

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Gloria Milena Blanco¹,
Diego R. Chamorro² y
Luis Carlos Arreaza³

ABSTRACT

Title: Predicting milking yield in cattle supplemented with *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* and *Avena sativa* silage using the Cornell Net Carbohydrate and Protein System

A productive and economic simulation was carried out with the aim to evaluate the nutritional quality of silage prepared from foliage tree as a new forage sources for cattle. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) model was used for this simulation feed with data from the dairy herd of the CORPOICA's Research Center Tibaitatá. The basal feed for cattle was free grazing on *Pennisetum clandestinum* (Kikuyu grass) pasture, supplemented with six different silages (T1 to T6) made with foliage from *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* and *Avena sativa*, treated with 85% formic acid, enzymatic extract and the commercial product Kem Lac®. Rations containing silages treated with enzymatic extract showed the best productive and economic response: (T3) 18 L/day and daily net income of col\$ 7.216 per cow; (T1) 18 L/day and daily net income of col\$ 7.623 per cow and (T6) 18.2 L/day and daily net income of col\$ 6.146 per cow. When sugarcane molasses was added the T3 response was 22.9 L/day and \$ 9.548 of daily net income per cow with a marginal return rate of 65.5%. The response were attributable to the more efficient utilization of nutrients and their adequate synchronism in rumen due to an increase of the quantity of microbial protein flow to the intestines plus and a good peptide balance in rumen.

Keywords: simulation, milking yield, silages, economic analysis.

Recibido: enero 28 de 2005.
Aceptado: mayo 2 de 2005.

1. Zootecnista. Universidad de Ciencias Agropecuarias y del Ambiente. e-mail: glomiblace@gmail.com.
2. Investigador Asistente, Programa de Nutrición y Fisiología Animal, Corpoica, C.I. Tibaitatá.
3. Investigador Asociado, Programa de Nutrición y Fisiología Animal, Corpoica, C.I. Tibaitatá.
4. KemIn Industries, Inc. 2100 Maury St., Box 70. Des Moines, AI. USA. 50301-0070.515/226-2111.

Predicción de la respuesta productiva en bovinos lecheros suplementados con ensilaje de *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa* usando el modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS)

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la calidad nutricional en ensilajes de follaje de árboles como fuentes forrajeras alternativas para ganado lechero se realizó una simulación productiva y económica de un hato lechero de la Sabana de Bogotá. Para la simulación se utilizó la información del hato lechero del C. I. Tibaitatá aplicando el modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). La base alimenticia del hato fue pastoreo libre de *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) suplementado con seis tipos diferentes de ensilaje (T1 a T6) a base de follaje de *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa*, tratados con ácido fórmico al 85%, extracto enzimático y el producto comercial Kem Lac®. Las dietas de ensilajes tratados con extracto enzimático presentaron el mejor desempeño productivo y económico en la simulación, así: (T3) 18 L/día e ingreso neto diario de \$ 7.216 vaca; (T1) 18 L/día e ingreso neto diario de \$ 7.623 por vaca; y (T6) 18.2 L/día e ingreso neto diario de \$ 6.146 por vaca. Cuando se adicionó melaza de caña, la respuesta en T3 fue de 22.9 L/día y \$ 9.548 de ingreso neto vaca/día, con una tasa de retorno marginal de 65.5%. Esta respuesta se atribuyó a la mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes y al adecuado sincronismo de éstos en el rumen, que se reflejó en un incremento de la proteína de origen microbiano y en un equilibrio adecuado de péptidos ruminales estimados en la simulación.

Palabras clave: simulación, producción de leche, ensilajes, análisis económico.

INTRODUCCIÓN

LA ACTIVIDAD PECUARIA principal en zonas del trópico alto de Colombia es la producción de leche basada en el uso de razas especializadas (Holstein) cuya alimentación principal la constituyen los forrajes de Kikuyo (*P. clandestinum*) y de Raygrass (*Lolium multiflorum*). Adicionalmente estos sistemas de producción, por utilizar animales especializados, tienen altos requerimientos nutricionales que la calidad de praderas no satisfacen; ello hace necesario utilizar suplementos alimenticios de alto costo que repercute en la rentabilidad del sistema (Fernández *et al.*, 1999).

