press, Inc, Boca Raton, Fl.
- Bores, R., Vega, C. 2003. La investigación pecuaria ante los retos y desafíos de la ovinocultura en México. *Memorias del 1er. Simposium internacional de ovinos de carne*. Hidalgo. INIFAP. 80-84 pp.
- Castro, M., Díaz, J., Lezcano, P., Elías, A., Iglesias, M. 1990. Sistema de alimentación para cerdos en ceba con dietas basadas en miel B y pienso con Saccharina. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 24:91.
- Chalupa, W. 1975. Rumen Bypass and Protection of Proteins and Amino Acids. *J. of Dairy Science* 58:1199.

- Chowdhury, S.A., Ørskov, E. R., McAleod, N. A. 1990. Protein utilization during energy Undernutrition in steers. Proceedings of the nutrition Society 49:208 (abstr.).
- Church, D. C. 1969. Digestive Physiology Nutrition of Ruminant. Oregon Univ. Press. pp 345-380.
- Delgado, F., D. 1995. Comportamiento alimentario, Cinética ruminal y pasaje de nutrientes en rumiantes que consumen Saccharina. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias ICA la Habana. pp 140.
- Díaz, J., Lezcano, P., Elías, A., Iglesias, M. 1990 Sistemas de alimentación para cerdos en ceba con dietas basadas en miel B y pienso con Saccharina. Rev. Cubana Cien. Agric. 24:91-95.
- Díaz, J., Castro, M., Iglesias, M. 1992. Nota acerca de la digestibilidad piensos con Saccharina en cerdas en crecimiento. Rev. Cubana Cienx. Agric. 26:167-170.
- Duncan, D. E. 1955. Multiple range and F. Test. Biometrics 11:1-42.
- Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes tropicales. En los pastos de cuba Tomo 2.Utilización (Ed. EDICA) la Habana Cuba. pp 146-187.
- Elías, A. Lezcano, Orquidea, Lezcano, P. Cordero, J. y Quintana L. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante la fermentación en estado sólido (Saccharina).Rev. Cubana Cien. Agric.. 24:1-12.
- Ferreiro, H. M., Preston, T. R., Shuterland, T. M. 1977a. Digestibilidad de tallo y puntas de caña de azúcar madura y tierna Prod. Anim. Trop. 2:93-103.
- Ferreiro, H. M. y Preston, T. R. 1977b. Digestibilidad y consumo voluntario en tallo de caña descortezado con o sin la adición de puntas. Prot Anim. Trop. 2:93-103.
- Ferreiro, H. M., Preston, T. R., Shuterland, T. M. 1977c Limitaciones dietéticas de raciones basadas en caña de azúcar. Prod. Anim. Trop. 2:58.
- FIRA., 1985. Situación ganadera en México y participación del FIRA en su desarrollo. Fideicomisos Constituidos en relación con la agricultura, en el Banco de México. XVII. pp 68.
- Fundora, O., Martín, P., C., Elías, A. y R., Llerendi. 1996. Efecto de la suplementación proteica y energética de raciones basadas en Saccharina rústica para bovinos en crecimiento-ceba. Rev. Cubana Cien. Agric.. 30:163-168.
- Galindo, J. 1988. Efecto de la zeolita en la población de bacterias celulolíticas y su actividad en vacas que consumen ensilaje. Tesis Cand. Dr. Cs. Insituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba. pp 102.
- García, R., Elías, A. 1990. Notas sobre la inclusión de Saccharina en el pienso para cameros en condiciones comerciales, Rev. Cubana Cien. Agric.. 24: 285-287.
- García, G. W., Neckdes, F. A. y Lallo, C. H. O. 1990. Dietas basadas en forraje de caña de azúcar para la producción de carne. Rev. Cubana Cien. Agric. 24:13-27.
- García, R. y Trujillo. 1989. Alimentación de rumiantes. En: Tecnologías para la ganadería vacuna. Publicado por el ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. pp 71-78.

- García, G. W., Neckles, F.A. y Lallo, C.H.O. 1990. Dietas basadas en forraje de caña de azúcar para la producción de carne. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 24:13
- García, R. Muñoz, E. y González R. 1991. El uso de la caña de azúcar y sus subproductos en la alimentación de vacas lecheras. *Memorias, Utilización de pastos y forrajes en la alimentación de rumiantes. FES-C UNAM Méx.* pp 35-49.
- Garza, F. y Shimada, A. 1979. Digestibilidad de seis variedades de caña de azúcar en Borregos. *Técnica Pecuaria.* 3:22-25.
