

NOTA TÉCNICA

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ENSILADOS DE PASTOS TROPICALES ELABORADOS EN LECHERÍAS DE COSTA RICA

Luis Villalobos-Villalobos¹, José Arce-Cordero², Rodolfo WingChing-Jones³

RESUMEN

Se evaluó el costo de ensilajes elaborados con pastos perennes de piso (kikuyo y estrella africana), de corte (maralfalfa y mombaza) y anuales (avena forrajera, maíz y sorgo) en 31 lecherías de Costa Rica ubicadas en las provincias de Alajuela, Cartago y Guanacaste. La producción de biomasa del forraje utilizado influye directamente sobre el costo final de los ensilajes sin importar el ciclo de cosecha del cultivo, donde los pastos perennes de corte mostraron rendimientos mayores (30-60 tdeMF.ha⁻¹). El costo del kilogramo de ensilado fue mayor en cultivos anuales (9,10-68,11 colones.kg⁻¹ MF) mientras que en pastos perennes de piso (5,89-36,13 colones. kg⁻¹ MF) y de corte (9,82-20,24 colones. kg⁻¹ MF) sus costos fueron similares. Según el tipo de forraje se presentaron diferencias en los rubros de importancia, el establecimiento del forraje mostró tener un mayor peso en los costos de cultivos anuales (43.000-243.000 colones.ha⁻¹; equivalente al 37% de los costos) mientras que el almacenamiento fue el rubro de mayor impacto en pastos perennes de piso (81.000-197.000 colones.ha⁻¹; ~55%) y de corte (31.000-318.000 colones.ha⁻¹; ~57%). Se encontró una gran variabilidad en los precios de los insumos utilizados para ensilar forrajes por lo que los productores deben evaluar su factibilidad en base a las facilidades disponibles en finca y el acceso a los insumos.

Palabras clave: forrajes perennes, forrajes de corte, indicadores de cultivo, ensilaje.

1 Colorado State University. Soil & Crop Sciences Department. Correspondencia:
luis.villalobosvillalobos@ucr.ac.cr

2 Colorado State University. Animal Science Department.

3 Universidad de Costa Rica. Escuela de Zootecnia y Centro de Investigación en Nutrición Animal. San José, Costa Rica

Recibido: 30 junio 2015

Aceptado: 30 agosto 2015

ABSTRACT

Production costs of tropical grasses-based silages in dairy farms in Costa Rica.

Production cost of silage was evaluated for perennial grasses (kikuyu and African Stargrass), cut-and-carry grasses (maralfalfa and mombaza) and, annual forage crops (oats, corn and sorghum) in 31 dairy farms located in the provinces of Alajuela, Cartago and Guanacaste. Regardless of the cycle of the crop, dry matter yield influences the cost of silages, showing higher values for cut-and-carry grasses (30-60 ton as fed.ha⁻¹). The cost of silage was highest in annual crops (9.10-68.11 colones.kg⁻¹ as fed) whereas perennial (5.89-36.13 colones. kg⁻¹ as fed) and cut-and-carry grasses (9.82-20.24 colones. kg⁻¹ as fed) had similar values. Seeding was the most cost-sensitive stage for annual crops (43,000-243,000 colones.ha⁻¹; equivalent to 37% of the cost) whereas storage had the biggest impact in the costs for perennial (81,000-197,000 colones.ha⁻¹; ~55%) and cut-and-carry grasses (31,000-318,000 colones.ha⁻¹; ~57%). Due to the high variability in input prices found on this study, dairy farmers should assess the feasibility of making silage process by taking into account the on-farm resources and the ease of access to inputs.

Keywords: perennial forages, cut and carry forages, annual forages, crop indicators, silo types.

INTRODUCCIÓN

La producción láctea en Costa Rica se basa en sistemas en pastoreo, sin embargo debido a las condiciones climatológicas cambiantes; y su efecto en la productividad de las pasturas (WingChing-Jones, 2006); muchos productores utilizan la conservación de forrajes verdes por medio de la técnica de ensilaje, como alternativa para suplir la demanda de materia seca de sus hatos. Por causa de la gran variedad de microclimas que posee Costa Rica (Holdridge, 1978), la producción de forrajes es variable entre las diferentes regiones productoras, lo cual a su vez permite la utilización de gran variedad de cultivos forrajeros (Emile et al., 2006).