Aunque la zona tropical contiene la mayor diversidad genética del mundo, expresada en el gran número de plantas vasculares por unidad de área (Roggero *et al.*, 1996), los modelos de alimentación animal se han basado principalmente en el uso de pocas especies vegetales sin aprovechar el potencial nutricional de otros recursos como árboles y arbustos con potencial forrajero. Una forma eficiente

de hacer uso de esta diversidad, como proveedora de forrajes para el animal, es incluir en la dieta árboles y arbustos forrajeros bajo la forma de follaje verde o follaje preservado como ensilaje, proceso que permite conservar la mayoría de los nutrientes originales de los forrajes (Ojeda, 2000). Al utilizar estos forrajes se mejora la productividad de los bovinos principalmente por su efecto sobre los microorganismos ruminales, permitiendo mayor disponibilidad de nitrógeno amoniacal, aminoácidos y péptidos (Preston y Leng, 1990).

Con esta investigación se contribuye al conocimiento del potencial real de utilización de dos especies arbóreas *Sambucus peruviana* y *Acacia decurrens* en la elaboración de ensilajes, lo cual contribuye al conocimiento del valor nutricional de estas especies y presenta una nueva alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico alto colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las simulaciones se corrieron mediante el modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) versión 5.0.17 desarrollado por la Universidad de Cornell (Fox et al., 2000) para la valoración de dietas y predecir el desempeño productivo del ganado vacuno a partir del contenido de sus ingredientes, bajo unas condiciones medioambientales y productivas determinadas. La simulación se realizó con un hato lechero del Centro de Investigación Agropecuario Tibaitatá de CORPOICA, ubicado en el km 14 vía Bogotá-Mosquera, con una temperatura promedio anual de 13°C, temperatura mínima nocturna de 2°C, ubicado a 2.547 msnm y con una precipitación de 621 mm anuales.

El modelo animal fueron vacas de 63 meses de edad raza Holstein en el primer tercio de la lactancia, con una producción diaria de 18 kg/vaca/día, las cuales pastoreaban *P. clandestinum* y se suplementaron con seis ensilajes mixtos (gramíneas: especies arbóreas y arbustivas) de *S. peruviana*, *A. decurrens* y *A. sativa* con una proporción en el silo de 47.2%, 2.9% y 38.5%, respectivamente; además, se hizo la inclusión de ácido fórmico al 85%, extracto enzimático de fluido ruminal y Kem Lac®. La *A. sativa* variedad Cayuse se cosechó a los 129 días, el *S. peruviana* y la *A. decurrens* se recolectaron a los 3 meses de rebrote, los forrajes se picaron aproximadamente a 3 cm de diámetro y luego se ensilaron en microsilos de laboratorio.

Los tratamientos evaluados fueron elaborados con tubos de cloruro de polivinilo (PVC) de cuatro pulgadas de diámetro y 30 cm de largo, capacidad de 2 kg, que incluían una manguera de 20 cm y 1 cm de diámetro para reco-

lectar los lixiviados en la tapa inferior. Los tratamientos analizados fueron: T1: Ensilaje de *S. peruviana*, *A. decurrens* y *A. sativa*; T2: T1 más ácido fórmico; T3: T1 más extracto enzimático de fluido ruminal; T4: T2 más extracto enzimático de fluido ruminal; T5: T2 más Kem Lac®; T6: T1 más Kem Lac®. Dependiendo del tratamiento se adicionó 0.5% de ácido fórmico, 0.10% de extracto enzimático de fluido ruminal, 7.1% de melaza, 3.9% de agua y 0.10% de Kem Lac® (compuesto de bacterias ácido lácticas y enzimas).

Con el modelo requiere de la composición química y cinética de producción de gas de los alimentos de la ración; así, se cuantificaron en los ensilajes las fracciones químicas de carbohidratos, proteínas, la DIVMS y la degradabilidad de la materia seca por producción de gas *in vitro*; esta información se incorporó al modelo CNCPS (Tabla 1).

