

## Aporte energético de especies forrajeras para producción de ganado bovino de doble propósito

Solís Lucas, L.A.; Meneses, G. y Villacrés, J.

Universidad Estatal Península de Sant Elena. Ecuador.

### RESUMEN

La ganadería en las zonas semiáridas como la provincia de Santa Elena tiene un manejo ancestral con carencias en la nutrición de los animales, lo que afecta económicamente a los pequeños tenedores o productores ganaderos, especialmente en la época seca. Este tipo de producción, no se lo considera un negocio con rentabilidad, sino como una actividad de subsistencia. Los problemas en la alimentación y un manejo incipiente de los animales impiden tener ganancias de peso para carne o producir más leche. La presente investigación planteó como objetivo predecir la producción diaria de carne y leche en bovinos a partir de estimaciones energéticas de especies forrajeras utilizando fórmulas matemáticas, para estimar la cantidad necesaria de forraje fresco (kg) que se necesita para cubrir los requerimientos energéticos totales del animal. Los resultados del análisis bromatológico en las condiciones específicas de la provincia de Santa Elena determinaron a la especie arbórea *Caesalpinia glabata* con el mayor % de materia seca y, a *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera* con los valores más altos de proteína. El valor energético calculado para *Moringa oleifera*, *Leucaena leucocephala* y *Caesalpinia glabata* presentó a la moringa como la especie que mayor valor energético aporta a los bovinos. Las estimaciones energéticas mostraron que el FF y MS producen en los bovinos, para *Moringa oleifera* la mayor cantidad de kg/carne/día y mayor cantidad l/leche/día. La especie *Caesalpinia glabata* demostró ser la especie forrajera con mayor rendimiento y carga animal en unidades bovinas adultas por hectárea.

### Energy contribution of forage species for the production of dual-purpose cattle

### SUMMARY

Livestock in semi-arid areas such as the province of Santa Elena has ancestral management with deficiencies in animal nutrition, which economically affects small farmers or livestock producers, especially in the dry season. This type of production is not considered a profitable business, but rather as a subsistence activity. Feeding problems and incipient handling of the animals prevent them from gaining weight for meat or producing more milk. The objective of this research was to predict the daily production of meat and milk in cattle from energy estimates of forage species using mathematical formulas, to estimate the necessary amount of fresh forage (kg) that is needed to cover the total energy requirements of the animal. The results of the bromatological analysis in the specific conditions of the province of Santa Elena determined the tree species *Caesalpinia glabata* with the highest % of dry matter, *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* with the highest protein values. The energy value calculated for *Moringa oleifera*, *Leucaena leucocephala* and *Caesalpinia glabata* presented moringa as the species that contributes the highest energy value to cattle. The energy estimates that fresh forage and dry matter produce in cattle, for *Moringa oleifera*, the highest amount of kg/meat/day and the highest amount of l/ milk/day. The *Caesalpinia glabata* species proved to be the forage species with the highest yield and animal load in adult bovine units per hectare.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Biomasa.  
Capacidad de carga.  
Estimaciones energéticas.  
Formulas matemáticas.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Fresh biomass.  
Loading capacity.  
Energetics estimations.  
Mathematical formulas.

### INFORMATION

Cronología del artículo.  
Recibido/Received: 05.10.2021  
Aceptado/Accepted: 15.02.2022  
On-line: 15.04.2022  
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:  
solisluara@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La ganadería en las zonas semiáridas como en la provincia de Santa Elena (Ecuador) tiene un manejo ancestral que a los pequeños productores ganaderos solo les sirve para cubrir las necesidades básicas en cierta época del año (Solís et al., 2020, p. 84). Esta realidad de la producción ganadera no le permite ser considerada como un negocio, si no como una actividad de subsistencia, cuyo principal problema es la alimentación de los animales. Sin embargo, la produc-

ción de los animales se puede incrementar aplicando tecnologías basadas en la alimentación y la cantidad que estos consumen utilizando especies arbóreas o arbustivas forrajeras adaptadas a las zonas donde la producción de pasto es muy difícil de mantener por las escasas precipitaciones. El uso de especies arbóreas como fuente de forraje, principalmente leguminosas (García, 2008, p.10) con alto contenido nutritivo puede llegar a cubrir los requerimientos nutricionales de los animales y con ello aumentar la producción de carne y leche, especialmente en las zonas del trópico, donde

la producción varía con relación a las zonas de clima templado, por la diferencia del contenido de proteínas y energía digestible que poseen los pastos que los animales consumen (Acosta, 2004, p. 67). La provincia de Santa Elena alberga especies arbóreas nativas como la *Caesalpinia glabrata* y especies introducidas como *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera* que son aprovechadas en el pastoreo por los animales como los bovinos y caprinos, en la época de mayor sequía (Solís et al., 2020, p. 130-132).

Para que un bovino produzca 1 kg de carne necesita de energía, lo que significa que el desgaste energético del animal afecta gravemente la producción de carne o de leche (Mitre, 2015, p. 2). En zonas donde existen largas épocas de sequía y un pasto de baja calidad, la pérdida energética aumenta (Di Marco, 1998, p. 2-4).

Para optimizar los recursos en la alimentación de los animales existen métodos que permiten predecir la producción, a través de cálculos matemáticos, como las estimaciones en la producción de carne y leche en bovinos a partir de predicciones del aporte energético de especies forrajeras, que se basan específicamente en la energía que los forrajes presentan y su aporte a los bovinos al consumirlas (Cerdas, 2012, p. 128). La bromatología de los forrajes y datos del animal permiten calcular la cantidad de carne y leche que puede producir al día un bovino si se alimenta con determinadas especies forrajeras (Castellaro et al. 2007, p. 164) types of beef cattle, stocking densities, supplementation strategies and input prices. This model was structured based on a program, whose main module drives management input and generates result files. The dynamic section uses biological subroutines to solve equations simulating biological processes, the most important being the metabolizable energy intake and liveweight change. Pasture growth and nutritive value were simulated empirically from the interpolation of monthly data of pasture growth and digestibility of different pasture types. The model also calculates processes related to pasture management, forage conservation and bioeconomic aspects. The physical grazing experiment, carried out during the 1979-1980 seasons was utilized to validate the animal subsystem, A coefficient of determination higher than 95% was obtained when simulated and real values measured in the respective experiments were correlated by regression analysis, verifying the non existence of bias in the estimations. The root mean square error (RMSE).

De igual forma, mediante ensayos de digestibilidad se puede determinar el contenido energético de cada uno de los ingredientes de una dieta, pero son muy laboriosos y costosos (Posada, 2012). Por lo que, con datos obtenidos en laboratorio y una exhaustiva revisión bibliográfica se puede emplear la metodología que utiliza técnicas químicas y modelos matemáticos para estimar valores energéticos de las dietas como una alternativa económica y ágil de realizar. Conocer la bromatología del alimento permite calcular la energía metabolizable cuando se utiliza las ecuaciones apropiadas.

En este ensayo se someten a la especie leguminosa arbórea nativa de Santa Elena *Caesalpinia glabrata* (cas-

col) y a las especies introducidas *Leucaena leucocephala* (leucaena) y *Moringa oleífera* (moringa) a un monitoreo en campo y al respectivo análisis bromatológico para conocer la composición química que permita estimar el aporte energético de cada una y predecir el aporte productivo diario de la inclusión de estas especies en la dieta del ganado bovino, tanto de leche como de carne; de igual forma calcular la cantidad de biomasa por ha de cada especie forrajera y la carga animal que estas pueden soportar. La información generada es una posible opción a la que pueden recurrir los pequeños ganaderos al momento de considerar el forraje con la que alimentan a sus animales en las épocas de mayor sequía y en las zonas semiáridas secas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Santa Elena es una provincia de Ecuador localizada en la costa ecuatoriana que ha sido dividida en tres zonas climáticas: megatérmica tropical semiarida, megatérmica tropical seca y megatérmica tropical semihúmeda (IEE, 2012); las dos primeras son las más representativas de la provincia donde se ubicaron las especies utilizadas en los cálculos del estudio. El material genético de las especies forrajeras ya establecidas *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera* y fueron recolectados para el análisis, en el Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, con temperaturas promedios de 25 °C, precipitaciones anuales no mayores a 100 mm y humedad relativa del 80 %; y la especie *Caesalpinia glabrata* se recolectó en las instalaciones del campus de la Universidad Estatal Península de Santa Elena ubicada en el cantón, La Libertad, cuyas precipitaciones no superan los 0.2 mm/mes en los primeros meses del año, humedad relativa del 80% y temperatura ambiental que fluctúa entre 21 a 24.5 °C.

Las especies en estudio presentan las siguientes características:

*Caesalpinia glabrata* es un árbol, que se localiza en los bosques secos publiestacional de Ecuador como la provincia de Santa Elena (Aguirre, 2012, p. 27), con altura que puede llegar hasta los 12 m, fuste irregular o cilíndrico, corteza color verde oscura, lisa y con machas, cuyo fruto es una legumbre. La madera tiene diferentes usos como carbón y leña, pero también las hojas, flores y frutos sirven como forraje para el ganado caprino y bovino (Romero-Saritama et al., 2016, p. 91).

*Leucaena leucocephala* es una especie introducida y cultivada, de follaje caducifolio, con una altura de hasta 8 m de altura y DAP de 10 cm. El fruto es una legumbre (vaina) de 5-6 cm de longitud (Aguirre, 2012, p. 121). La madera es utilizada para leña, postes y cercas. La corteza, hojas, flores y frutos sirven como forraje para el ganado (Valverde, 1998, p. 191).

*Moringa oleífera* es un árbol originario de los Himalayas, pero ha sido introducido en diferentes lugares del mundo entre ellos Ecuador. Algunas características incluyen el crecimiento acelerado, su capacidad de resistencia a la sequía y el potencial agronómico, árbol cultivable en regiones áridas y semiáridas) y una excelente calidad nutricional, por lo que se la utiliza como

forraje, además de una alta productividad de materia verde (Sánchez, 2013, p. 26; Ramírez, 2017, p, 23).

A las especies en estudio se les efectuó el manejo agronómico correspondiente y una poda de igualación; se las monitoreó y de acuerdo a la capacidad de crecimiento del rebrote, se realizó la defoliación de los árboles (ramas y hojas) a los 60 días, para calcular la cantidad de biomasa que generarían en un año (kg/ha). De la biomasa se tomaron muestras de 1 kg de cada una de las especies y se enviaron al laboratorio para la estimación del valor nutricional (Análisis Proximal) en cuanto a proteína, fibra, extracto etéreo, humedad y ceniza. Con los resultados, mediante el uso de fórmulas matemáticas y de otras investigaciones relacionadas, se estimaron los valores de la energía contenida y el aporte que estas proveían al animal al consumirlas: ELN (extracto libre de nitrógeno), NDT (nutrientes digestibles totales), ED (energía digestible), Em (energía metabolizable), ENm (energía neta de mantenimiento) ENg (energía neta de ganancia) y la ENL (energía neta de lactancia).

El modelamiento matemático para calcular las estimaciones energéticas se basó en la determinación de la energía que el bovino necesita para mantenerse vivo, ganar peso o producir leche, calculado por medio de fórmulas y ecuaciones matemáticas en hojas electrónicas de Excel. Las fórmulas utilizadas para calcular cada valor energético fueron tomadas de la NRC (National Reserch Council, US), las que, de acuerdo a la edad de los animales permiten predecir diariamente, el consumo de alimento en kg de un bovino, la ganancia de peso y la energía en Mcal/kg que necesita al día.

Los NDT fueron calculados a partir de los resultados de los análisis bromatológicos de las especies en estudio que fueron sometidas a la fórmula de Mc Dowell et al. (1974) y (García, 2008, p.14-27)

$$\text{NDT (\%MS)} = 92.464 - 3.338 * \%FC - 6.945 * \%EE - .762 * \%ELN + 1.115 * \%Pt + 0.031 * \%FC^2 + 0.133 * \%EE^2 + 0.036 * \%FC * \%ELN + 0.20 * \%EE * \%ELN + 0.1 * \%EE * \%Pt - 0.022 * \%EE^2 * \%Pt$$

A partir de los NDT para poligástricos, se calculó la energía digestible y la energía metabolizable de acuerdo a García (2008): ED (Mcal/Kg MS) = 0.04409 \* NDT (% MS)

Con el valor de la ED, se calculó la energía metabolizable: Em = ED \* 0.82

Con la energía metabolizable (Em) se estimó la cantidad de forraje que se necesita para producir carne y leche de bovinos en la provincia de Santa Elena.

Las fórmulas de estimaciones energéticas conjugan los valores nutricionales para predecir el potencial en energía metabolizable que proveen la moringa, leucaena y cascol para ser utilizado por el bovino; con este resultado se procedió al cálculo de la producción tanto de leche como para carne en bovinos.

Con el consumo diario de los bovinos y la producción anual de las especies forrajeras se calculó la carga animal que soportan en 1 ha de forraje, para producción de carne y leche.