- Gleaves, G. y Pérez, M. 1981. Utilización de caña de azúcar con y sin la adición de NAOH como único forraje para vacas lecheras en el trópico. *Técnica Pecuaria de México.* 41:7-13.
- González, R. 1995. Contribución al estudio de los factores ruminales que afectan el consumo de forraje de caña de azúcar integral por los bovinos. Tesis C. Dr. Cs. Instituto de Ciencia Animal la Habana.
- González, J., Lezcano, P., y J., A. Martí. 1995. Comparación de la Saccharina rústica, Industrial y harina de caña en el sistema de miel proteica para cerdos en ceba. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 29:221-225.
- González, L. M., A. Elias, M. Valdivié, I., Berrio, L.M., Fraga, C., Rodríguez. 1991. Una nota Sobre fertilidad y tasa de eclosión en reproductores pesados alimentados con Saccharina. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 25:191.
- Gooding, E. G. 1982. Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. *Prod. Anim. Trop.* 7:76-94.
- Guedes, C. M., A días- da- Silva. 1994. Effects of fish-meal supplementation on the digestion and rumen degradation of ammoniated wheat straw. *Ann Zootech.* 43:333-334.
- Hume, I. D 1974. The proportion of dietary protein scape degradation in the rumen of sheep Fed various protein concentrates. *Aust. J. Agric. Res.* 25:155.
- Hussein, H. S., Jordan, R. M. 1991. Fish meal as a protein supplement in finishing lamb Diets. *J. Anim. Sci.* 2115-2122 pp.
- INEGI. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. pp 2.
- Jung, H. G. and Fahey, G.C. 1983. Nutritional implication of phenolic monomers and lignin. *Review. J. Anim. Sci.* 57:206-219.
- Kearl, L.C. 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International Feedstuffs institute Utah Agricultural Experiment Station Logan Utha. USA.
- Keyserlingk, G. E. von. And Mathison, G. W. 1993. The effect of Ruminant Escape Protein and Ambient Temperature on the efficiency of utilization of Metabolizable Energy by Lambs. *J. Anim. Sci* 71:2206-2217.
- Leng, R. A. y Preston, T.R. 1976. Caña de azúcar para la producción bovina; Limitaciones actuales perspectivas y prioridades para la investigación. *Prod. Anim. Trop.* 1:1-22.
- Leng, R. A. 1978. The influence of bypass nutrients on growth in ruminants. En "Recentes Advances in animal nutrition" Ed. D. J. Farel. NSW UNIV. Armidale. New England.

- Leng, R. A. and Preston, T. R. 1988. La caña de azúcar como pienso. Estudio FAO No. 72 Roma, Italia. pp. 305-309.
- Lezcano, P., Elías, A., Lamazares, E. y Achan, J. 1990. Niveles de inclusión de Saccharina en el pienso para cerdos en preceba. Rev. Cuba Cienc. Agric. 24:85-89.
- Litherland, A. J., Shalut, T., Toerien, C. A., Puchala, R., Tesfai, K. and Goetsch, A. L. 2000. Effects of dietary protein sources on mohair growth and body weight of Yearling Angora doelings. Small Ruminant Research. 38:29-35.
- Lopez J.M., Preston, T.R., Sutherland, T.M., Wilson, A. 1976. Pulidura de arroz en dietas de caña de azúcar 2., efecto del nivel en condiciones de lluvia y sequía. Pro. Anim. Trop. 1:170-177.
- Ly, I., Lezcano, P., Castro, M., Díaz C. P. Y Díaz, J. 1991. Niveles de Saccharina y balance de N y energía en cerdos alimentados con dietas de cereales. Rev. Cubana Cienc. Agric. 25:177.
- Maharez, A. Z., Ørskov, E. E., Opsvedt. 1980. Processing factors affecting degradability Of fish meal in the rumen. J. Anim. Sci. 50:737.
- Marrero, D., Elías, A. y Macías, R. 1992a. The utilization of Saccharina in calf feeding. 1. substitution of cereals by Saccharina in the concentrates. Cuban Journal Agric. Sci. 26:17-22.
- Marrero, Dolores, E., Elías, A. y Macías, R. 1993. Utilización de la Saccharina en la alimentación del ternero.3. Desarrollo ruminal. Rev. Cubana Cienc. Agric.27:291-294.
- Martín, P. C. y Brito, M. 1996. Efecto del nivel y tipo de nitrógeno en el consumo de corral y toros en ceba. Rev. Cubana Cienc. Agric. 30:271-276.
- Martín, P. C. 1998. Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. Rev. Cubana Cienc. Agric. 32:1-10.