Los datos obtenidos tanto del fraccionamiento de carbohidratos y proteínas (CNCPS) y el análisis económico se realizaron separadamente mediante un diseño completamente al azar; posteriormente estos datos fueron analizados usando el procedimiento GLM de SAS® (1987) y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey.

Para el balance se asumió que *P. clandestinum* aportaba el 59% de los requerimientos con base en la materia seca y el 41% restante procede de diferentes tratamientos. Por lo tanto, en la simulación los animales debían consumir 8.5 kg MS/día de kikuyo y 6.0 kg MS/día de ensilaje. La composición química del forraje de *P. clandestinum* de las praderas del C.I Tibaitatá presentó una proteína cruda (PC) de 16%, conformada por las fracciones de proteína soluble (19.27%);

B2 (54%); C (6.4%); FDN (55.79%) y lignina (6.15% FDN).

Adicionalmente se calcularon los costos de elaboración del ensilaje y la tasa de retorno marginal teniendo como criterio el precio de venta de la leche de \$ 550/kg en el C.I Tibaitatá.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de leche estimada

Teniendo en cuenta las características ambientales, zootécnicas y nutricionales del hato del C.I Tibaitatá, y un consumo voluntario de 14.3 kg/vaca/día, la producción de leche estimada por el modelo CNCPS presentó un promedio/vaca/día para los tratamientos entre 16.6 y 18.2 kg/día. En estas simulaciones los ensilajes tratados con ácido fórmico correspondientes a los tratamientos T2 y T4 obtuvieron la menor producción de leche (16.6 kg/día), mientras que los tratamientos T6, T5, T3 y T1 presentaron producciones superiores o iguales a 18 kg/día estando limitada parcialmente por la disponibilidad de energía metabolizable (EM) para la producción de leche (Tabla 2).

Al comparar los tratamientos T2 y el T6 se observa que, a medida que aumenta la PC del ensilaje de 8.58 a 15.18% y por ende la de la ración de 12.6 a 15.3%, la estimación de la PM (proteína metabolizable) requerida para la producción de leche se incrementó a 16.9 kg/día para T2 y para el T6 en 21.3 kg/día, efecto posiblemente asociado al aumento de las fracciones proteína soluble y proteína lentamente degradable; además, a la mayor digestibilidad del T6, lo cual concuerda con lo planteado por Arreaza (2002).

El tratamiento T1 fue la dieta que produjo más proteína metabolizable de origen bacteriano con 897 g/día, con una digestibilidad de 66.74% y un balance de péptidos en el rumen del 100% siendo la ración de menor costo (\$ 2.674), seguida por los tratamientos T3 y T6 que presentaron altos aportes nutricionales principalmente a la mayor producción potencial de leche en (kg/vaca/día).

Adicionalmente, en la medida que más proteína de la dieta se degrada en el rumen, existe mayor disponibilidad de nitrógeno amoniacal, aminoácidos y péptidos que están disponibles para cumplir con los requerimientos de crecimiento y degradación microbiana, principalmente para las bacterias celu-

Tabla 1. Composición química del ensilaje experimental de acuerdo al CNCPS (P<0.01).

Tts.	Proteína				Carbohidratos	DIVMS
	PC (%)	P. soluble (B1 + A) (PC sol/PC)	PIDN (PC %)	PIDA (C) (PC%)	FDN (MS %)	(%)
T1	12,22 c	29,90 b	58,77 b	11,32 d	43,72 bc	66,74 c
T2	8,58 d	32,42 b	45,49 e	22,07 b	47,82 a	64,82 d
T3	13,77 b	37,80 a	52,29 e	9,90 d	44,40 ab	70,86 b
T4	9,69 d	20,08 c	72,94 a	6,85 e	45,94 ab	63,21 e
T5	12,74 bc	16,21 c	57,11 c	28,66 a	41,87 cd	65,14 d
T6	15,18 a	41,50 a	43,27 d	15,21 c	39,80 d	72,12 a

T1: Avena, Saucó y Acacia + melaza; T2: T1 + ácido fórmico; T3: T1 + extracto enzimático de fluido ruminal; T4: T2 + extracto enzimático de fluido ruminal; T5: T2 + Kem Lac®; T6: T1 + Kem Lac®. PIDN: proteína insoluble en detergente neutro. PIDA: proteína insoluble en detergente ácido. DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Tabla 2. Desempeño de vacas Holstein suplementadas con el ensilaje experimental.

