

Nota técnica

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

Luis Villalobos^{1/}*, Jose Arce*, Rodolfo WingChing*

Palabras clave: Pastoreo, producción de materia seca, aprovechamiento, costos.

Keywords: Grazing, dry matter yield, utilization, costs.

Recibido: 22/02/13

Aceptado: 05/06/13

RESUMEN

Se evaluó la producción de biomasa, los costos de producción y el costo del kilogramo de materia seca en los pastos kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*), ryegrass perenne (*Lolium perenne*) y estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), a lo largo de un año, en 8 fincas comerciales ubicadas en las provincias de Cartago (2), San José (2) y Alajuela (4). La producción de biomasa promedio por ciclo para los 3 pastos fue de 3395 kg.ha⁻¹ MS; la producción anual se ve influenciada por los días de recuperación de cada especie, mostrando valores de 40 170, 38 731 y 28 995 kg.ha⁻¹ de MS para los pastos estrella africana, kikuyo y ryegrass perenne, respectivamente. La producción de biomasa varía durante el año y en las épocas de mayor producción de esa biomasa, los animales tienen un menor aprovechamiento de la pastura en términos porcentuales, debido a que la carga animal, los períodos de permanencia y las áreas de pastoreo no se ajustan a la disponibilidad de forraje. Los costos anuales de mano de obra, insumos y tierra promedio fueron de 72.433, 505.515 y 18.760 colones.ha⁻¹, respectivamente; siendo los insumos el rubro con un peso relativo mayor en la estructura de costos de las

ABSTRACT

Dry matter yield and production costs in grazing systems on dairy farms of Costa Rica. Biomass production costs and dry matter-kilogram cost were evaluated in kikuyu grass (*Kikuyuocloa clandestina*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and African stargrass (*Cynodon nlemfuensis*), along one year, in 8 dairy farms located in Cartago (2), San José (2) and Alajuela (4) provinces. Average dry matter yield per cycle was 3395 kg.ha⁻¹ DM for the three grasses. Annual yield is influenced by the regrowth period of each species, with values of 40 170, 38 731 and 28 995 kg.ha⁻¹ DM for African stargrass, kikuyu grass and perennial ryegrass, respectively. Biomass production varies during the year, and the utilization by cattle has a less utilization of these fields during the months of highest yield. Since the stocking rate, the occupational period and the grazing area are not adjusted on the basis of dry matter availability, dairy cattle has a lower utilization rate in the paddocks. Average costs for labor, agricultural inputs and land were (in Costa Rican currency) 72.433, 505.515 and 18.760 colones.ha⁻¹, respectively. Inputs had the highest impact in the costs structure in grazing

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: luis.villalobosvillalobos@ucr.ac.cr

* Centro de Investigaciones en Nutrición Animal y Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

fincas en pastoreo. Los costos del kg de MS producido y consumido, para los 3 pastos evaluados, fueron de 16,6 y 44,4 colones respectivamente, siendo el aprovechamiento que los animales hacen de las pasturas el determinante del costo del material consumido. Las fincas con mayor inversión anual en pasturas, mostraron un mayor retorno en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ leche.

INTRODUCCIÓN

La medición de la biomasa disponible en las pasturas brinda información de gran importancia para las fincas ganaderas debido a la relación directa que existe entre el material ofrecido por día a los animales en pastoreo ($\text{kg}\cdot\text{vaca}^{-1}$) y su efecto sobre la carga animal (CA), pues según Tozer et ál. (2004) a mayor disponibilidad, la CA tiende a disminuir al igual que la eficiencia de los animales en pastoreo. Las prácticas de manejo y utilización de las pasturas en fincas lecheras determinan en gran medida la eficiencia en el uso de los recursos. En Costa Rica usualmente los productores de leche invierten en el mantenimiento de sus pasturas a lo largo del año, lo cual impacta sus costos de producción y por ende su productividad y competitividad en el mercado lácteo. Las evaluaciones de sistemas de pastoreo tienden a omitir el componente económico dentro de sus variables de análisis a sabiendas de la estrecha vinculación que existe entre estos parámetros y la rentabilidad de las empresas lácteas.

Tauer y Mishra (2006) consideran que un sistema de pastoreo exitoso es aquel con capacidad de reducir los costos de producción totales de forma eficiente, sin embargo para muchas fincas la utilización del pastoreo resulta ser un reto pues la estructura de costos se ve al mismo tiempo modificada. La rentabilidad en fincas lecheras se mide con base en el recurso limitante para el productor, bien sea la cantidad de animales que puede soportar su terreno o la cantidad de terreno disponible (Tozer et ál. 2004). Las fincas lecheras en Costa Rica se han visto afectadas

dairy farms. Costs for dry matter kilogram produced and consumed were 16.6 and 44.4 colones, respectively, for all 3 pastures; the cost of dry matter-kilogram consumed was affected by the rate of utilization in the grazing paddocks. Dairy farms with higher investment in pastures had a higher return in $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ milk as well.

por el aumento en el costo de la tierra resultado de actividades alternas como el turismo y la construcción que actualmente se desarrollan con gran auge en zonas tradicionalmente agrícolas; debido a ello, la productividad con base en el área productiva disponible es determinante para un sistema de pastoreo eficiente. Dicho aumento en el costo de la tierra ha generado que en algunas ocasiones las evaluaciones de tipo económico para el desarrollo de sistemas pecuarios deban realizarse a través de simulaciones en las que se considere costos hundidos (Díaz et ál. 2009, Villalobos y Rivera 2012).