La utilización de forrajes conservados permite complementar la ración y llenar los requerimientos de los animales en producción sin alterar la carga animal que soporta una finca. En los sistemas de producción de leche en el trópico, se puede obtener producciones de biomasa altas a partir de cultivos forrajeros, en comparación con latitudes templadas en donde la producción de forrajes es estacional (Emile et al., 2006). En cultivos anuales como el maíz, la inversión que se realiza en la compra de la semilla y en el establecimiento del cultivo (preparación del terreno, fertilizante, siembra, herbicidas, y mano de obra), son determinantes en su utilización en las raciones de ganado lechero, la respuesta animal y el precio neto de la leche (Eastridge, 1999).

La reducción de costos en fincas lecheras se puede lograr a través de la utilización de forrajes de calidad y a una mayor eficiencia en el uso de los recursos propios (Próspero et al. 2013). La cuantificación de los costos de producción de los recursos forrajeros se considera un factor crítico para el mantenimiento y mejora de la competitividad de los sistemas productivos; sin embargo dicha información no está disponible en el sector lácteo costarricense a pesar de la estrecha relación existente entre la productividad forrajera y la producción de leche por hectárea (Villalobos et al., 2013).

El objetivo de la presente investigación fue estimar los costos de producción de ensilajes utilizados en lecherías de Costa Rica. El estudio no fue exhaustivo en considerar una amplia gama de sistemas productivos lácteos sino que se utilizó información confiable y disponible en las fincas al momento de realizar la investigación. La información técnico-económica obtenida en el presente estudio se considera un acercamiento a la realidad para evidenciar los factores que afectan la conservación de forrajes y las áreas en que se requiere mayor investigación en sistemas tropicales pastoriles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante el segundo semestre del año 2010 en 31 fincas productoras de leche en las provincias de Alajuela, Cartago y Guanacaste, en las cuales se implementaba la práctica de conservación de forrajes por medio de ensilaje y/o henilaje. La información recopilada y utilizada presentaba una vigencia de dos años previo a la ejecución de esta investigación. Para tal fin, se elaboró un cuestionario para

recolectar la información relativa al proceso de ensilaje que se subdividió en cuatro etapas durante la elaboración del ensilaje (establecimiento, mantenimiento, cosecha y almacenamiento), donde se consideró la cantidad de horas de trabajo (horas hombre y horas maquinaria) requeridas en cada labor y la cantidad de insumos utilizados en cada etapa del proceso (fertilizantes, semillas, herbicidas, plástico de cobertura, aditivos, entre otros). En el caso específico de los pastos de piso, se consultó a los productores el costo de establecimiento de los pastos perennes, como también la persistencia de dichas pasturas. Para las especies de pastos incluidos en el estudio, los productores indicaron un rango entre 10 a 12 años. El costo total de establecimiento se dividió entre la cantidad de cosechas realizadas a lo largo de la vida útil de la pastura. De igual manera para las especies anuales y perennes de corte, se calculó el costo de establecimiento, pero se utilizó un rango de vida útil de 6 años para los forrajes perennes.

Con base en lo anterior se ingresó la información en hojas electrónicas individuales para cada finca y se elaboró una base de datos, la cual permitió estimar los costos de producción del kilogramo de material fresco y ensilado. Según el análisis realizado, se pudo inferir diferencias en el nivel tecnológico aplicado por las fincas en conservación de forrajes, si bien es cierto esto puede relacionarse con el nivel tecnológico general de cada finca, dicho criterio no se consideró en el desarrollo de esta investigación. Por tal motivo, la información se clasificó en base a tres criterios, el ciclo del cultivo, la especie de forraje y el tipo de estructura utilizada para el almacenamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cultivos evaluados según tipo de ciclo, tipo de silo utilizado y número de fincas

Ciclo del cultivo	Forraje	Tipo de silo ¹	Número de fincas
Anuales	Avena forrajera (<i>Avena fatua</i>)	T	1
	Maíz (<i>Zea mays</i>)	T	11
		M	2
		C	1
Perennes de piso	Sorgo (<i>Sorghum</i> sp.) ²	B	1
		M	1
	Estrella africana (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	T	2
		M	1
Perennes de corte	Kikuyo (<i>Kikuyuocloa clandestina</i>)	T	1
		M	2
	Maralfalfa (<i>Pennisetum</i> sp.)	T	5
		B	1
	Mombaza (<i>Panicum maximum</i>)	T	2

¹. T=trinchera, M=montón, C=chorizo, B=bolsa(100 o 500 kg).

². Puede obtenerse varias cosechas según la variedad.

