

## Capítulo XXXI

### Uso potencial del forraje de soya en la ganadería Doble Propósito en Venezuela

Enrique Villalobos R., MSc  
Carlos Tobía, MSc

#### INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la producción de leche en Venezuela proviene de vacas doble propósito que se alimentan de forrajes y de suplementos balanceados (concentrado), elaborado generalmente con materias primas importadas y de alto costo. La cantidad del suplemento a usar depende de la disponibilidad y calidad del forraje fresco, que varía en relación con la distribución incierta de las lluvias. Una forma de contrarrestar la disminución del forraje durante la época seca y reducir la inversión en concentrados, es disponer de forrajes de alta calidad nutricional durante todo el año (Tobía *et al.*, 2007).

El forraje de soya (*Glycine max* L. Merr.) cosechado cuando las plantas aún están verdes pero con las semillas llenas (estado R<sub>6</sub>) según Fehr y Caviness (1980), es una buena fuente de proteína y energía. No obstante, en el trópico el uso del forraje de soya para la alimentación animal ha pasado inadvertido. El alto potencial forrajero de la variedad de soya 'CIGRAS-06' (Villalobos y Camacho, 2003), en varias localidades de Venezuela, ha abierto la posibilidad de usar esta leguminosa, en forma de forraje fresco, silaje, heno o granulado (pellets) para sustituir parcialmente los alimentos balanceados en los sistemas de producción de leche y carne en este país, incluyendo, desde luego, aquellas explotaciones doble propósito (leche y carne).

#### ANTECEDENTES

La soya es la principal fuente de proteína vegetal para la elaboración de alimentos balanceados para animales en el mundo. Sin embargo, su uso como forraje es poco conocido en América Latina. En Asia, de donde es originaria, tampoco se le ha explotado comercialmente con ese fin. Curiosamente, al ser introducida en los Estados Unidos a principios del siglo XIX el uso principal de esta leguminosa fue para uso forrajero. En este país se le usó para producir heno, silaje, abono verde y como pastura en combinación con el maíz, para el engorde de cerdos y ovejas. A partir de 1941, el

aprovechamiento de la semilla como fuente de aceite para el consumo humano y de proteína y energía para la formulación de alimentos balanceados para animales pasó a ocupar el primer lugar (Probst y Judd, 1973) y su uso como forraje se desvaneció.

En los últimos años, la producción de forraje de soya ha recobrado importancia en los Estados Unidos, como una alternativa para solventar la eventual escasez de la alfalfa o del trébol, que se presenta esporádicamente debido a las heladas (Wiederholt y Albrecht, 2003) y por el desestímulo que han generado últimamente los bajos precios del aceite (Blount *et al.*, 2006). En los últimos años se han desarrollado variedades forrajeras en los grupos de madurez V, VI y VII<sup>1</sup> de los Estados Unidos (Devine *et al.*, 1998a, 1998b). En la actualidad, muchas instituciones de norteamérica, como la Universidad de Florida, mantienen programas orientados específicamente al desarrollo de variedades forrajeras (Blount *et al.*, 2006).

La variedad de soya 'CIGRAS-06' desarrollada en Costa Rica para la producción de semilla también ha resultado una buena productora de forraje en Costa Rica y Venezuela (Tobía, 2004; Tobía *et al.*, 2007). La reducción en el costo de alimentación mediante la sustitución parcial del concentrado por silaje de esa variedad, fermentado con melaza o en mezcla con forraje de maíz, se ha comprobado experimentalmente en vacas lecheras en Costa Rica (Tobía *et al.*, 2004) y mediante estudios de simulación con silaje soya-maíz en vacas lecheras en Duaca, estado Lara y en vacas doble propósito en el estado Mérida (Tobía *et al.*, 2007). Actualmente se investiga sobre otras formas de conservación (heno y granulado) del forraje de soya en los estados Lara y Portuguesa. El Departamento de Nutrición y Forrajicultura del Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centrocidental "Lisandro Alvarado", UCLA, en Barquisimeto, mantiene un programa de reproducción y uso forrajero de la variedad de soya 'CIGRAS-06', que se ha difundido exitosamente en varios estados del país.

## **DESARROLLO DE VARIEDADES TROPICALES DE SOYA**

La soya se originó en el este de Asia y se le ha encontrado en forma silvestre en Corea, Java, Taiwán, China y Japón. No obstante, la domesticación de esta leguminosa tuvo lugar en el noreste de China, en condiciones de clima subtropical y templado. Las variedades de soya que se cultivan en los Estados Unidos se clasifican en 12 grupos de madurez que van del 00 al X. El grupo 00 se cultiva en el extremo norte y el grupo VIII en el sur del país. Los cultivares tropicales se ubican en los grupos IX y X, mientras que la variedad 'CIGRAS-06' se ubica en el grupo X (Villalobos y Camacho, 2003).