El pastoreo, en comparación con sistemas de alimentación intensivos, tiene costos asociados como el suministro de agua en los potreros ($\$0,06\cdot\text{vaca}^{-1}$) y materiales para las cercas ($\$0,08\cdot\text{vaca}^{-1}$) (Tozer et ál. 2003), sin embargo también puede reducir los costos de producción de leche en un valor neto de \$0,45 por cada 100 kg de leche producidos debido a ser menos demandantes en mano de obra (Tauer y Mishra 2006). Gloy et ál. (2002) evaluaron información de fincas en pastoreo y sin pastoreo y encontraron que la tasa de retorno en fincas lecheras con pastoreo puede ser igual o mayor que en sistemas que no utilizan pastoreo y basan su alimentación en la suplementación con granos, esto último tiene profundas implicaciones bajo las tendencias actuales de aumento en el precio de las materias primas (maíz amarillo y soya) como resultado del cambio global y la competencia para la producción de biocombustibles.

Los sistemas de pastoreo en Costa Rica tienen la capacidad de producir alimento para el ganado durante todo el año con base en el régimen de precipitación, asimismo, los cambios climáticos a lo largo del año no se consideran tan extremos como en otras latitudes donde la producción de forraje se ve interrumpida por los cambios de estación (bajas temperaturas y sequía principalmente) (Janzen 1991). Tozer et ál. (2003) mencionan que en muchos países de clima templado no es posible realizar pastoreo todo el año debido a los cambios extremos en el clima que afectan las pasturas y dificultan el manejo de los animales; sin embargo consideran fundamental que cada zona evalúe sus condiciones específicas y los sistemas productivos más convenientes acorde a las limitantes y ventajas inherentes a cada una.

La evaluación continua de los sistemas productivos lácteos permite una oportuna adaptación a las condiciones cambiantes en el clima y a las exigencias del mercado y de tal forma encontrar un punto de equilibrio en el que el productor pueda mantener su negocio bajo condiciones adecuadas que no comprometan sus utilidades. A este respecto; el sistema de alimentación a utilizar en una finca lechera debe ser el que logre las metas del negocio y asegure la sostenibilidad del mismo en el largo plazo (Tozer et ál. 2003).

El objetivo de la presente investigación fue estimar el costo de producción del kilogramo de materia seca en 3 especies de forrajes (estrella africana, kikuyo y ryegrass) ampliamente utilizados en sistemas de pastoreo en lecherías de Costa Rica. La información técnico-económica obtenida en el presente estudio debe servir como una herramienta para todos los actores involucrados en la cadena de producción láctea con el fin de optimizar el uso de los recursos y hacer los sistemas pastoriles más competitivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó a lo largo de un año (noviembre 2010 a octubre 2011) en 8 fincas comerciales productoras de leche ubicadas en

diferentes localidades del país en donde se producen los pastos ryegrass perenne (*Lolium perenne*; 2 en Oreamuno, Cartago) kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*; 2 en Vásquez de Coronado, San José; una en Alfaro Ruíz y una en Ciudad Quesada; Alajuela) y estrella africana (*Cynodon nlemfensis*; una en Naranjo y una en Ciudad Quesada, Alajuela). Dichas especies fueron seleccionadas por ser de uso común en lecherías de Costa Rica.

Las fincas cuentan con sistemas de pastoreo rotacional con tiempos de recuperación y ocupación definidos que se mantuvieron durante el estudio; algunas cuentan con establos en donde los animales se mantienen de forma estacional durante el año o parcialmente durante el día (semiestabulado). Dichos establos son utilizados para suplementar forrajes (paca de heno, pastos de piso, de corte, caña de azúcar o ensilajes de maíz) y subproductos agrícolas (cáscaras de banano, piña y yuca); asimismo, la suplementación con alimento balanceado se realiza con base en el nivel de producción y etapa de lactancia.

Se estimó la disponibilidad de materia seca (MS) con la técnica del Botanal® (Hargraves y Kerr 1978) en el potrero que los animales ingresarían el día siguiente o el mismo día en la tarde. Las mediciones se realizaron en condiciones pre-pastoreo y pos-pastoreo con el objetivo de estimar el aprovechamiento, en términos porcentuales, que hacen los animales del potrero. En cada uno de los potreros evaluados se midió su área por medio de un aparato del sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) de la marca Garmin® modelo 60 CSx.

En cada muestreo se recolectó la información técnica y económica relativa a la producción de pastos en los rubros de: insumos (cantidades y fórmulas de fertilizantes químicos, orgánicos y foliares, herbicidas, plaguicidas y enmiendas al suelo), mano de obra en labores de las pasturas (aplicación de insumos, dispersión de boñiga en campo y mantenimiento de infraestructura) y el costo de la tierra; para este último se utilizó como referencia el impuesto de la Ley 7509 de Bienes Inmuebles del año 1997 (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica 1997). La producción

de leche del día anterior al muestreo y la cantidad de vacas en ordeño se recolectó en cada uno de los muestreos. La información productiva y económica se tabuló por especie de pasto y se estandarizó por hectárea.