En el caso de la determinación de la producción de biomasa de los cultivos, esta se obtuvo de tres formas: estimación directa en campo, registros previos de las fincas y estimación indirecta por medio de fórmulas de densidad de los forrajes y capacidad de almacenamiento en las estructuras para conservación (silos o número de silo pacas por hectárea). Éste último método permitió inferir la cantidad de biomasa conservada, en cada finca se consideró al menos dos de los métodos para obtener un estimado de la biomasa más certero. Las pérdidas de acarreo y almacenamiento fueron obtenidas por estimación directa y por medio de registros en las fincas. Con base en los indicadores agronómicos y económicos obtenidos de las fincas, se elaboraron gráficos de dispersión a los cuales se les aplicó fórmulas de regresión con el objetivo de encontrar la relación entre dichos indicadores; en el presente documento se muestran únicamente los gráficos cuyo ajuste (R^2) fue mayor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de los costos de producción de los ensilajes, de acuerdo a las observaciones realizadas, se presenta a continuación.

Caracterización de las técnicas de conservación e indicadores agronómicos de los cultivos

Las fincas evaluadas utilizan siete diferentes especies forrajeras para su conservación, donde el maíz es el cultivo más utilizado en las fincas participantes y la avena forrajera y el sorgo forrajero los de menor utilización (Cuadro 1). La estructura de almacenamiento más utilizada es el silo de trinchera (22), seguido por el de montón (6) y las bolsas plásticas de 100-500 kg de capacidad (2) y tipo “chorizo” (1). Los productores lácteos prefieren especies forrajeras anuales (17), seguido por forrajes perennes de corte (8) y por último especies perennes de piso (6). Los forrajes anuales no son necesariamente cultivados una vez al año, sino que existen regiones en donde su producción se puede realizar en más de una época del año con el fin de asegurar el suministro de materia seca o en rotación de cultivos (papa, cebolla, zanahoria entre otros) como ocurre con la avena forrajera y el maíz en zonas altas.

Los insumos utilizados en las fincas mostraron, en general, amplios rangos en los costos asociados (Cuadro 2), por ejemplo, la maquinaria y el transporte del material son rubros que impactan el costo del material conservado. Varias de las fincas informaron contar con terrenos propios o alquilados en donde se cultivan las especies forrajeras para conservar, y en el momento de la cosecha, el material es transportado a las fincas donde se cuenta con los silos de almacenamiento.

Asimismo, las condiciones propias de cada finca y los recursos con que cuenta, influyen sobre la elección del cultivo a ensilar (Turhollow et al., 1996). McGechan (1990) indica que para la cosecha en áreas extensas de cultivos, se debe contar con las facilidades requeridas para un mayor volumen de material, mientras que las silo pacas se adaptan mejor a áreas pequeñas de cultivos.

Los indicadores agronómicos de los cultivos utilizados para conservación de cada finca, mostraron que las especies forrajeras anuales requieren ciclos de cosecha más largos (Cuadro 3). Lo cual se asocia a la ubicación de los sistemas productivos, donde varias de las fincas se ubican en zonas altas; en el caso del cultivo del maíz y la avena requieren más tiempo para alcanzar la madurez fenológica deseada para la cosecha, lo que se asocia a situaciones de bajas temperaturas, alta nubosidad y baja radiación. La utilización de especies anuales depende del régimen de precipitación que asegure un adecuado establecimiento así como facilidad en la cosecha. Los pastos perennes de piso muestran un ciclo de cosecha más largo que en un sistema de rotación (Villalobos et al., 2013), esto se debe a que los productores buscan acumular mayor cantidad de biomasa para cosechar.

Cuadro 2. Costos de los insumos empleados en la elaboración de ensilajes en lecherías de Costa Rica.

Insumo	N° Fincas	Promedio (rango) ¹
Maquinaria (hora tractor)	27	¢17.778 (¢8.000-¢30.000)
Mano de obra (hora trabajador)	31	¢970 (¢800-¢1.350)
Semilla (kg)	20	¢2.275 (¢55-¢5.500)
Plaguicida (L)	18	¢8.263 (¢1.600-¢26.925)
Herbicida para siembra (L)	21	¢4.817 (¢1.785-¢16.875)
Herbicida para mantenimiento (L)	13	¢5.046 (¢1.785-¢14.000)
Fertilizante fórmula completa (46 kg)	31	¢14.969 (¢13.405-¢23.990)
Fertilizante fórmula nitrogenada (46 kg)	24	¢8.393 (¢3510-¢13 905)
Alquiler picadora de pasto	4	¢32968 (¢1.870-¢80.000)
Combustible picadora de pasto (L)	6	¢510
Transporte de material (viaje)	8	¢114.688 (¢17.500-¢200.000)
Aditivos para el ensilaje (L o kg)	21	¢1.806 (¢90-¢2.398)
Plástico para cobertura de material	29	¢118.217 (¢4.480-¢658. 000)
Bolsa plástica para ensilaje	2	¢1.815 (¢700-¢2.930)
Alquiler de terreno (ha)	2	¢95.000 (¢90.000-¢100.000)

¹ Tipo Cambio 1\$=\$=¢504 (BCCR 2011).