Variable de acuerdo a la simulación con CNCPS	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Producción de leche según EM disponible para leche (kg/día)	18	16,6	18	16,6	18,1	18,2
Producción de leche según PM disponible para leche (kg/día)	19,7	16,9	20,7	18	20,4	21,3
Balance N ruminal (% requerimientos)	96	92	96	93	92	96
Balance peptidos ruminal (% requerimientos)	100	97	96	98	95	96
N ureico en leche MUN (mg/dl)	5	5	7	6	6	7
Costo de urea (Mcal/día)	0,03	0	0,05	0,03	0,05	0,06
PM de bacteria (g/día)	897	806	816	816	848	877
PC en la ración (%)	14,1	12,6	14,7	13,1	14,3	15,3
FDN efectivo en ración (%)	53	55	53	54	52	51

T1: Avena, Sauco y Acacia + melaza; T2: T1 + ácido fórmico; T3: T1 + extracto enzimático de fluido ruminal; T4: T2 + extracto enzimático de fluido ruminal; T5: T2 + Kem Lac®; T6: T1 + Kem Lac®.

líticas, lo cual coincide con la disponibilidad de PM para la producción de leche en los tratamientos T3 y T6 (20.7 y 21.3 kg/día) y sus aportes de las fracciones de proteína soluble y rápidamente degradables en el rumen A + B1 (37.80 y 41.50%), valores que superan ($P < 0.05$) a los demás tratamientos. Se observa en la simulación que todos los tratamientos cubren el balance de N ruminal para el crecimiento microbial, supliendo entre el 92 y el 96% de los requerimientos.

Bajo las condiciones zootécnicas de la simulación en el CNCPS, el potencial estimado de producción de leche por proteína metabolizable del ensilaje está en un rango de (16.9 y 21.3 kg/día), presentando menor potencial de producción el tratamiento T2 y mayor respuesta animal en los tratamientos T6, T3 y T5, los cuales superan los 20 kg/vaca/día.

El CNCPS identificó que para lograr mayores producciones de leche en la simulación se debe incrementar el aporte de EM; por tal razón se decidió incluir en los tratamientos de mayor producciones (T1, T3, T5 y T6) diferentes dosis de carbohidratos solubles de 1.14; 1.3; 1.8 y 1.6 kg melaza/día/vaca, respectivamente. Ello facilita el sinergismo del aporte de las fuentes de carbohidratos y proteína de rápida degradación a nivel ruminal, buscando mayor crecimiento microbial e incrementar la degradación de los carbohidratos estructurales de la dieta, unidos al mayor aporte de aminoácidos al duodeno ruminal y así lograr los efectos antes planteados.

Con la anterior estrategia, se logró mejoramiento en la utilización de

nutrientes a nivel ruminal reflejado en un incremento de las producciones de leche estimadas por el CNCPS. Es así como se incrementó en 3.4 kg/vaca/día en el tratamiento T1; 4.9 kg/vaca/día para el T3; 4.4 kg/vaca/día en el T5 y 5.6 kg/vaca/día para el T6 comparada con la producción estimada sin suplementación de energía.

Al suplementar con diferentes dosis de melaza, el MUN como indicador nutricional presentó valores de 8 mg/dL para los tratamientos T3, T5 y T6 (Tabla 3), con una producción promedio de leche para éstos últimos tratamientos de 23.4 kg/vaca/día, coincidiendo con lo reportado por Wrighter *et al.* (1998) quienes observaron la mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno cuando se obtiene un MUN de 7 mg/dL, a una producción de 23 kg/día. Teniendo en

cuenta lo anterior, los tratamientos T3, T5 y T6 presentaron mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno.