Se realizó una prueba compuesta con las muestras de cada uno de los estratos de los muestreos pre-pastoreo secas y molidas. Para esto se pesó una cantidad representativa de cada muestra con base en la cantidad de observaciones encontradas para cada estrato por potrero para finalmente analizar el contenido de proteína cruda (PC) (AOAC 1990). Por medio de la información de producción de biomasa y el aprovechamiento promedio de cada pasto, se obtuvo el costo del kilogramo de MS y PC producidos y consumidos para cada uno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de biomasa

En el Cuadro 1 se encuentra la información relativa a la producción y manejo de las pasturas en las fincas, se puede ver como la altitud influye sobre los días de recuperación, necesitando más días el pasto ryegrass cuyas fincas se encuentran a una altitud de hasta 2800 msnm y menor

tiempo el pasto estrella africana cuyas fincas se encontraban entre 600 y 1500 msnm. Los días de recuperación tienen un efecto sobre la productividad anual de los pastos ya que en las especies evaluadas su producción por ciclo fue muy cercana, sin embargo el pasto estrella africana tiene un potencial productivo anual por hectárea mayor debido a que los animales rotan más veces durante el año. Villalobos (2012) encontró para el pasto alpiste (*Phalaris arundinacea*) que la edad de cosecha influye de forma marcada sobre la capacidad de carga de un pasto de forma anual debido a que en ocasiones el aumento en los días de recuperación de una pastura, con el objetivo de obtener mayor biomasa, no siempre genera un beneficio marginal sino más bien una pérdida en días productivos en el uso del terreno.

La producción de biomasa promedio por ciclo para los 3 pastos evaluados fue de 3395 kg.ha⁻¹ de MS, valor menor al encontrado por Villalobos y Sánchez (2010a), Andrade (2006) y Salazar (2007) para los pastos ryegrass, kikuyo y estrella africana con 4110, 7238 y 4642 kg.ha⁻¹ de MS, respectivamente. De acuerdo con Tozer et ál. (2003) el manejo de las pasturas con adecuados períodos de rotación y ocupación, afecta el desempeño de la finca y tiene influencia sobre el retorno económico en un sistema de alimentación basado en pastoreo.

Cuadro 1. Características productivas de las fincas evaluadas con base en la especie de pasto utilizada.

Indicador	Estrella africana	Kikuyo	Ryegrass	Promedio
Recuperación (días)	28	31	43	33,31
Rotaciones por año	12,9	11,8	8,6	11,29
Producción por ciclo (kg.ha ⁻¹ de MS)	3185	3517	3360	3395
Producción anual (kg.ha ⁻¹ de MS)	40170	38731	28995	36657
PC en potrero (%)	14,23	12,42	14,22	13,32
Producción anual de N (kg.ha ⁻¹)	917	769	659	779
Fertilización nitrogenada anual (kg.ha ⁻¹ de N)	851	518	276	540

En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran las curvas de producción promedio de cada especie de pasto evaluada. Debido a que las condiciones edafoclimáticas de cada finca son diferentes (Bertsch 1998), aun al utilizar la misma especie de pasto, no se puede considerar que cada localidad tenga la misma tendencia. Se observó que en las épocas en que la producción de biomasa aumenta, el aprovechamiento tiende a disminuir, esto puede deberse a que las fincas no realizan ajustes en la carga animal en pastoreo durante el año, por lo

que los animales tienen una mayor cantidad de materia seca disponible, que provoca la presencia de material remanente para los pastoreos sucesivos (Villalobos y Sánchez 2010a, Andrade 2006). Tozer et ál. (2003) mencionan que el costo de las pasturas puede variar directamente por cambios en los insumos (fertilizantes, semillas y mantenimiento) e indirectamente por las diferencias en el aprovechamiento de la MS. Así, un productor con un sistema eficiente de aprovechamiento de sus pasturas tendrá un costo del kg de MS menor

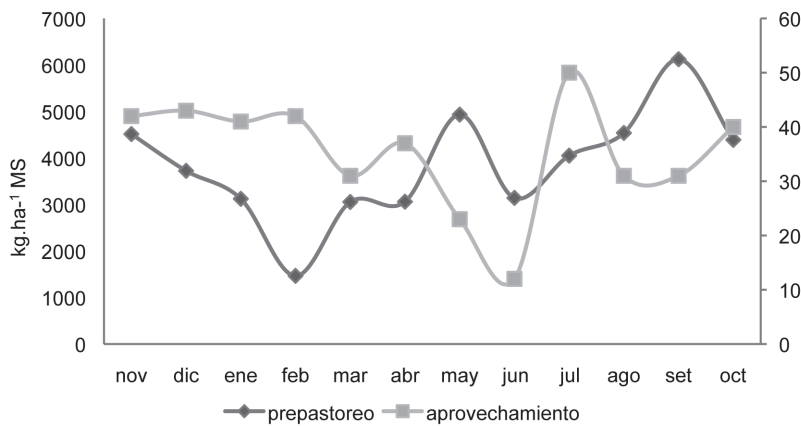


Fig. 1. Producción de biomasa y aprovechamiento del pasto estrella africana en las fincas evaluadas.