Cuadro 3. Indicadores agronómicos de los cultivos forrajeros utilizados para ensilaje en lecherías de Costa Rica.

Cultivo	Ciclo de cosecha (meses)	Cosechas anuales ¹	Producción de biomasa en fresco (TM.cosecha ⁻¹) ²	Dosis semilla (kg.ha ⁻¹)	Pérdidas (%)	
					Acarreo	Almacenamiento
Avena forrajera	4	1	8	41	12	10
Maíz	3	1	25	20	3	5
Sorgo	3	3	21	9	11	2
Kikuyo	3	4	20	***	1	7
Estrella africana	3	2,5	27	***	1	4
Mombaza	2	5,5	30	***	0	4
Maralfalfa	2	5	60	***	5	6

¹ El maíz y la avena forrajera no tienen capacidad de rebrote, sin embargo un mismo terreno puede rotarse varias veces al año con dichos forrajes.

² Avena forrajera con pérdidas en campo altas durante cosecha

El pasto Mombaza, utilizado normalmente en pastoreo, se utilizó para corte en las fincas visitadas. El pasto Maralfalfa presentó gran aceptación por parte de los productores ya que sus tallos son más suaves con respecto a otras especies del género *Pennisetum* y su rebrote es más rápido (Cruz, 2008) (Cuadro 3). El forraje con mayor rendimiento de biomasa en fresco fue el Maralfalfa el cual se siembra de forma vegetativa a una alta densidad y cuyo establecimiento logra rendimientos altos en poco tiempo. La producción del pasto Mombaza fue la segunda más alta seguida por el maíz y el pasto Estrella africana, mientras que el pasto Kikuyo y el Sorgo forrajero mostraron rendimientos similares. La producción de biomasa mayor en el maíz y el pasto Estrella africana frente al Sorgo y el pasto Kikuyo, respectivamente, fue informada previamente por otros autores (Emile et al., 2006; Villalobos et al., 2013).

La avena forrajera fue la especie de menor producción en el presente estudio; sin embargo en el momento de cosecha, la alta cantidad de agua presente en el suelo dificultó dicha labor e incrementó las pérdidas en campo y en el almacenamiento, pues no se pudo realizar el pre-marchitado requerido previo a ensilar (Silva et al., 2006; Turhollow et al. 1996). Es importante considerar que según los rendimientos informados para el cultivo de la avena por Rodríguez (1999) de 16,9 a 19,5 t/ha a 95 días de cosecha, por Sánchez y Mesen (2006) de 10,9 a 19,5 t/ha a 100 días y por Sánchez y Orozco (2008) de 9,6 a 14,4 t/ha a 120 días, esta gramínea es una alternativa forrajera con potencial para ser cultivada en estos sistemas.

La cantidad de semilla utilizada en el establecimiento de cultivos forrajeros se consideró únicamente en las especies anuales. La calidad de la semilla (pureza y densidad) influyen sobre las dosis de siembra, lo cual hace que los productores ajusten las dosis de siembra para asegurar un adecuado establecimiento del cultivo. Las pérdidas en el acarreo fueron menores en pastos de piso lo cual puede deberse a que la maquinaria utilizada en la cosecha (embaladoras) es más eficiente en la recolección del material en campo en comparación con forrajes de porte alto en donde la altura de corte y el llenado de las carretas es menos eficiente. El momento de cosecha puede influir sobre las pérdidas descritas por los productores durante el almacenamiento, tal como ocurrió en el caso de la avena forrajera.

Costos de producción en la conservación de forrajes

Los tres cultivos forrajeros anuales incluyeron cuatro rubros en la producción de ensilajes, el establecimiento del cultivo es el de mayor peso en la estructura de costos con 37% de los costos asociados por hectárea de terreno (Cuadro 4).

Cuadro 4. Costos de establecimiento, mantenimiento, cosecha y almacenamiento de los cultivos forrajeros utilizados para ensilaje en lecherías de Costa Rica.