- McAllan, A. B., Griffith, E. S. 1987. The effects of different sources of nitrogen supplementation on the digestion of fibre components in the rumen of steers. Anim. Feed Sci. Technol. 17: 65-63 pp.
- McAllan, A. B., Cockburn, J. E., Williams, A. P., Smith, R. H. 1988. The degradation of different protein supplements in the rumen of steers and the effects of these supplements on carbohydrate digestion. Br. J Nutr. 60: 669-682.
- McAllister, R. C., Rode, L. M. and Cheng K.J. 1993. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grain by ruminal microorganising. J. Anim. Sci. 71:205-212.
- Mena, A. 1988. Utilización del jugo de la caña de azúcar para la alimentación animal. FAO: Roma, Italia. 72,153-162.
- Molina, A. 1990. Potencial forrajero de la caña de azúcar para la ceba de ganado bovino. en "Producción de Carne en el Trópico" Ed. EDICA. La Habana, Cuba. pp 225-263.
- Molina, A., Leal, P., Vera, A., Milanés, N., Pedroso, D., Torres, V., Traba, J. Y Tuero O. 1999. Evaluación del valor forrajero de las variedades industriales de la caña de azúcar. Digestibilidad *in situ*. Rev. Cubana Cienc. Agric. 3:33-38.

- Molina, A., Tuero, O. y A. Casido., 1996. Desarrollo y aplicación comercial de una nueva tecnología para ceba de ganado basada en caña de azúcar. Memorias del XXX aniversario del instituto de Ciencia Animal. (ICA). pp 90-92.
- Mota, R. V. 1993. Digestibilidad *in vivo* de ovinos utilizando diferentes niveles de Saccharina en la dieta. Tesis de Lic. UACH. Méx. 35 pp.
- Muñoz, E. González, R., Alfonso, F., Enríquez, Vera. A. 1990. Comparación del pienso con Caña de azúcar deshidratada al sol (SOLICANA) y el concentrado comercial Para vacas lecheras. Rev. Cubana Cien. Agric. 24: 267-273.
- NRC 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle National Academy of Sciences Washinton D. C. Seventh Revised Edition. USA, pp. 102-112.
- Ortigue, I., Smith, T., Gill, M., Camell, B. and yarrow. W. 1990. The effect of fishmeal supplementation of a straw – based diet on growth and calorimetric efficiency of growth in heifers. British Journal of Nutrition 64:639-651.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. and McDonald. I. 1971. Digestion of concentrates in sheep. 3. effects of rumen fermentation of barley and maize diets on protein digestion. british Journal of Nutrition 26:477-486.
- Ørskov, E.R., Hovell, F. D. DeB. 1978. Digestión ruminal del heno (medido a través de bolsas de dacrón) en el Ganado alimentado con caña de azúcar o heno de pangola. Prod. Anim. Trop. 3:9-11.
- Ørskov, E.R., Hovell, F. D. DeB., Mould, F. 1980. the use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5:195-213.
- Ørskov, E.R. 1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Edit. Acribia España. pp 56-67.
- Pate, F. M. and Coleman, S. W. 1975. Evaluation of sugar cane varieties as cattle feed Florida Agr. Exp. Sta. Belle Glade AREC. Rev. E. V. 1975. pp 1-8.
- Pedraza, R. M., Gálvez, M., Pérez, J. L., Alcina, M., Guevara, G. 1998. Nota sobre la Influencia de dietas de cogollo de caña de azúcar y forraje de *Gliricidia Sepium* en la producción y la calidad de la leche de vacas 5/8 Holstein x 3/8 cebú. Rev. Cubana Cien. Agric.. 32:147-151.
- Pérez, I., A. 1981. Situación de la ovinocultura en México. Memorias del curso de actualización aspectos de producción ovina F.M.V.Z. UNAM México. pp. 47-55.
- Preston, T. R. y Leng, R. A. 1987. Matching ruminant production systems with available Resources in the tropics and subtropics. Panambul Books Armidale Australia. pp. 245.
- Preston, T. R., Carcaño, C., Álvarez, F. J., Gutiérrez, D. C. 1976. Pulidura de arroz como Suplemento en dietas de caña de azúcar. Efecto del nivel de pulidura de arroz Y procesamiento de la caña de azúcar por descortezado o picado. Prod.Anim. Trop. 1:156-168.
- Preston, T. R. 1977. El valor nutritivo de la caña de azúcar para rumiante Prod. Anim. Trop. 2:129-145.
- Preston, T. R. 1988. Sugarcane as Animal Feed: an overview. La caña de azúcar como Pienso. FAO. 72. Roma, Italia. pp. 64-74.

- Preston, T. R. 1989. El control del consumo alimenticios en los ruminates. En ajustado los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles en el trópico. Cali Colombia, CONDRIT. pp. 148-165.