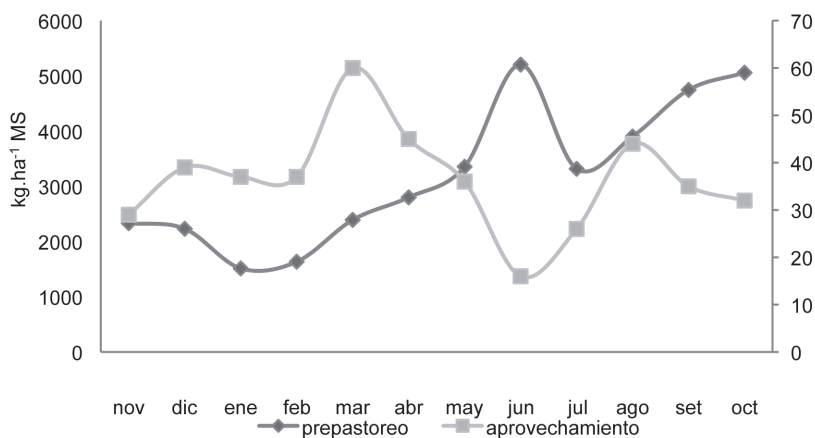


Fig. 2. Producción de biomasa y aprovechamiento del pasto kikuyo en las fincas evaluadas.

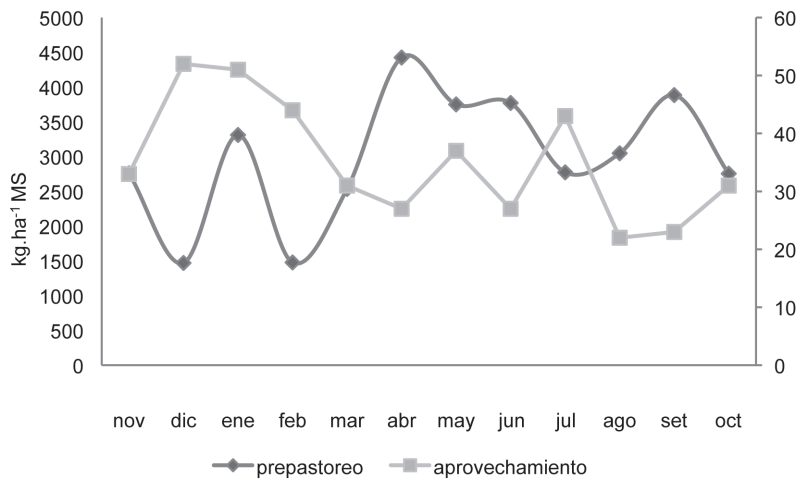


Fig. 3. Producción de biomasa y aprovechamiento del pasto ryegrass en las fincas evaluadas.

mientras que un sistema ineficiente tendrá un costo mayor ya que al utilizar menos pasto y los mismos costos, produce una mayor concentración de los mismos, en menos biomasa consumida.

El contenido de proteína cruda en los pastos evaluados es menor al reportado por Villalobos y Sánchez (2010b) para el pasto ryegrass perenne (25,21%), Andrade (2006) para el pasto kikuyo (22,38%) y Salazar (2007) para el pasto estrella (20,25%); sin embargo se debe considerar que las muestras se tomaron de planta entera (hojas y tallos) a diferencia de las muestras destinadas para análisis nutricionales donde normalmente se cosecha el dosel de la pastura y cuyo componente estructural principal son hojas.

Con base en el contenido proteico de los pastos se estimó la producción anual de nitrógeno al encontrar un valor anual promedio de 779 kg.ha⁻¹ de N, con mayor presencia para el pasto estrella africana, seguido del kikuyo y el ryegrass presentó los valores menores (Cuadro 1). Villalobos (2012) encontró en el pasto alpiste bajo un sistema de corte-acarreo producciones de nitrógeno superiores a 400 kg.ha⁻¹.año⁻¹ de N; en el caso de los sistemas evaluados en este proyecto por ser de pastoreo se debe tener presente que

la cantidad producida no es extraída por completo del suelo además de que existe reciclaje de nutrientes proveniente de las excretas de los animales principalmente. Por su parte las dosis de fertilización nitrogenada utilizadas en las fincas evaluadas mostraron un valor anual promedio de 540 kg.ha⁻¹ de N con menor presencia en el pasto ryegrass y mayor la del pasto estrella africana con un valor equivalente a 3 veces la dosis aplicada al primero.

Villalobos y Sánchez (2010a) reportaron dosis de fertilización nitrogenada en pasturas de ryegrass entre 200 y 250 kg.ha⁻¹.año⁻¹ de N, valor cercano al utilizado con el mismo pasto en el presente estudio. En una de las fincas evaluadas con pasto estrella africana, se realizan aplicaciones de gallinaza la mitad del año con dosis entre 100 a 120 sacos (30 kg) por potrero (áreas 1800 m²) como parte del programa de fertilización, lo cual hace que la dosis de N.ha⁻¹ sea superior a las de los pastos kikuyo y ryegrass. El contenido de PC en los pastos es variable de acuerdo con la época del año, sin embargo es la presencia de agua en el suelo la que contribuye a un mayor aporte nutricional a los animales debido a que se tiende a concentrar la fertilización nitrogenada en las

épocas de mayor precipitación (Andrade 2006). Por su parte Salazar (2007) encontró que el pasto estrella africana en la zona de San Carlos muestra un mayor contenido de PC debido al efecto sinérgico de la presencia de humedad y aumento en las horas de luz.