Al ser introducida del noreste de China al norte de los Estados Unidos en el siglo XIX, su adaptación fue fácil debido a la similitud latitudinal entre ambas regiones. De hecho, 17 variedades de la colección introducida de China fueron seleccionadas y cultivadas directamente en los Estados Unidos (Pohelman, 1973). Paulatinamente se desarrollaron variedades que se adaptaron bien en todo el país (Probst y Judd, 1973). Sin embargo, la adaptación de materiales introducidos del sur de los Estados Unidos y del norte de Brasil no tuvo éxito en el trópico (Jackobs *et al.*, 1984). La razón obedece a que la soya es una especie de "días cortos", lo que significa que una variedad tiende a florecer precozmente, conforme disminuye el fotoperíodo (duración

relativa de las horas de luz del día) respecto al lugar donde fue seleccionada. La floración temprana, cuando el desarrollo vegetativo es aún incipiente, culmina con una producción de biomasa y de semilla económicamente inaceptable.

**Soya 'CIGRAS-06' en el estado de desarrollo R<sub>6</sub>, Mi Vallecito C.A.,  
Sur del Lago, Mérida**



Una buena producción de forraje solamente es posible si se cuenta con material genético bien adaptado. Los programas de mejoramiento genético de la soya en el trópico se concentraron principalmente en la evaluación y selección de material introducido y no en el desarrollo de variedades locales, mediante hibridación. El descubrimiento de los genes que retardan la floración de la soya en condiciones de fotoperíodos cortos en un genotipo silvestre (Hartwig y Kihl, 1979) y su posterior introducción en la variedad 'Padre' (Hartwig *et al.*, 1988), abrió el sendero para producir material genético altamente productivo en el trópico.

'Padre' es susceptible al acame (por lo que no se adapta bien en el trópico) pero al cruzarla con material genético, incluso con variedades de madurez intermedia o precoz de los Estados Unidos o de Brasil, genera una enorme variabilidad que incluye plantas de floración tardía, que facilitan la selección de variedades bien adaptadas en el trópico. El cruce de 'Padre' con 'Duocrop', perteneciente al grupo V de madurez de los Estados Unidos y que no ofreció un comportamiento aceptable en Costa Rica o Venezuela por su precocidad (Jackobs *et al.*, 1984) produjo plantas F<sub>2</sub> que iniciaron su floración a los 29 y hasta los 90 días (Villalobos y Camacho, 2003). De ahí se seleccionó la variedad 'CIGRAS-06' que florece entre los 50 y los 55 días aproximadamente tanto en Costa Rica como en el estado Lara, que se ubican en una latitud similar y son semejante fotoperíodo. Esta variedad ha mostrado un buen comportamiento como productora de grano y forraje y una alta resistencia al acame en varios países del trópico americano (Bustillo, 1999; Villalobos y Camacho, 2003; Tobía *et al.*, 2006).

## **EL FORRAJE DE SOYA**

### **El concepto de soya forrajera**

Algunos autores (Hintz y Albretcht, 2004) han definido que la mejor variedad forrajera es la mejor productora de semilla, pues en esa parte de la planta reside la mayor concentración de proteína y energía (Cuadro 1). Sin embargo, considerando que el forraje se cosecha aproximadamente un mes antes que la semilla, algunos investigadores se han dado a la tarea de producir variedades exclusivamente para ese fin (Devine *et al.*, 1998a, 1998b). Estas variedades tienden a ser más tardías, más frondosas y más altas (1,5 a 2 m) que aquellas que se usan para grano. No obstante, al comparar las variedades forrajeras con aquellas previamente seleccionadas para grano, se reconfirma la aseveración anterior de Hintz y Albretcht (1994). Sheaffer *et al.* (2001) observaron que las variedades previamente seleccionadas para grano, al mostrar una mayor proporción de vainas en relación con la biomasa total (índice de cosecha), también produjeron más proteína cruda (PC) y menos fibra neutro detergente (FND) que las forrajeras.