Cultivos	Rangos de costos absolutos (en colones.ha ⁻¹) y relativos promedio (% entre paréntesis)			
	Establecimiento ¹	Mantenimiento	Cosecha	Almacenamiento
Anuales	¢43.000-¢243.000 (37)	¢29.000-¢99.000 (22)	¢10.000-¢243.000 (25)	¢13.000-¢191.000 (16)
Perennes de piso	***	¢27.000-¢127.000 (25)	¢19.000-¢122.000 (20)	¢81.000-¢197.000 (55)
Perennes de corte	¢21.000-¢343.000 (3)	¢53.000-¢116.000 (11)	¢48.000-¢530.000 (28)	¢31.000-¢318.000 (57)

¹. El costo de establecimiento no fue considerado para especies perennes de piso debido a la variabilidad en la persistencia de las pasturas y en especies de corte se estimó una persistencia de 6 años.

Pineda (1990), por otro lado, describe entre 62,54 y 71,74% los costos de cosecha, como el principal rubro de importancia en la elaboración de ensilaje de sorgo. Los costos promedio por kilogramo de forraje fresco y ensilado fueron mayores en la avena, lo cual se debió al rendimiento de biomasa bajo y las pérdidas registradas (Cuadro 5). El maíz presentó un amplio rango en el costo por kilogramo lo cual se atribuyó a las diferencias en el nivel tecnológico utilizado para el manejo del cultivo y los insumos requeridos en el proceso de conservación. Próspero et al. (2013) informan del costo de ensilado de maíz

con fertilización química y orgánica en un equivalente de $\text{C}\$20,5.\text{kg}^{-1}$ y $\text{C}\$18,63.\text{kg}^{-1}$ MF, respectivamente.

Cuadro 5. Costos de producción de los cultivos forrajeros utilizados para ensilajes en lecherías de Costa Rica por kilogramo de material fresco y ensilado y total por hectárea según tipo de silo.

Cultivo	Tipo de silo ¹	Costo ($\text{C}\$.\text{kg}^{-1}$)		Total ($\text{C}\$.\text{ha}^{-1}$)
		MF	ME	
Avena forrajera	T	$\text{C}\$32,75$	$\text{C}\$37,92$	$\text{C}\$307.195$
Maíz	T	$\text{C}\$7,10\text{-}\text{C}\$25,26$	$\text{C}\$9,10\text{-}\text{C}\$42,71$	$\text{C}\$206.482\text{-}\text{C}\563.249
	M	$\text{C}\$17,48\text{-}\text{C}\$38,14$	$\text{C}\$24,83\text{-}\text{C}\$57,81$	$\text{C}\$568.183\text{-}\text{C}\797.842
	C	$\text{C}\$11,87$	$\text{C}\$3,76$	$\text{C}\$400.467$
Sorgo	B (0,1 t)	$\text{C}\$58,97$	$\text{C}\$68,11$	$\text{C}\$227.017$
	M	$\text{C}\$10,13$	$\text{C}\$13,08$	$\text{C}\$233.737$
Kikuyo	T	$\text{C}\$1,59$	$\text{C}\$8,76$	$\text{C}\$244.378$
	M	$\text{C}\$4,97\text{-}\text{C}\$24,29$	$\text{C}\$14,52\text{-}\text{C}\$36,13$	$\text{C}\$255.872\text{-}\text{C}\321.534
Estrella africana	T	$\text{C}\$2,30\text{-}\text{C}\$3,80$	$\text{C}\$5,89\text{-}\text{C}\$9,11$	$\text{C}\$104.836\text{-}\text{C}\148.716
	M	$\text{C}\$3,63$	$\text{C}\$7,42$	$\text{C}\$313.840$
Mombaza	T	$\text{C}\$9,31\text{-}\text{C}\$13,26$	$\text{C}\$13,37\text{-}\text{C}\$17,10$	$\text{C}\$325.850\text{-}\text{C}\535.108
Maralfalfa	T	$\text{C}\$7,05\text{-}\text{C}\$16,06$	$\text{C}\$9,82\text{-}\text{C}\$20,24$	$\text{C}\$194.205\text{-}\text{C}\969.242
	B (0,5 t)	$\text{C}\$4,74$	$\text{C}\$12,88$	$\text{C}\$519.025$

¹ T=trinchera, M=montón, C=chorizo, B=bolsa (100 o 500 kg).

En la Figura 1 se muestra como el costo del material ensilado fue menor en los cultivos anuales con un rendimiento de biomasa superior, dicha tendencia fue mostrada en variedades de maíz BMR cuyo rendimiento es menor que los cultivares normales y cuyo

costo incrementa de $\text{C}\$12,20$ a $\text{C}\$13,35.\text{kg}^{-1}$ MF al reducir su biomasa de 5 a 15%, respectivamente (Eastridge 1999).