En el Cuadro 2 se encuentran algunos indicadores de los sistemas de pastoreo de las fincas evaluadas, se puede observar que las áreas de los potreros y la cantidad de animales varían de acuerdo con las condiciones topográficas y de manejo de cada finca; sin embargo el criterio del área disponible para pastoreo por animal por día influye sobre el aprovechamiento de la pastura lo

cual se evidenció con el pasto estrella africana al mostrar un valor superior en más de 10 puntos porcentuales respecto a los pastos kikuyo y ryegrass. Salazar (2007) obtuvo un aprovechamiento de 43% en pasto estrella africana en San Carlos, valor cercano al obtenido en el presente estudio para el mismo pasto; éste a su vez es cercano al valor obtenido por Villalobos y Sánchez (2010a) en pasto ryegrass de la zona alta de Cartago con 44,82% pero superior al obtenido en el presente estudio. Andrade (2006) indica que con el pasto kikuyo se aprovecha el 21% de la materia seca disponible, dicho valor es inferior al encontrado en el presente estudio.

Cuadro 2. Indicadores de eficiencia del pastoreo en las fincas evaluadas con base en la especie de pasto utilizada.

Indicador	Estrella africana	Kikuyo	Ryegrass	Promedio
Área de los potreros (m ²)	1797	1152	1891	1498
Presión de pastoreo (animales.potrero ⁻¹)	47	37	57	45
Área de pastoreo diaria (m ² .animal ⁻¹)	40	56	90	60
Aprovechamiento (%)	44,96	31,95	34,15	35,75
Consumo diario de pasto (kg.vaca ⁻¹ de MS)	5,13	4,07	3,78	4,26
Consumo de suplementos (kg.vaca ⁻¹ de MS)	7,57	9,60	7,39	8,54
Producción láctea promedio (kg.vaca ⁻¹)	17,8	19,3	25,8	20,5
Producción anual láctea (kg.ha ⁻¹ pastoreo)	85397	84875	42271	74355

Por medio del aprovechamiento en el potrero y las áreas medidas en cada muestreo, se estimó el consumo de materia seca del pasto de piso por animal por día y con la recolección de información sobre las raciones de los animales en producción se estimó el consumo de materia seca de suplementos (Cuadro 2). La relación forraje:concentrado (F:C) de las fincas evaluadas fue en promedio 33:67, el pasto estrella africana mostró una relación F:C mayor (40:60), el ryegrass un valor intermedio (34:66) y el kikuyo un valor menor (30:70); es importante resaltar el hecho de que la relación F:C es menor a lo esperado bajo un sistema de pastoreo rotacional. Kargar et ál. (2010) al utilizar 2 relaciones forraje:concentrado (34:66 y 45:55) encontraron que el consumo de materia seca total de los animales se ve afectado al ofrecer una ración total mezclada y la actividad

de rumia se ve modificada, al ser mayor el consumo de materia seca total, en dietas con baja relación F:C tal como lo indican también Weiss y Pinos-Rodriguez (2009).

El consumo fue mayor en el pasto estrella africana con 5,13 kg.vaca⁻¹ de MS, dicho valor es menor al estimado por Salazar (2007) para el mismo pasto con 11,95 kg.vaca⁻¹ de MS en una finca de San Carlos con prácticas de alimentación constantes durante la investigación, dicha situación ocurrió igualmente con el pasto ryegrass perenne al compararlo con lo mencionado por Villalobos (2006) con 10,46 contra 3,78 kg.vaca⁻¹ de MS. El pasto kikuyo tuvo un consumo de 4,07 kg.vaca⁻¹ de MS, valor cercano al estimado por Andrade (2006) para la época lluviosa de un año de evaluación con 4,90 kg.vaca⁻¹ de MS mientras que en las épocas semiseca y lluviosa de otro año

menciona consumos de 9,2 y 8,75 kg.vaca⁻¹ de MS respectivamente.

La producción individual fue variable entre fincas y entre épocas del año, principalmente debido a cambios en las raciones con base en la disponibilidad de subproductos o fuentes forrajeras de menor calidad; asimismo, como se observa en el Cuadro 2, no existe una relación directa entre la cantidad de suplementos ofrecidos y la producción láctea ya que dichos materiales pueden tener composición nutricional variable y la calidad nutricional del pasto de piso influye sobre la capacidad de producción láctea.

La producción láctea por hectárea de pastoreo al año mostró valores similares para los pastos estrella africana y kikuyo, dichos valores fueron más del doble que los del pasto ryegrass; lo cual puede deberse a que los 2 primeros pueden rotarse más veces durante el año y su forma de crecimiento (estolones y raíces profundas) les permite soportar una carga animal mayor (Cook

et ál. 2005). El pasto ryegrass tiene una forma de crecimiento en cepas que lo hace más susceptible al pisoteo y a la erosión bajo condiciones de alta precipitación (Oregon State University 1999), esto se evidenció igualmente con el área de pastoreo disponible por vacas en las fincas, que llegó a ser el doble de las encontradas en pasto estrella africana (Cuadro 2).

Costos de producción

En el Cuadro 3 se encuentra la información económica obtenida de los 3 pastos de piso evaluados en el presente estudio, la clasificación se realizó con base en el costo anual en mano de obra, insumos aplicados y el costo de la tierra. El nivel tecnológico utilizado por cada finca en el manejo de sus pasturas de piso se ve reflejado principalmente en los rubros de mano de obra e insumos; el costo de la tierra es muy estándar según lo encontrado en las 8 fincas.

Cuadro 3. Costos anuales de producción de pastos de piso en las fincas evaluadas con base en la especie de pasto utilizada.