### **Producción de forraje**

Las prácticas culturales que se usan para producir grano comercial son básicamente las mismas que se requieren para producir forraje (Hintz y Albretcht, 1994). La densidad de siembra es motivo de preocupación para los productores de forraje de soya debido a que este aspecto influye en la producción de tallos y ramas, que es donde se concentra la mayor producción de FND, que podría disminuir el valor nutricional del forraje. Sin embargo, se ha encontrado (Sheaffer *et al.*, 2001) que una reducción desde 76 a 25 cm entre hileras no afectó la calidad del forraje, aunque sí aumentó la producción de variedades forrajeras de los grupos V al VII. Densidades de siembra de 50 cm entre surcos y de 12 a 15 plantas por metro lineal (244.000 a 300.000 plantas por hectárea) son recomendables para la variedad 'CIGRAS-06'. Sin embargo, esta recomendación no es válida para todas las situaciones, ya que en muchos casos el control ineficiente de malezas en pre-emergencia obliga a su eliminación mecánica. Por lo tanto, la distancia entre surcos en cada parcela debe ajustarse al ancho de las llantas del tractor disponible en la finca.

El forraje se cosecha un mes antes que el grano, lo que permite que la plantación escape del ataque de algunos insectos y de la proliferación de algunas malezas que amenazan la cosecha al final de su etapa reproductiva. El chinche hediondo (*Nezara viridula*) que es una plaga importante en la producción de grano, ataca principalmente la semilla, de la cual succiona el aceite. Este insecto prolifera durante la fase reproductiva y su control químico es inevitable en plantaciones comerciales de semilla, no así en las parcelas que se cosechan para forraje. En algunas situaciones donde la presencia de vaquitas (*Cerotoma* spp.) o de otros insectos masticadores requieren del control químico durante la fase vegetativa, una aplicación tardía del insecticida puede ser suficiente para evitar, simultáneamente, que el chinche hediondo se multiplique durante la fase reproductiva inicial. En aquellos casos donde el uso de insecticidas es inevitable, debe seleccionarse un producto de bajo riesgo para el consumo animal. Blount *et al.* (2003) presentan una lista de insecticidas autorizados en el estado de Florida, Esta-

dos Unidos, para la protección de las plantaciones de soya para forraje, que es importante consultar.

El control eficaz de malezas con la aplicación de herbicidas pre-emergentes evita el uso de herbicidas post-emergentes. Sin embargo, esto no ocurre en todos los casos y la aplicación de mezclas post-emergentes puede ser requerida. No es prudente hacer recomendaciones generales sobre el uso de herbicidas en soya, sin antes considerar aquellos aspectos de clima, suelo y predominancia de malezas en cada localidad. También es importante tomar en consideración que si el tipo de maleza presente puede ser consumida por los animales sin riesgo para su salud o que no afecta la calidad del silaje o del heno, su eliminación sería innecesaria.

**Plantación de soya 'CIGRAS-06' a una distancia entre hileras de 70 cm, con una densidad de 200.000 plantas Hacienda Guache C.A., Ospino, Portuguesa**



La inoculación con cepas seleccionadas de *Bradyrhizobium japonicum* al momento de la siembra, es muy importante porque puede aportar hasta  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{N}_2$ , en forma casi gratuita, por el bajo costo del inoculante; sin embargo, el valor económico de esta práctica requiere de algún tiempo para ser reconocido por los productores e incluso, por muchos agrónomos. La fijación del  $\text{N}_2$  atmosférico ocurre durante la fase reproductiva (Harper, 1974) por lo que es necesario aplicar este elemento con el fertilizante, al momento de la siembra, en cantidades que no sobrepasen los  $60 \text{ kg/ha}$  para favorecer el desarrollo de las plantas, su capacidad para fijar el  $\text{N}_2$  durante la fase reproductiva y la productividad. La cosecha en el estado  $\text{R}_6$  permite aprovechar el nitrógeno atmosférico que será empleado por la planta para producir PC. Si se aplica  $\text{N}_2$  en exceso, este inhibe la fijación del elemento por *Bradyrhizobium*.

### La Cosecha

Una cortadora-repicadora acoplada a un tractor, es un equipo muy útil para cosechar la soya para forraje. El corte de la planta con este equipo no sobrepasa los 10 cm de altura y el forraje es enviado por una manga a un contenedor o carreta en segmen-

tos de tamaño apropiado para ensilar (aprox. 2 cm). La cosecha puede extenderse hasta el estado intermedio  $R_{6,5}$  (Fehr y Caviness, 1980); lo importante es que las semillas hayan llenado las cavidades de las vainas completamente y las hojas permanezcan aún adheridas a la planta, para obtener la mejor calidad del forraje.

El forraje de soya debe cultivarse en parcelas independientes de otras gramíneas, como el maíz o el sorgo, que se usan para mezclar en el ensilaje. La siembra mixta con especies más altas, como el sorgo, induce una fuerte competencia por luz y causa una reducción considerable de materia seca en la soya (Redfearn *et al.*, 1999). Cuando se siembran parcelas separadas de soya y maíz para ensilar simultáneamente, es importante sincronizar la siembra, de manera que ambos se cosechen cuando las semillas han llenado. Es importante que el maíz sea cosechado cuando el grano muestre la llamada “línea de leche” en su parte central (grano pastoso), para obtener un silaje maíz-soya de buena calidad.

**Parcelas de maíz y soya ‘GIGRAS 06’ sincronizadas para cosechar y ensilar simultáneamente. Agropecuaria Don Manuel C.A. Duaca, Lara**



**Composición química**

Como se mencionó anteriormente, el forraje de soya es comparable en calidad y en cantidad, con el forraje de alfalfa (Hintz y Albretcht, 1994; Tobía, 2004; Villalobos *et al.*, 2005). En el estado Lara, bajo condiciones favorables, se han obtenido hasta 13 ton/ha de materia seca (MS) con la variedad ‘CIGRAS-06’, cosechada en el estado  $R_6$ . El forraje de soya ( $R_6$ ), aun bajo condiciones contrastantes de clima y suelo, muestra valores cercanos al 20% de PC, 42% de FND, 25% de carbohidratos solubles en solución neutro detergente, 6,5% de grasa (EE) y 5,5% de cenizas (Hintz y Albretcht, 1994; Villalobos *et al.*, 2005; Tobía, 2004; Tobía *et al.*, 2006) (Cuadro 1).

El forraje de soya es una buena fuente de energía, por su contenido relativamente alto de EE (Cuadro 1). Este aspecto podría ser importante en la nutrición de vacas doble propósito, no obstante, el contenido de grasa en una ración para bovinos no debería sobrepasar un 5% (Palmquist y Jenkins, 1980), para evitar su rechazo. Wie-



derholt y Albretcht (2003) recomiendan que el silaje de soya como componente de una ración, no debería exceder el 50%, en términos de MS, para evitar su rechazo por los bovinos.

**Cuadro 1**  
**Composición química de las diferentes partes de la planta de soya cosechada en el estado de desarrollo R<sub>6</sub> en Sarapiquí, Costa Rica**

Parte de la planta	MS	PC	EE	Cs	% FND
Hojas	(24,4 ± 1,5)	(25,1 ± 3,3)	(5,3 ± 0,5)	(7,5 ± 0,3)	(26,5 ± 2,4)
Tallos y pecíolos	(39,1 ± 2,9)	(9,2 ± 1,4)	(1,2 ± 0,3)	(4,3 ± 0,9)	(64,0 ± 1,6)
Vainas y semillas	(36,5 ± 3,9)	(29,1 ± 1,1)	(13,6 ± 2,0)	(5,3 ± 0,4)	(29,2 ± 2,2)
Planta entera	100,0	(20,2 ± 2,2)	(6,7 ± 1,4)	(5,5 ± 0,6)	(42,2 ± 1,8)

Fuente: Tobía, 2004.

Densidad de siembra 192000 plantas/ha (distancia entre surcos 0,80 m).

Valores en paréntesis indican el valor promedio en % ± Intervalo de confianza 95%.

MS = materia seca; PC = proteína cruda; EE = extracto etéreo; Cs = cenizas.

FND = fibra neutro detergente corregida por cenizas y por proteína cruda.

La semilla es la parte de la planta con la mayor concentración de PC y EE (Tobía y Villalobos, 2004), razón que justifica el momento de la cosecha en el estado R<sub>6</sub> (Hintz y Albretcht, 1994; Wiederholt y Albretcht, 2003). Las hojas también hacen un importante aporte de proteína, grasa y minerales (Tobía y Villalobos, 2004) (Cuadro 1). Este hecho explica también por qué la producción de proteína por área resulta 20% mayor cuando se cosecha el forraje en el estado R<sub>6</sub> que cuando se cosecha únicamente la semilla, días después de la caída de las hojas (Villalobos *et al.*, 2005).

## APROVECHAMIENTO DEL FORRAJE DE SOYA

La manera apropiada para aprovechar el forraje de soya y suministrarlo racionalmente durante el año, es mediante la fermentación ácida (silaje) o deshidratándolo para producir heno.