- Preston, T. R. 1995. Tropical Animal Feewding. Manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper 126 Rome Italy: 305 pp.
- Reyes, J., García, Lopez, R., Elías, A. and Machado. G. 1993. A note on Saccharina feed supplementation to dairy cows under commercial conditions. Cuba J. Agric. Sci. 27: pp 32.
- Reyes, J., A., Elías y García López, R. 1997. Maíz o trigo en los piensos a base de Saccharina para vacas lecheras en pastoreo. Rev. Cubana Cienc. Agric. 3:253-257.
- Rodríguez, G. F. 1984. Digestibilidad del bagacillo de caña de azúcar. Tec. Pec. México 47:159-164.
- Rodríguez, G. F., Romano M.J.L. y Castellanos R:F.A. 1991. Engorda intensiva de ganado ovino en corrales. Conferencias Magistrales del IV Congr. De Prod. Ovina México.
- Ruiz, R., Cairo, J., Dolores Marrero y Elías, A. 1990. Consumo y digestibilidad en cameros alimentados con diferentes proporciones de saccharina en el concentrado. Rev. Cubana Cienc. Agric. 24:61-67.
- Ruiz, J. 2002. Engorda intensiva de ovinos con raciones integrales basadas en Saccharina. Tesis que para obtener el grado de doctor en ciencias pecuarias. Universidad de Colima. pp 10-45.
- Ruiz, J. 2004. Comunicación personal sobre la fermentación de la Saccharina.
- SAGARPA. 2000. Centro de Estadística Agropecuaria. pp 3
- Salas, J., J. 1988. Explotación de ovinos para cría a nivel comercial. Primer encuentro nacional sobre producción de ovinos y caprinos. Metepec, Edo. De México. Memorias de ovinos. pp.3
- Sánchez, del Real. C. 1998. Esquemas de alimentación en la engorda intensiva de corderos. Bases de la cría ovina AMTEO, pp. 113-137.
- Sauvant, D. 1990. Composición y análisis de los alimentos. En alimentación de bovinos ovinos y caprinos INRA Ediciones Mundi Prensa Madrid. pp 275-282
- Shimada, A., 1986. Alimentación de ganado en corrales en regiones tropicales. Rev. Cebú. 12:26-30.
- Silvestre, R., Mleod, N. A. y Preston, T. R. 1977. Efecto de la harina de carne, raíz seca de yuca y aceite de maní en dietas basadas en caña de azúcar/urea o miel/urea. Prod. Anim. Trop. 2:154-160.
- SPSS, 1999. Real Stats Real Easy For Windows.
- Stritzler, N. P., Wolstrup, J. P., Eggun, B. O., Jensen, B. B. 1992. Factors affecting degradation of barley straw in sacco and microbial activity in the rumen of cows fed fibre rich diets. The source of supplemental nitrogen. Anim. Feed Sci. Technol. 38: 263-280.

- Traba, J. 1990. Empleo de la técnica de la digestibilidad *in situ* para la evaluación de variedades de caña forrajera. Trabajo de diploma ISAAC. 55 pp.
- Valdés, G., Molina, A. y García, R. 1988. Efecto de la carga, segregación y suplementación en la ceba de bovinos en bermuda cruzada 1 sin riego. Rev. Cubana Cienc.Agric. 22:145-150.
- Valdivié, M., Elías, R. Álvarez, J. y Dieppa, O. 1990. Utilización de la Saccharina en los piensos para pollos de engorda. Rev. Cubana Cienc. Agric. 24:109.
- Valdivié, M., Elías, A. y Dieppa O. 1990 Alimentación de gansos con Saccharina. 2. Adaptación a altas concentraciones. Rev. Cubana Cienc. Agrí. 24:103-108.
- Van Soest P. G. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Pp 146-148. O & B Books Corvallis, OR.
- Van Soest P. G. 1983. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell Univ. Press. 373 pp.
- Veitia J. L. 1986. Comparación de fuentes proteicas en el sistema de ceba de ganado con miel-urea. Res.XI Reunion ACPA, La Habana. pp.15.
- Zarragoitia, L., Elías, A., Ruiz,T., E., Plaza, J., y Rodríguez, J. 1990. Utilización de la Saccharina y la *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) como suplemento a hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. Rev.Cubana Cienc. Agric. 24: 43-49.
- Zarragoitia, L., Elías, A., Ruiz,T., y Rodríguez, J. 1992. *Leucaena leucocephala* y un concentrado de saccharina como suplemento para hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. Rev. Cubana Cienc. Agric.. 26: 263-267.