Rubro	Estrella africana	Kikuyo	Ryegrass	Promedio
Mano de obra (colones.ha ⁻¹)	79374	91558	27239	72433
Insumos (colones.ha ⁻¹)	398387	596169	427337	504515
Costo de la tierra (colones.ha ⁻¹)	32234	14289	14229	18760
Costo total (colones.ha ⁻¹)	509995	702016	468806	595708
Costo del kg MS producido (colones)	14,6	17,8	16,3	16,6
Costo del kg MS consumido (colones)	31,7	53,9	47,6	44,4
Costo del kg PC producido (colones)	103,0	143,4	114,8	126,1
Costo del kg PC consumido (colones)	223,3	434,3	335,1	356,8

TC 1\$=¢504 (BCCR 2011).

La mano de obra destinada a labores de mantenimiento de las pasturas de piso mostró un valor anual promedio de 72.433 colones.ha⁻¹ al presentar un rango de 64.339 colones entre el monto mayor (kikuyo) y el menor (ryegrass) (Cuadro 3). Los insumos utilizados en el suelo y en los pastos, es el rubro de mayor importancia dentro de la estructura de

costos de producción de pastos de piso con un valor anual promedio de 505.515 colones.ha⁻¹ y un rango de 197.782 colones.ha⁻¹; dicho monto representa alrededor del 85% de los costos anuales de producción de pastos en las fincas evaluadas. Con base en la información analizada se encontró que algunas de las fincas cuyos potreros tienen un tamaño promedio

menor que la mayoría, invierten más en insumos para sus potreros; esto puede deberse a que muchas de ellas han aumentado el tamaño de su hato en producción con la misma área

destinada a pastoreo, viéndose obligados a invertir más en sus pasturas con el objetivo primordial de mantener una carga animal estable durante el año (Figura 4).



Fig. 4. Tamaño promedio de los potreros e inversión en insumos en las fincas evaluadas.

Tozer et ál. (2003) evaluaron 3 diferentes sistemas de alimentación en ganado de leche: pastoreo, pastoreo mixto (semiconfinamiento) y confinamiento total (uso de ración totalmente mezclada; RTM) y encontraron que los costos de mano de obra diaria para cada uno fueron \$0,15; \$0,20 y \$0,29 vaca⁻¹; maquinaria \$0,03; \$0,13 y \$0,21 vaca⁻¹ y manejo de excretas \$0; \$0,12 y \$0,24 vaca⁻¹ respectivamente.

La inversión anual total en pasturas de piso utilizadas en lecherías de Costa Rica mostró un valor promedio de 595.708 colones.ha⁻¹, con pasto kikuyo en el que los productores invierten más cada año, seguido del pasto estrella africana y por último el ryegrass perenne; el monto de la inversión anual de sus fincas para el mantenimiento de cultivos forrajeros es una forma de medir el desempeño en fincas en comparación con otros rubros de importancia en la estructura de costos total (alimentos balanceados principalmente) que pueden llegar a comprometer la productividad láctea de las fincas. La Figura 5

muestra la inversión anual realizada por las fincas en el mantenimiento de sus pasturas de piso y su respuesta productiva, a pesar de tratarse de pocas fincas se mostró una tendencia ($R^2=0,6625$) a que las fincas en donde se invierte más, obtienen un mayor retorno en kg leche.ha⁻¹. Tozer et ál. (2003) encontraron que por cada 100 kg de leche, se obtiene un ingreso neto mayor en sistemas en pastoreo, seguido de sistemas de semiconfinamiento y por último el confinamiento total.

El costo promedio del kg de MS producido en pastos de piso fue de 16,6 colones y los montos para las especies de pasto evaluadas fueron muy cercanos. Por medio del aprovechamiento porcentual estimado en las pasturas evaluadas, se obtuvo el costo del kg de MS consumido por los animales mostrando un valor promedio de 44,4 colones.kg⁻¹ de MS (Cuadro 3). Tozer et ál. (2003) mencionan haber utilizado un costo de pasto de piso de \$0,0528.kg⁻¹ de MS, equivalente a 26,4 colones.kg⁻¹ de MS (Banco Central de Costa Rica 2011) e indican la importancia de considerar los

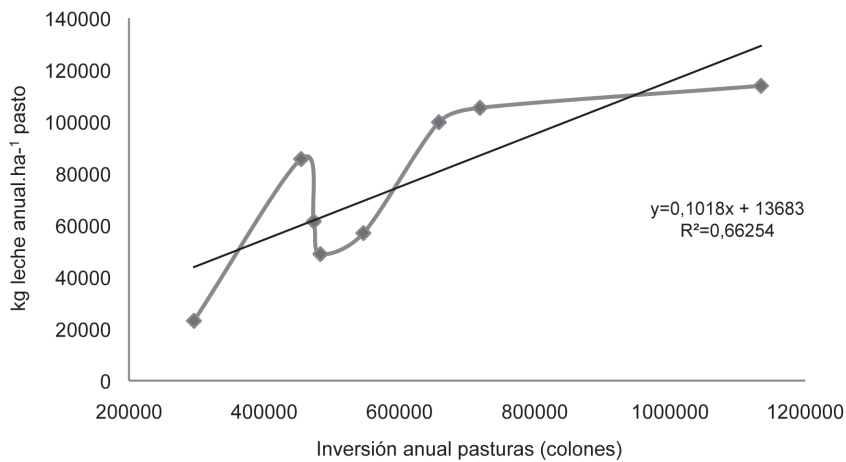


Fig. 5. Inversión anual total por hectárea y producción láctea con base en las áreas de pastoreo de producción en las fincas evaluadas.

costos de establecimiento y mantenimiento en pasturas de piso pues de otra forma se podría sobrestimar los retornos netos de los sistemas productivos lácteos basados en pasturas.