### Silaje de soya

El forraje de soya, igual que ocurre con la alfalfa y otras leguminosas es difícil de fermentar si no se mezcla con alguna fuente de carbohidratos solubles. Este comportamiento obedece a su baja concentración de carbohidratos solubles y a su alta capacidad amortiguadora (buffer) (McDonald, 1981; Bolsen *et al.*, 2001). Ambos aspectos impiden la producción de ácido láctico mediante el proceso fermentativo y la reducción del pH del ensilaje a valores entre 4,2 y 3,9 que es un ámbito considerado indicador de una buena fermentación (Muco, 1998).

**Fuentes de carbohidratos solubles.** Algunas fuentes de carbohidratos solubles que han demostrado su eficiencia al mezclarlas con el forraje de soya son el maíz molido, el forraje de maíz y el de sorgo (Blount *et al.*, 2006; Tobía *et al.*, 2006). La melaza es aún más eficiente que las anteriores, pero es de alto costo y no es accesible a todos los productores de leche. La composición química del silaje de una mezcla de 65% de fo-

rraje de maíz y 35% de forraje de soya contenía 23,4% (tal vez este valor es un poco bajo y podría inducir la proliferación de clostridios y la producción de ácido butírico) de MS, 12,7% de PC, 58,2% de FND y una energía neta de lactancia de 1,3 Mcal.kg<sup>-1</sup>MS, que son características de un silaje de buena calidad (Tobía *et al.*, 2006).

**Inoculación con bacterias ácido lácticas.** Las bacterias ácido lácticas (BAL) son las encargadas de convertir los carbohidratos solubles en ácido láctico; de esta manera, el pH disminuye y el silaje se preserva. El éxito de un silaje depende fundamentalmente del incremento en BAL en la fase inicial del ensilaje y de una concentración adecuada de carbohidratos solubles en el forraje (Jaster, 1995). Dos aspectos adicionales que contribuyen a que la fermentación sea exitosa son una baja capacidad amortiguadora del forraje y un contenido alto de MS (el cual no es el caso anterior). McDonald *et al.* (1991) mencionan al menos seis géneros de BAL, muchos de los cuales se han usado comercialmente con la idea fundamental de acelerar la producción de ácido láctico. Tobía *et al.* (2003) aislaron una cepa de *Lactobacillus brevis* 3 de microsilos de soya con melaza que al aplicarla en silos comerciales redujo el nitrógeno amoniacal y el ácido butírico (Tobía, 2004). Aunque la inoculación de BAL no es imprescindible, si lo es el aporte externo de carbohidratos solubles para obtener un silaje de soya de buena calidad, ya que su eficiencia relativa y su bajo costo justifican su uso.

**Tipos de silos.** La selección del tipo de silo a usar para facilitar la fermentación y para preservar el silaje de soya depende básicamente de la conveniencia particular de cada finca lechera. Lo que es importante es que el silo prevenga el contacto del silaje con el oxígeno atmosférico, para lograr una fermentación rápida y eficiente. Los silos de plástico (silo-press) son muy eficientes en reducir las pérdidas de silaje; además pueden ubicarse estratégicamente en las fincas (Tobía *et al.*, 2004). Resultados positivos fueron reportados cuando emplearon silos “bunker” para ensilar una mezcla de forraje de soya y forraje de maíz en Venezuela (Tobía *et al.*, 2007). Los silos de trinchera son comúnmente usados para preservar forrajes en Costa Rica y también han dado resultados comparables con los silos “bunker” cuando se han usado para ensilar mezclas de forraje de soya con maíz y estrella africana, en condiciones tropicales de alta humedad. Es importante que los silos de trinchera, que son muy populares, sean bien drenados y se recubran con plástico para que se garantice la anaerobiosis.

### **Producción de heno y granulado (pellets)**

El secado del forraje para producir heno es una tecnología que permitió aprovechar esta leguminosa en los Estados Unidos, en el siglo XIX (Probst y Judd, 1973). Muchas regiones tropicales, con clima estacional bien definido, permiten la producción de heno durante la época seca. El secado del forraje de soya, en condiciones favorables de clima, puede tardar de 2 a 3 días, si la planta ha sido cosechada durante el inicio del llenado de las semillas y de 4 a 6 días, si la planta ha sido cosechada cuando las semillas han alcanzado su máximo desarrollo (Blount *et al.*, 2006). Un aspecto controversial con el momento apropiado para producir heno es el hecho de que la cosecha en el estado R<sub>6</sub>, como se mencionó antes, permite aprovechar las propiedades nutricionales y energéticas de la semilla, pero la planta en ese estado también aporta más tejido fibroso, de menor aceptación por los animales; además, si el heno con forraje R<sub>6</sub> se manipula mucho, suele ocurrir el desprendimiento de las semillas. Por otra parte, si la



planta se cosecha cuando el llenado de las semillas es apenas incipiente, se desaprovecha el importante aporte energético de esta parte de la planta, pero el contenido de fibra es bajo. Blount *et al.* (2006) mencionan que el rechazo del heno por los bovinos puede alcanzar hasta un 20% debido a la poca aceptación del tejido leñoso, cosa que no ocurre con el silaje. Estos autores recomiendan triturar el tallo, en el caso que las plantas para producir heno estén maduras.