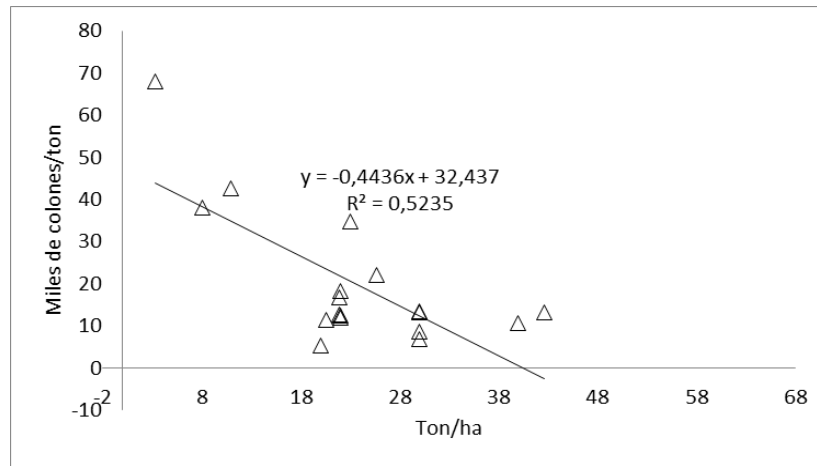


Figura 1. Costo de producción por tonelada de material fresco ensilado y rendimiento de biomasa en cultivos forrajeros anuales utilizados para ensilajes en lecherías de Costa Rica.

El sorgo forrajero presentó un costo menor al del maíz en un silo de montón lo cual se podría relacionar a los requerimientos específicos de cada cultivo; el primero tiene potencial para regiones con precipitaciones menores, tal como ocurre en el Pacífico norte de Costa Rica (Emile et al., 2006). En el caso del maíz, se mostró que dosis menores a las recomendadas pueden aumentar el costo del ensilado, ya que el terreno se utiliza de forma menos eficiente (Figura 2). Por otro lado, la aplicación de dosis mayores tampoco brinda un beneficio marginal sino que incrementa los costos de establecimiento y los del material ensilado. La inversión realizada en el establecimiento de cultivos anuales, se ve compensada al lograr rendimientos de biomasa altos que permiten diluir los costos (Figura 3); asimismo, es importante seguir las recomendaciones técnicas en el manejo de los cultivos y adquirir semilla de calidad que asegure un buen rendimiento de biomasa y una eficiente utilización de los recursos.

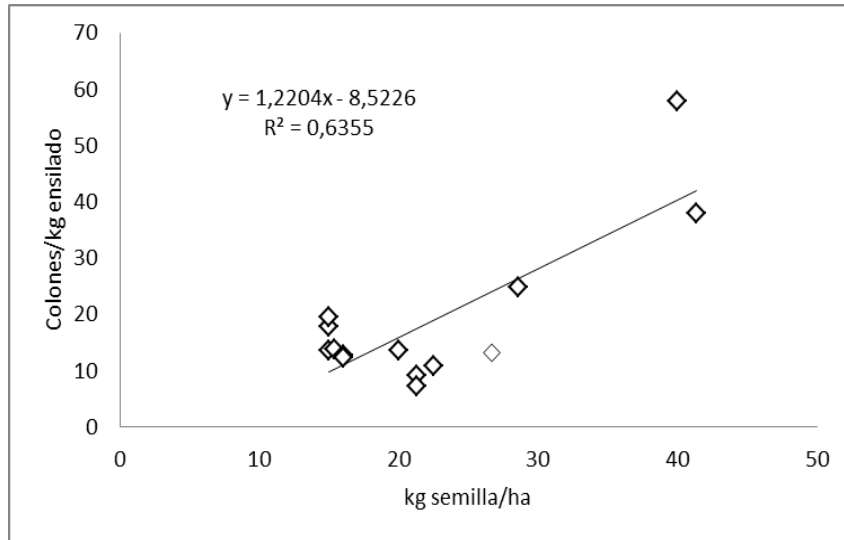


Figura 2. Costo de producción por kg de material ensilado y dosis de siembra utilizadas en cultivos forrajeros anuales en lecherías de Costa Rica.