Debido a que los animales en pastoreo aprovechan parcialmente la biomasa disponible, el costo del kg de MS consumido varía de acuerdo con aprovechamiento que los animales hagan de las pasturas; de esta forma los pastos kikuyo y ryegrass tuvieron un costo equivalente a 3 veces su costo de producción ya que el aprovechamiento fue de 31,95 y 34,15% respectivamente. El pasto estrella africana consumido tuvo un costo cercano al doble de su costo de producción ya que su aprovechamiento de 44,96%. Esto coincide con lo mencionado por Tozer et ál. (2004) en pastos de piso cuyo costo era \$0,0482.kg⁻¹ de MS (24,29 colones.kg⁻¹ de MS) producido y con base en la eficiencia en la cosecha se obtuvo costos de \$0,0777.kg⁻¹ de MS (39,16 colones.kg⁻¹ de MS) y \$01148.kg⁻¹ MS (57,85 colones.kg⁻¹ de MS) para sistemas con baja y alta disponibilidad cuyos aprovechamientos fueron 62 y 42% respectivamente.

De acuerdo con Tauer y Mishra (2006) los sistemas de pastoreo pueden reducir los costos en

\$2,43.100 kg⁻¹ de leche sin embargo la eficiencia se reduce en \$1,98.100 kg⁻¹ de leche que da una reducción neta de \$0,45.100 kg⁻¹ de leche. Por su parte Dong et ál. (2007) estimaron los costos de producción de diversos sistemas de pastoreo compuestos de especies forrajeras anuales, perennes y nativas y encontraron una gran variación en los costos de producción debida a las diferencias en su potencial genético para producción, persistencia de la pastura, manejo y prácticas de cosecha. Asimismo Tozer et ál. (2003) mencionan que las diferencias entre un sistema de pastoreo y uno con mayor grado de intensificación en la producción de leche (semiconfinamiento y confinamiento total) son marginales debido a que se produce más leche y sus componentes pero al mismo tiempo se incurre en un nivel de costos de alimentación más alto con \$1,94.vaca⁻¹ (pasto y concentrado), \$2,70.vaca⁻¹ (pasto y RTM) y \$3,42.vaca⁻¹ (RTM).

El costo del kg de PC producido fue en promedio 126,1 colones, en el pasto kikuyo, seguido del ryegrass y el costo menor se mostró en el pasto estrella africana (Cuadro 3). De acuerdo con Schwab et ál. (2003) los componentes de la PC pueden provenir de diversas fuentes y su valor nutricional en los alimentos se describe

mejor por medio del grado de degradación y su composición por fracciones de proteína degradable y no degradable en rumen. El contenido de PC en los pastos debe ser una guía sobre la cual se escoja la fuente de suplementación más adecuada tanto a los requerimientos del ganado lechero como al precio de mercado sobre el cual se basa un costo de oportunidad para las fincas ser más rentables (NRC 2001). Al igual que sucedió con el costo del kg de MS consumido, el costo del kg de PC consumido se incrementa en relación con el aprovechamiento que los animales hagan del pasto en los potreros; esto quiere decir que conforme mayor sea el consumo en los potreros, menor será el costo del material consumido. Se debe tener presente que el aprovechamiento de las pasturas puede aumentarse en busca de tener un impacto en los costos de producción totales de la finca al aumentar la carga animal sin que esto vaya en detrimento de la productividad por animal y que la productividad por área sea adecuada a la carga animal utilizada (Vibart et ál. 2012).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las 3 especies de pasto en este estudio mostraron características productivas particulares que deben ser evaluadas bajo las condiciones climatológicas de cada finca al considerar la respuesta productiva por medio de la capacidad de carga y la productividad a lo largo del año. Cada finca debe implementar estrategias para el manejo de sus pasturas para aprovechar la biomasa disponible en épocas de excedentes que puede realizarse por medio de conservación (ensilaje o henilaje), modificación en la carga animal o en el tamaño de los potreros.

La relación entre la capacidad de carga de las pasturas y el aprovechamiento que se haga de las mismas, se ve afectada por el área disponible para pastoreo por animal por día y este a su vez tiene un efecto directo sobre la producción láctea expresada como los kilogramos de leche producidos con base en el área de pasto de la finca.

La extracción de nitrógeno con base en el contenido de PC en las pasturas por medio de la

cosecha de planta entera, mostró valores diferentes a los utilizados por las fincas en sus programas de fertilización nitrogenada; asimismo se considera que existen muchos otros factores que pueden afectar la precisión de dicha estimación tal como el reciclaje de nutrientes proveniente de las boñigas y del material senescente y su incorporación en el suelo.

La relación F:C mostró un consumo mayor de suplementos que de pastos de piso en las fincas evaluadas, esto puede ir en detrimento del consumo de MS en los potreros por el efecto de sustitución; asimismo en las fincas debe evaluarse dicha relación para evitar la presencia de problemas metabólicos por dietas con un alto porcentaje de materiales altamente degradables en rumen.

Los insumos agrícolas utilizados en las pasturas de piso representaron el rubro con mayor peso dentro de la estructura de costos de producción de pastos de piso en lecherías y las fincas con áreas de pastoreo pequeñas invierten montos mayores para soportar cargas animales altas. Las fincas con los montos de inversión mayores en pasturas, fueron las de mayor producción láctea con base en el área de pastoreo por lo que se consideran más eficientes en el uso del recurso suelo.