Secar y moler el forraje facilita su consumo, su preservación y transporte. Una vez molido puede compactarse en forma de gránulos, como se ha intentado comercializar en Costa Rica (Villalobos *et al.*, 2005). No obstante, en algunas condiciones, el aprovechamiento del forraje molido puede ser inviable por el relativamente alto costo energético del proceso (Blount *et al.*, 2006). En Venezuela, por el bajo costo del combustible, en la Agropecuaria Dos Caminos ubicada en Acarigua, estado Portuguesa, se produce comercialmente granulado de soya (pellets).

## **COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL FORRAJE Y SILAJE MAÍZ-SOYA**

El costo de producción del forraje de soya y maíz varía con el tamaño de la parcela, la productividad, la disponibilidad de maquinaria y equipo en la finca y el incremento en los costos de los insumos, debido principalmente al aumento en el precio de los combustibles. En el estado Mérida (Sur del Lago), el costo para producir una hectárea de silaje fue de \$USA 766 y el de una hectárea de maíz alcanzó los \$USA 644, por lo que el costo de un kilogramo de silaje soya (35%)-maíz (65%) resultó de aproximadamente \$USA 0,025, cuando ambos forrajes fueron producidos en parcelas vecinas para ensilar simultáneamente. Curiosamente, Tobía *et al.* (2004) informan de costos de producción de silaje de soya en Costa Rica, similares a los obtenidos en Venezuela, con sistemas de producción y ensilaje diferentes. El costo del silaje aumentó en 33,3% cuando se utilizó la melaza de caña en un 8% del peso del forraje fresco (Tobía *et al.* 2004).

El costo del forraje de soya fermentado siempre estará por debajo del costo de los alimentos balanceados para producir leche, ya que estos se elaboran con materia prima importada de alto costo. El precio del maíz y la soya en el mercado internacional han subido, principalmente el del maíz (más de 75%) por su uso alternativo y competitivo en la elaboración de alcohol para combustible. Con los precios actuales de la soya y el maíz, el silaje soya-maíz resulta una alternativa nutricional viable para reducir los costos de producción de leche en el trópico (Cuadro 2).

## **USO DEL SILAJE SOYA-MAÍZ EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE**

### **Sustitución parcial del concentrado balanceado en vacas lecheras**

El potencial del silaje para reducir los costos de producción de leche mediante la sustitución parcial del alimento balanceado ha sido confirmado con vacas lecheras en Costa Rica. La sustitución de un 13,6% del concentrado por silaje de soya, fermentado con 8% de melaza de caña de azúcar, no influyó en la producción ni en la calidad de la leche de vacas Holstein en plena producción, bajo un sistema de estabulación en el trópico húmedo de Costa Rica, pero redujo los costos de producción en 7% (Tobía *et al.*, 2004). Cuando se sustituyó el 50% del silaje de maíz en la dieta regular de las vacas

**Cuadro 2**  
**Costos por unidad de proteína y energía de diferentes formas de aprovechamiento del forraje de soya en comparación con el alimento balanceado comercial. Estado Mérida (Sur del Lago), Venezuela**

Alimento	% MS	% PC	ENL (Mcal/kg MS)	Bs/kg MF	Bs/kg PC	Bs/kg Mcal ENL
Forraje de soya	30	20	1,4	50	840	120
Silaje Maíz-Soya	30	13	1,3	60	1538	154
Heno de soya	85	20	1,4	250	1470	210
Granulado soya (pellet)	90	20	1,4	350	1950	278
Alimento balanceado	90	20	1,9	1000	5560	585

MS= materia seca; PC= proteína cruda; MF= materia fresca; Mcal= megacaloría; ENL= energía neta de lactación.

por silaje soya-maíz+melaza se logró un incremento de 1 kg de leche/vaca/día, aumentando aún más la rentabilidad (Tobía, datos no publicados).