Un inadecuado balance de proteína en la dieta puede originar altos o bajos niveles de nitrógeno ureico en leche lo que ocasionaría pérdidas de nutrientes, altos costos de alimentación (Peña, 2000), efectos desfavorables sobre la salud del animal (Elrod y Butter, 1993), un impacto ambiental negativo y una reducción en la respuesta más sensible al equilibrio de los nutrientes (Roseler *et al.*, 1993). En la simulación se observa un mejoramiento de este indicador con la inclusión de azúcares.

En los ensilajes evaluados, la suplementación de energía rápidamente fermentable para la utilización eficiente del N es una estrategia técnica y económica apropiada, ya que, adicionalmente, se incrementaron los porcentajes de PM aportada por las bacterias de 57% a 68%; 53% a 63% y de 51% a 61% en los tratamientos T1, T3 y T6 respectivamente, reflejo de una utilización eficiente de nutrientes a nivel ruminal para síntesis microbial.

Análisis de costos

Los costos de elaboración del ensilaje se calcularon incluyendo en el precio del follaje de *S. peruviana* y *A. decurrens*, el costo de corte y acarreo, siendo los costos por kilogramo de MS de \$65 y \$75 pesos respectivamente; para la avena "Cayuse" se tuvieron en cuenta todos los costos de establecimiento y corte que se incurren en el cultivo, obteniendo una valor de \$55/kg de MS (Tabla 4). El costo calculado del kikuyo fue de \$22/kg MS

Tabla 3. Desempeño de vacas Holstein suplementadas con ensilajes y carbohidratos solubles.

Variable según CNCPS	Tratamientos			
	T1	T3	T5	T6
Producción de leche según EM disponible para leche (kg/día)	21,9	22,9	22,5	23,8
Producción de leche según PM disponible para leche (kg/día)	21,9	23,4	22,9	24,3
Balance N ruminal (% requerimientos)	97	97	96	97
Balance peptidos ruminal (% requerimientos)	100	97	97	97
N ureico en leche MUN (mg/dl)	7	8	8	8
Costo de urea (Mcal/día)	0,02	0,03	0,03	0,03
PM de bacteria (g/día)	1034	1029	1003	1028
Consumo voluntario MS (kg/día)	15,4	15,6	16,1	15,9
PC en la ración (%)	13,7	14	13,6	14,5
FDN efectivo en ración (%)	50	47	46	45
Inclusión melaza (kg/vaca/día)	1,15	1,3	1,8	1,6

T1: Avena, Sauco y Acacia + melaza; T3: T1 + extracto enzimático de fluido ruminal; T5: T2 + Kem Lac®; T6: T1 + Kem Lac®.

Tabla 4. Costos de elaboración de 1kg ensilaje de *A. sativa*, *S. peruviana* y *A. decurrens*.

Material	Tratamientos											
	T 1		T 2		T 3		T 4		T 5		T 6	
	Inclusión (%)	Precio (\$/Kg MS)	Inclusión (%)	Precio (\$/Kg MS)	Inclusión (%)	Precio (\$/Kg MS)	Inclusión (%)	Precio (\$/Kg MS)	Inclusión (%)	Precio (\$/Kg MS)	Inclusión (%)	Precio (\$/Kg MS)
Avena	47,39	\$ 129,3	47,15	\$ 129,3	47,34	\$ 129,3	47,11	\$ 129,3	47,11	\$ 129,3	47,34	\$ 129,3
Sauco	38,71	\$ 118,1	38,52	\$ 118,1	38,67	\$ 118,1	38,48	\$ 118,1	38,48	\$ 118,1	38,67	\$ 118,1
Acacia	2,9	\$ 10,2	2,9	\$ 10,2	2,9	\$ 10,2	2,9	\$ 10,21	2,9	\$ 10,2	2,9	\$ 10,2
Extracto					0,1	\$ 119,0	0,1	\$ 119,0				
Agua	3,9	\$ 0,36	3,9	\$ 0,36	3,9	\$ 0,36	3,9	\$ 0,36	3,9	\$ 0,36	3,9	\$ 0,36
Kem Lac®									0,1	\$ 476,6	0,1	\$ 476,6
Melaza	7,1	\$ 99,5	7,1	\$ 99,5	7,1	\$ 99,5	7,1	\$ 99,5	7,1	\$ 99,55	7,1	\$ 99,5
A. Fórmico			0,5	\$ 28,68			0,5	\$ 28,68	0,5	\$ 28,68		
TOTAL		\$ 358		\$ 386		\$ 477		\$ 505		\$ 863		\$ 834

T1: Avena, Sauco y Acacia + melaza; T2: T1 + ácido fórmico; T3: T1 + extracto enzimático de fluido ruminal; T4: T2 + extracto enzimático de fluido ruminal; T5: T2 + Kem Lac®; T6: T1 + Kem Lac®.

Tabla 5. Análisis de costos de leche estimada al suplementar ensilajes experimentales y melaza.

T	Costo suplementación		Pproducción		Parámetros analizados		
	Melaza (\$/día)	Leche estimada (l/vaca/día)	Costo alimentación (vaca/día)	Ingreso bruto/vaca (\$)	Ingreso neto/vaca (\$)	Ingreso neto (\$/L leche)	
T1	\$ 342	21,9	\$ 2.674	\$ 12.045	\$ 9.371	\$ 428	
T3	\$ 390	22,9	\$ 3.047	\$ 12.595	\$ 9.548	\$ 417	
T5	\$ 540	22,5	\$ 5.364	\$ 12.375	\$ 7.011	\$ 312	
T6	\$ 480	23,8	\$ 5.192	\$ 13.090	\$ 7.898	\$ 332	

T1: Avena, Sauco y Acacia + melaza; T2: T1 + ácido fórmico; T3: T1 + extracto enzimático de fluido ruminal; T4: T2 + extracto enzimático de fluido ruminal; T5: T2 + Kem Lac®; T6: T1 + Kem Lac®.

incluyendo el arriendo de la tierra en el C.I Tibaitatá.

De acuerdo al análisis de costos, al alimentar las vacas con 6 kg/día de ensilaje y 8.5 kg/día de *P. clandestinum* se obtuvieron ingresos netos en un rango de \$ 5.076 vaca/día para el T5 y de \$7.623 vaca/día para el T1, siendo el ingreso promedio de todos los tratamientos de \$372/kg. Al suplementar con las diferentes dosis de melaza se incrementaron los costos de alimentación \$438/vaca/día en promedio y la producción aumentó en 5.1 kg/vaca/día (Tabla 5). El tratamiento que obtuvo el menor ingreso neto fue el T5 (\$7.011) y el mayor ingreso neto se logró con el tratamiento T3 (\$9.548) y T1 (\$9.371).

De acuerdo con el análisis de presupuesto parcial, la mejor respuesta económica y zootécnica después del tratamiento T1 analizado como base para estos cálculos, por ser la dieta más económica con un ingresos neto de \$9.371, se logra con el tratamiento T3 con un incremento de costo variable de \$373 y un incremento en el ingreso neto de \$177 y de esta de esta forma obtiene una tasa

de retorno marginal de 65.5%, seguido del tratamiento (T6) con 40.5%.

CONCLUSIONES

Vacas en el primer tercio de lactancia suplementadas con ensilajes mixtos de follaje de árboles y avena, con la inclusión de carbohidratos rápidamente fermentables (melaza) para la utilización eficiente del nitrógeno y sincronismo de nutrientes, fue una estrategia zootécnica y económica apropiada, que permitió incrementar los porcentajes de PM aportados por las bacterias, además de aumentar el balance de péptidos en el rumen, con disminución de los costos de urea, reflejando una eficiente utilización de nutrientes a nivel ruminal, confirmando la utilidad práctica en la utilización del CNCPS en procesos de balance de nutrientes y predicción de la respuesta animal.

Los ensilajes que incluían ácido fórmico (T5), extracto liofilizado de fluido ruminal (T3) y Kem Lac® (T6) presentaron el mejor índice productivo con valores de 22.5; 22.9 y 23.8l/vaca/día, además

el tratamiento (T3) obtuvo un ingreso neto de \$9.548 y una tasa de retorno marginal de 65.5%.

El sistema de predicción CNCPS describió los requerimientos de nutrientes para vacas lecheras de raza Holstein alimentadas con los ensilajes experimentales, además de las predicciones económicas y nutricionales de la respuesta animal, que permitieron evaluar el potencial productivo de los ensilajes mixtos de follaje de árboles y gramíneas, con vacas lecheras de pastoreo de una explotación modal de la sabana de Bogotá, lo que facilita la toma de decisiones en la administración.

Se requiere corroborar las predicciones del modelo CNCPS obtenida en esta investigación, mediante las observaciones experimentales de estudios en suplementación de vacas lecheras con el ensilaje de *A. sativa*, *A. decurrens* y *S. peruviana*, continuando con esta línea de investigación evaluando el consumo voluntario, producción y calidad de la leche.

La evaluación del extracto liofilizado de fluido ruminal, se debe continuar mediante aplicación de dosis de en ensi-

lajes mixtos para potencializar su efecto que permita a los microorganismos ruminales, una eficiente utilización de carbohidratos estructurales y de proteína de leguminosas y gramíneas forrajeras.

La metodología propuesta en esta investigación, puede ser utilizada para seleccionar materiales promisorios de arbustos y árboles forrajeros de utilidad como ensilajes y su incorporación en la suplementación para diferentes etapas productivas de bovinos en el trópico alto colombiano.

BIBLIOGRAFIA

Arreaza, L. 2002. Manejo de la proteína en la producción de ganado bovino. Fraccionamiento de la proteína cruda en indicadores en la formulación de raciones para rumiantes. Disponible en Internet: http://www.corpoica.org.co/sitio/corpoica/corpoica/publicaciones/sibovinos2002/Luis_C_Arreaza.pdf. Fecha de consulta: 12 de agosto de 2003.

Elrod, C y Butter, W. 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed Express ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.* 71: 694.

Fernández, J., Zapata, A., Giraldo, A. 1999. Uso de la *Acacia decurrens* como suplemento alimenticio para vacas lecheras, en clima frío de Colombia. Fecha de consulta: junio 20 de 2003. Disponible en Internet: <http://www.apav.org.co/redagrofor/memorias99/FernandoJD.html>

Fox, D., Tylutki, T., Van Amburgh, M., Chase, L., Pell, A., Overton, T., Tedeschi, L., Rasmussen, C y Durbla, V. 2000. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Model documentation. Mimeo N° 213. Animal Science dept. Cornell University. Ithaca, NY.

Ojeda, F. 2000. La conservación como ensilaje en zonas tropicales. Estación experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Cuba. Pastos y Forrajes. 97 p.

Peña, F. 2000. Importancia del nitrógeno ureico de la leche como indicador para evaluar la eficiencia productiva y reproductiva de las vacas lecheras. Fecha de consulta: 11 agosto de 2003. Disponible en Internet: http://www.encolombia.com/veterinaria/reo-vez27102_importancianito4.htm

Preston, T y Leng, R. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Condit. Colombia. 312 p.

Roggero, P., Bellon, S y Rosales, M. 1996. Sustainable feeding systems based on the use of local resources. En: Ruminant use of fodder resources in warm climate countries. IVth

International symposium on the nutrition of herbivores. Francia. *Annales de Zootechnies.* 45: 105-118.

Roseler, D., Fergusson, J., Sniffen, C., Herrema, J. 1993. Dietary protein degradability effect on plasma and urea nitrogen and milk non-protein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:525.

SAS Institute, 1996.

Wrighter, T., Moscardini, S., Luimes, P., Susmel, P., Mc Bride, B. 1998. Effects of rumen undergradable protein and feed intake in nitrogen balance and milk protein production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81 (3):784.