El costo del kg de MS producido no mostró diferencias grandes entre las 3 especies de pastos evaluadas, sin embargo el costo del kg de MS consumido se ve afectado por el aprovechamiento de las pasturas en las fincas en donde el aprovechamiento fue mayor, condujo a que sus costos se diluyeran y en fincas donde el aprovechamiento es menor los costos se concentraron pues los animales consumen menos MS en los potreros. La optimización en el aprovechamiento de las pasturas es fundamental para que cada finca pueda implementar las prácticas de manejo que diluyan los costos de producción; para esto se debe tomar en cuenta la especie de pasto utilizada y su capacidad de carga para no afectar su capacidad de rebrote y persistencia. El costo del kg de PC mantuvo la misma tendencia que el kg de MS pues el aprovechamiento de las pasturas indica al mismo tiempo la eficiencia en el uso de dicho recurso por los animales y su efecto económico, a pesar de no ser tangible para el productor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento por la colaboración brindada a 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 colaboración brindada durante 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. 225 p.
- ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA. 1997. Ley 7509 Impuesto sobre bienes inmuebles. San José, Costa Rica. 17 p.
- ASSOCIATION OF AGRICULTURAL CHEMISTS. 1990. Official methods of analysis. 15 ed. Washington, D.C. 1008 p.
- 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 5/9/2012 en http://www.bccr.fi.cr/indicadores_economicos_/Tipos_cambio.html
- BERTSCH F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- COOK B.G., PENGELLY B.C., BROWN S.D., DONNELLY J.L., EAGLES D.A., FRANCO M.A., HANSON J., MULLEN B.F., PARTRIDGE I.J., PETERS M. AND SCHULTZE-KRAFT R. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. [CD-ROM], CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.
- DIAZ C., WINGCHING R., ROSALES R. 2009. Factibilidad del establecimiento de un sistema de producción de engorde de búfalos en pastoreo. *Agronomía Costarricense* 33(2):183-191.
- DONG S.K., KANG M.Y., JUN X.J., LONG R.J., HU Z.Z. 2007. Economic comparison of forage production from annual crops, perennial pasture and native grassland in the alpine region of the Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Grass and Forage Science* 62:405-415.
- GLOY B.A., TAUER L.W., KNOBLAUCH W. 2002. Profitability of Grazing Versus mechanical forage harvesting on New York Dairy Farms. *Journal of Dairy Science* 85:2215-2222.
- HARGRAVES J.N.G., KERR J.D. 1978. Botanal: a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. II. Computational package. Division of Tropical Crops and Pastures, Tropical Agronomy, CSIRO, Australia. Technical Memorandum N° 9.
- JANZEN D.H. 1991. Historia Natural de Costa Rica. 1ª ed. Editorial de la UCR, San José, Costa Rica. 822 p.
- KARGAR K., KOORVASH G.R., ALIKHANI M., YANG W.Z. 2010. Short communication: Effects of dietary fat supplements and forage:concentrate ratio on feed intake, feeding, and chewing behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93:4297-4201.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. Ed. Washington, D.C. National Academy Press. 381 p.
- OREGON STATE UNIVERSITY. 1999. Brochure: Perennial Ryegrass. Oregon Ryegrass Growers Seed Commission. Consultado el 10/08/2012 en www.ryegrass.com
- SALAZAR S. 2007. Disponibilidad de biomasa y valor nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en el distrito de Quesada, cantón de San Carlos. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 96 p.
- SCHWAB C. G., TYLUTKI T. P., ORDWAY R. S., SHEAFFER C., STERN M.D. 2003. Characterization of proteins in Feeds. *Journal of Dairy Science* 86:(E. Suppl.):E88-E103.
- TAUER L.W., MISHRA A.K. 2006. Dairy Farm Cost Efficiency. *Journal of Dairy Science* 89:4937-4943.
- TOZER P.R., BARGO F., MULLER L.D. 2004. The Effect of Pasture Allowance and Supplementation on Feed Efficiency and Profitability of Dairy Systems. *Journal of Dairy Science* 87:2902-2911.
- TOZER P.R., BARGO F., MULLER L.D. 2003. Economic Analyses of Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science* 86:808-818.
- VIBART R.E., WASHBURN S.P., GREEN J.T., BENSON G.A., WILLIAMS C.M., PACHECO D., LOPEZ N. 2012. Effects of feeding strategy on milk production, reproduction, pasture utilization, and economics of autumn-calving dairy cows in eastern North Carolina. *Journal of Dairy Science* 95:997-1010.
- VILLALOBOS L. 2006. Disponibilidad y valor nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) en las zonas altas de Costa Rica. Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 140 p.
- VILLALOBOS L. 2012. Fenología, producción y valor nutritivo del pasto alpiste (*Phalaris arundinacea*) en la zona alta lechera de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 36(1):25-37.
- VILLALOBOS L., RIVERA L. 2012. Análisis financiero para la implementación de un sistema estabulado

- en una finca de ganado de leche en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 36(2):91-102.
- VILLALOBOS L., SÁNCHEZ J. 2010a. Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología. *Agronomía Costarricense* 34(1):31-42.
- VILLALOBOS L., SÁNCHEZ J. 2010b. Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense* 34(1):43-52.
- WEISS W.P., PINOS M.P. 2009. Production responses of dairy cows when fed supplemental fat in low- and high-forage diets. *Journal of Dairy Science* 92:6144-6155.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr