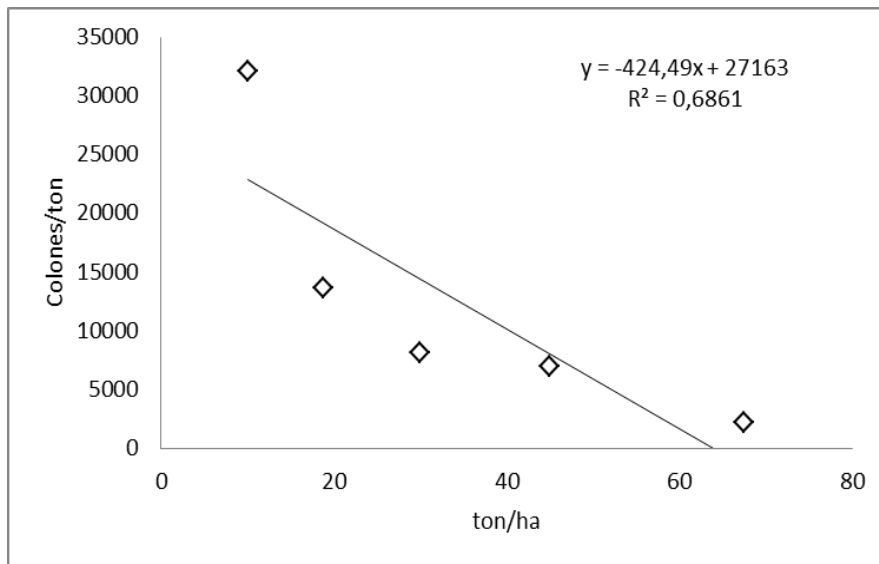


Figura 3. Producción de biomasa y costo por tonelada de material ensilado para pastos de piso perennes en lecherías de Costa Rica.

Para los pastos de piso, no se consideró el costo de establecimiento debido a la dificultad para determinar de forma certera la vida productiva de los mismos (Cuadro 4). La información aportada por el productor presentaba datos perdidos o desconocimiento real del monto invertido, y al incluirla en la estructura de costos, por medio de la simulación de escenarios posibles, se obtuvieron valores que tendrían poco impacto y podrían crear distorsión en la información presentada. El almacenamiento es el rubro con mayor peso en la estructura de costos de los ensilajes elaborados en base a pastos de piso, con 55% del total por hectárea y, el cual, se incrementa en el costo del material ensilado con respecto al material fresco (Cuadro 5). El costo del material fresco y ensilado fue menor en ambos pastos que el informado por Villalobos et al. (2013) para las mismas especies bajo sistemas de pastoreo rotacional. Los pastos perennes de piso mostraron costos inferiores a los de los cultivos anuales. A mayor rendimiento de los cultivos, se logra disminuir el costo de producción, en el caso de los pastos de piso incluidos en este estudio, se sabe que tienen una adecuada respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Andrade 2006; Villalobos y Arce 2013) por lo cual dicho insumo puede ser determinante para los productores, al utilizar especies de piso perennes para conservación.

En los pastos perennes de corte, al igual que los de piso, el rubro de almacenamiento es el de mayor impacto con 57% del total invertido por hectárea de terreno, sin embargo en este caso se consideró el establecimiento dentro de los costos para una vida útil de 6 años de la pastura (Cuadro 4). El costo promedio por kilogramo de material fresco fue de tres colones, dicho valor es menor al de las especies anuales y de piso lo cual puede deberse a los rendimientos de biomasa superiores (Cuadro 5).

Se encontró una gran variabilidad de los costos en relación con la estructura utilizada para almacenamiento, esto indica que es necesaria una cantidad mayor de fincas para encontrar tendencias y que una única característica de los sistemas de conservación no es suficiente como criterio de comparación entre los sistemas. El costo del kilogramo de ensilajes es el resultado del tipo de cultivo en conjunto con el nivel tecnológico aplicado en su ciclo productivo y las facilidades existentes o a las que se puede acceder en las fincas.

CONSIDERACIONES FINALES

El rendimiento de biomasa de los cultivos utilizados en conservación, es un factor primordial debido al impacto sobre el costo final de los ensilajes. Los productores deben medir la productividad de sus cultivos con el objetivo de tomar decisiones con mayor certeza sobre el manejo de los mismos. A pesar de que en el presente estudio no se incluyó variables nutricionales, deben considerarse debido a la variabilidad esperada entre cultivos y sistemas de conservación para producción láctea.

Los cultivos anuales mostraron un costo del kilogramo ensilado mayor, donde la siembra el rubro de mayor impacto en la estructura de costos. Las especies de pastos perennes de piso y de corte mostraron que el almacenamiento es el rubro de mayor sensibilidad sobre los costos de conservación. La producción de biomasa alta obtenida en los pastos

perennes de corte hace que los costos se diluyan, lo que permite obtener el menor costo por kilogramo ensilado.

Los insumos utilizados en conservación de forrajes mostraron una gran variabilidad. En este estudio se muestra el panorama actual de fincas en las que se maneja información sobre los costos asociados a la conservación de forrajes, por lo cual puede haber sistemas que tengan diferencias significativas en el manejo de los cultivos y sus costos asociados pero que no fueron incluidos por no contar con información de tipo técnico-económica.

IMPLICACIONES

Una de las mayores necesidades evidenciadas con el presente estudio es la generación de mayor información en finca por parte de los productores por medio de la guía y colaboración de técnicos de las empresas lácteas o de instituciones públicas que brinden asistencia técnica. La información generada en finca es una necesidad para el sector lácteo costarricense que permitirá realizar análisis que abarquen mayor cantidad de fincas y, en base a ellos, establecer hacia donde se deben enfocar esfuerzos para incrementar la competitividad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento por el apoyo financiero y la colaboración brindada por los miembros del Comité de Educación y Bienestar Social de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, así como a los productores y trabajadores de las fincas por la información brindada para el desarrollo de la investigación.

LITERATURA CITADA

ANDRADE M. 2006. Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex chiov) en la producción de ganado lechero en Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. p 225.

BANCO CENTRAL DE COSTA RICA. 2011. Tipo de cambio del dólar de los Estados Unidos de América. Tipo de cambio promedio MONEX. San José, Costa Rica. Consultada el 5 de setiembre del 2012.
IN:http://www.bccr.fi.cr/indicadores_economicos_/Tipos_cambio.html

CRUZ D.A. 2008. Evaluación del potencial forrajero del pasto Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una

base estándar de potasio. Tesis de Grado, Escuela Superior Técnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador. p 144.

EASTRIDGE M. 1999. Brown Midrib Corn Silage. Tri-State Nutrition Conference Proceedings: p 178-189.

EMILE J.C., AL RIFAÏ M., CHARRIER X., LEROY P., BARRIERE Y. 2006. Grain sorghum silages as an alternative to irrigated maize silage. *Grassland Science in Europe* 11: 80-82. High Level Panel of Experts (HLPE). 2013. Biofuels and food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. p 131.

HOLDRIDGE L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Serie libros y materiales de enseñanza. San José, Costa Rica. IICA. p 276.

McGECHAN M.B. 1990. Operational Research Study of Forage Conservation Systems for Cool, Humid Upland Climates. Part 2: Comparison of Hay and Silage Systems. *Journal of Agriculture Engineering Research* 46:129-145.

MUCK R. E., SHINNERS K. J. 2001. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. *International Grassland Congress* 19:753-762.

PINEDA L 1990. Informe de práctica dirigida realizada en la región de Nicoya, Guanacaste. Práctica de licenciatura. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. p 59.

PRÓSPERO F., MARTÍNEZ-FERNANDEZ A., PÉREZ J.A., ARRIAGA-JORDÁN C.M., VICENTE F. 2013. Mejora en la rentabilidad de la producción lechera a partir del uso de ensilado de maíz cultivado con fertilización orgánica. XV Jornadas sobre Producción Animal, Asociación Interprofesional de Desarrollo Agrario, Tomo I, p 28-30. Zaragoza, España.

RODRÍGUEZ J. 1999. Resumen 424: Evaluación de gramíneas de corte de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura. XI Congreso Nacional Agronómico: 562 .IN: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_562.pdf

SÁNCHEZ W., MESÉN M. 2006. Reduzca costos alimentando sus vacas lecheras con avena forrajera. Boletín Informativo Proyecto Plantón Pacayas. Año 2, N°3. INTA. IN: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00239.PDF>

SÁNCHEZ W., OROZCO E. 2008. Opciones forrajeras para la suplementación de vacas lecheras. Congreso Nacional Lechero. IN:http://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2008/Opciones_de_produccion_de_forrajes_para_diferentes_regiones_del_pais-Edwin_Orozco_William_Sanchez.pdf

SILVA A., CORAL D. M., MENJIVAR J. C. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de avena forrajera en un suelo andisol del departamento de Nariño, Colombia. *Acta Agronómica* 55 (1):55-63.

- TURHOLLOW A., DOWNING M., BUTLER J. 1996. The Cost of Silage harvest and Transport Systems for Herbaceous Crops. 7th National Bioenergy Conference, Nashville, Tennessee, USA. p 8.
- VILLALOBOS L., ARCE J. 2013. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. I. Disponibilidad de biomasa y fenología. *Agronomía Costarricense* 37(1):91-101.
- VILLALOBOS L., ARCE J., WINGCHING R. 2013. Producción de biomasa y costos de producción de pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 37(2):91-103.
- WINGCHING-JONES R. 2006. Evaluación del proceso de ensilaje de *Arachis pintoi*. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica, Costa Rica, p 65.