#### **Simulación de raciones en vacas doble propósito**

Los resultados favorables obtenidos con vacas Holstein en Costa Rica (Tobía *et al.*, 2004), así como estudios de simulación (Tobía *et al.*, 2007) sobre el uso del silaje soya-maíz para producir leche con vacas doble propósito, tomando información de la hacienda “Mi Vallecito C.A.”, estado Mérida (Sur del Lago), estimulan la validación tecnológica del silaje soya-maíz como una alternativa para reducir los costos y aumentar la productividad en estos sistemas de producción. La sustitución simulada de 37,5% del alimento balanceado por 15 kg. de silaje maíz-soya, proyecta un incremento muy bajo en la producción de leche pero las utilidades, aumentarían en un 14%. Por otra parte, el suministro adicional de 15kg. de silaje maíz-soya, a la dieta tradicional de 4kg de alimento balanceado, proyecta un incremento de 19% en la productividad de leche y de 26% en las utilidades (Cuadro 3).

**Cuadro 3**  
**Simulación del balance costo/beneficio en raciones donde se sustituyó parcialmente el alimento balanceado por silaje maíz (65%)-soya (35%), en vacas doble propósito en pastoreo (Tobía *et al.*, 2007)**

Indicador económico	Dietas		
	Tradicional	1	2
Costo alimentación (Bs/vaca/día)*	4561	4003	5008
Producción leche (kg.día-1)	9,5	9,75	11,3
Entrada bruta (1100 Bs/kg leche)	10450	10725	12430
Utilidad (Bs/vaca/día)	5889	6722	7422
Ingreso adicional (Bs/vaca/día)	-	833	1533

\*1 USA \$= 2150 Bs. Dieta tradicional: Alimento balanceado (4 kg). Dieta 1: Alimento balanceado (2,5 kg) + silaje maíz-soya (15 kg). Dieta 2: Alimento balanceado (4 kg.) + silaje maíz-soya (15 kg).

Esta mezcla soya-maíz aportaría toda la PC y la energía neta de lactación para producir 9,75 kg. de leche. No obstante, si se retan las vacas con potencial genético para producir 11,3 kg. de leche, el silaje soya-maíz tendría que suplementarse con un alimento energético, si se desea sustituir totalmente el alimento balanceado en su dieta.

## CONCLUSIONES

Existe consenso en que la forma lógica de aumentar la competitividad de los sistemas de producción de leche en el trópico, particularmente de aquellos sistemas doble propósito, típicos de Venezuela, es mediante el suplemento nutricional con forrajes de buena calidad, producido localmente. El desarrollo reciente de variedades de soya con buena adaptación en el trópico americano, le abren una oportunidad al silaje de soya como suplemento nutricional en épocas de baja disponibilidad de forraje en Venezuela.

Los alimentos balanceados emplean la harina de soya (residuo proteínico después de extraer el aceite de la semilla) y el grano de maíz y sorgo como principales componentes energéticos. El uso del maíz para producir alcohol como combustible, amenaza con duplicar el precio de este componente y en consecuencia, el de los demás granos, en el corto plazo. Por otra parte, la producción de grano comercial de soya de buena calidad en el trópico, requiere de una alta inversión que dificulta la competencia con el grano importado de países que subvencionan su producción.

La producción de maíz y sorgo para grano tampoco se aleja mucho de esta realidad. Ante este panorama, el uso de forraje de soya y de las fuentes complementarias de carbohidratos solubles, en forma de silaje, ofrecen una oportunidad, comprobada experimentalmente, para que nuestros productores aprovechen básicamente los mismos componentes de los alimentos balanceados, pero producidos localmente y a menor costo. Esta alternativa nutricional es comparable con el forraje de alfalfa. La tecnología para aprovecharla no exige una alta inversión por lo que es accesible a pequeños, medianos y grandes productores de leche y carne en la zona tropical.

## LITERATURA CITADA

- Blount ARS, Wright DL, Sprenkel RK, Hewitt TD, Myer PO. 2006. Forage soybeans for grazing, hay and silage. University of Florida, IFAS Extensión. <http://edis.ifas.ufl.edu/AG184>.
- Bolsen K, Brent B, Uriarte E. 2001. The silage triangle and important practices often overlooked. pp.60-65 In: California Animal Nutrition Conference, CA.
- Bustillo C. 1999. Informe sobre los resultados de una prueba de variedades nuevas de soya. Ministerio Agropecuario y Forestal, Centro Experimental de Occidente, Managua, Nicaragua. Informe Técnico para AGROSA.
- Devine TE, Hatley EO, Starner DE. 1998a. Registration of 'Derry' forage soybean. *Crop Sci.* 38:1719.
- Devine TE, Hatley EO, Starner DE. 1998b. Registration of 'Tyrone' forage soybean. *Crop Sci.* 38:1720.

- Fehr W, Caviness C. 1980. Stages of soybean development. Special Report 80. Cooperative Extension Service, Iowa State University, Ames, IA 50011. 11p.
- Harper JE. 1974. Soil and symbiotic nitrogen requirements for optimum soybean production. *Crop Sci.* 14:255-260.
- Hartwig E, Hinson K, Scott H. 1988. Registration of 'Padre' soybeans. *Crop Sci.* 28:1025.
- Hartwig E, Kihl R. 1979. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybeans for short-day conditions. *Field Crops Res.* 2:145-51.
- Hintz R, Albrecht K. 1994. Dry matter partitioning and forage nutritive value of soybean plant components. *Agron J.* 86: 59-62.
- Jackobs JA, Smyth CA, Erickson DR. 1984. International soybean variety experiment. Eleventh report of results. INTSOY Series No. 29, University of Illinois, IL, 168p.
- Jaster EH. 1995. Legume and grass silage preservation. En: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore K, Kral DM, Viney MK (eds) CSSA Special Publication 22, Madison, WI, pp: 91-115
- McDonald P. 1981. The biochemistry of silage. I Ed. John Wiley & Sons, NY, 226p.
- Muck R. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J Animal Sci* 71:2992-3002.
- Palmquist D, Jenkins T. 1980. Fat in lactation rations: Review. *J Dairy Sci* 63:1-14.
- Pohelman JM. 1973. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa, México. 453p.
- Probst AH, Judd RW. 1973. Origin, U.S. history and development, and World distribution. pp.1-12 In: B.E. Caldwell, R.W. Howell, R.W. Judd, y H.W. Johnson (eds) Soybeans: Improvement, production and uses. ASA, WI. 681p.
- Redfearn DD, Buxton DR, Devine TE. 1999. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. *Crop Sci.*39: 1380-84.
- Sheaffer CC, James HO, Devine TE, Jewett. JG. 2001. Yield and quality of forage soybean. *Agron J* 93:99-106.
- Tobía C. 2004. Introducción del ensilaje de soya en un sistema de producción intensiva de leche en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Ph.D. Sistema de Estudio de Posgrado (SEP), Universidad de Costa Rica, San José. 120 p.
- Tobía C, Rojas A, Villalobos E, Soto H, Uribe L. 2004. Sustitución parcial del alimento balanceado por ensilaje de soya y su efecto en la producción y calidad de la leche de vaca, en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agron Costarr* 28:27-35.
- Tobía C, Sequera C, Cioffi R, Villalobos E, Escobar O. 2007. Experiencias en la elaboración de silaje maíz-soya en dos sistemas de producción bovina en Venezuela. En, R. Trejos, C. Zambrano, W. García, C. Tobía, L. Mancilla, N.J. Valbuena, y F. Ramírez (eds). Seminario sobre el manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Barquisimeto, Venezuela. pp.78-87
- Tobía C, Uribe L, Villalobos E, Soto H, Ferris I. 2003. Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido-lácticas en ensilajes de soya. *Agron Costarr.* 17:21-27.
- Tobía C, Villalobos E. 2004. Producción y valor nutricional del forraje de soya (*Glycine max* L. Merr.) en condiciones tropicales adversas. *Agron Costarr* 28:17-25.
- Tobía C, Villalobos E, Rico E. 2006. Uso del forraje de soya variedad CIGRAS-06 en la nutrición de rumiantes. En, Seminario sobre el manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal C Zambrano, LE. Mancilla, W García, N J Valbuena, NS. Montiel (eds). Maracaibo, Venezuela. pp. 77-86 .

Villalobos E, Camacho F. 2003. Registration of 'CIGRAS-06' soybeans. *Crop Sci.* 43:1122.

Villalobos E, Subirós F, Tobía C, Bogantes D. 2005. Para qué la alfalfa si tenemos la soya? Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Universidad de Costa Rica y Dept Nutrición y Forrajicultura, Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. Pub. DICORI-UCLA, Lara, Venezuela. 34p.

Wiederholt R, Albrecht K. 2003. Using soybean as forage. Focus on forage. University of Wisconsin Extension. WI. [http://uwex.edu/ces/crops/uwforage/Soybean Forage](http://uwex.edu/ces/crops/uwforage/Soybean%20Forage)