La biomasa producida fue calculada considerando la densidad de siembra por m<sup>2</sup> de las especies en estudio (para cascol y leucaena 5 plantas y moringa 8) y el número de cortes anuales, que fueron deducidos de acuerdo al rebrote y crecimiento, considerando hojas y ramas. Para *Caesalpinia glabatra* se calcularon 5 cortes y seis para *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera*.

## RESULTADOS

### COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS *CAESALPINIA GLABATRA*, *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* Y *MORINGA OLEÍFERA*

Los resultados del análisis bromatológico muestran en la composición química, a la especie arborea *Caesalpinia glabatra* con el mayor % de materia seca; los valores más altos de proteína corresponden a *Leucaena leucocephala* y a la especie *Moringa oleífera*; a esta última también le corresponden el menor % de FB, FDN y FDA (**Tabla I**).

### VALORACIÓN ENERGÉTICA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS *MORINGA OLEÍFERA*, *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* Y *CAESALPINIA GLABATRA*

Los valores energéticos calculados a partir de la composición química de las especies forrajeras sometidas a fórmulas matemáticas, los detalla la **Tabla II**. Los valores más altos en cada uno de los parámetros calculados (NDT, ED, Em, ENm, ENg y ENI) correspondieron a la moringa, tanto para bovinos productores de carne como de leche.

### ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE FORRAJE (FF Y MS) QUE NECESITA UN BOVINO PARA PRODUCIR 1 KG DE CARNE Y PARA PRODUCIR 6 KG DE LECHE

La **Tabla III** explica el peso en kg, con el que las especies forrajeras estudiadas cubren las necesidades energéticas de un bovino de 400 y 500 kg de peso vivo, para la producción de 1 kg de carne y 6 litros de leche, respectivamente. Los cálculos muestran que la moringa es la especie que con la menor cantidad de FF y MS

Tabla I. Composición química de *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera*, % (Chemical composition of *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera*, %)

Especie forrajera	MS	Proteína	EE	Fibra	Ceniza	FDN	FDA	ELN
<i>Caesalpinia glabatra</i>	50,41	15,63	6,62	19,5	6,98	44,44	22,97	51,27
<i>Leucaena leucocephala</i>	32,76	24,72	5,17	24,3	7,71	58,54	30,01	38,10
<i>Moringa oleífera</i>	15,60	23,82	7,69	16,8	13,13	35,04	17,17	38,56

MS:materia seca; EE: extracto etéreo; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; ELN: extracto libre de nitrógeno

**Tabla II.** Valoración energética de las especies forrajeras *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera* (Energy estimation of the forage species *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleífera*).

Especies forrajeras	Propósito/ bovino	NDT	ED (Mcal/kg)	Em (Mcal/kg) MS	Em (Mcal/kg) FF	ENm (Mcal/kg)	ENg (Mcal/kg)	ENI (Mcal/kg)
<i>Caesalpinia glabatra</i>	Leche	55	2,41	1,98	0,46	3,37	0,57	1,22
	Carne	55	2,41	1,98	0,46	3,37	0,57	1,22
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leche	64	2,82	2,32	0,53	3,68	0,86	1,45
	Carne	64	2,82	2,32	0,53	3,68	0,86	1,45
<i>Moringa oleífera</i>	Leche	77	3,41	2,80	0,64	4,10	1,23	1,78
	Carne	77	3,41	2,80	0,64	4,10	1,23	1,78

NDT: nutrientes digestibles totales, ED: energía digestible, Em: energía metabolizable, ENm: energía neta de mantenimiento; ENg: energía neta de ganancia; ENI: energía neta de lactancia; MS: materia seca; FF: forraje fresco

**Tabla III.** Cantidad de forraje fresco y materia seca que necesita un bovino de 400 kg para ganar 1 kg de carne y una vaca de 500 kg para producir 6 kg de leche (Amount of fresh forage and dry matter that a 400 kg bovine needs to gain 1 kg of meat and a 500 kg cow to produce 6 kg of milk)

Especies forrajeras	Em/forraje (Mcal)	ET/animal /carne	FF	MS	ET/animal/leche	FF	MS
			kg	kg		kg	kg
<i>Caesalpinia glabatra</i>	1.98	11.46	25.16	5.79	14.2	31.18	7.17
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.32	11.46	21.51	4.95	14.2	26.66	6.13
<i>Moringa oleífera</i>	2.80	11.46	17.81	4.10	14.2	22.07	5.08

Em: Energía metabolizable; ET: Energía total; FF: forraje fresco, MS: materia seca

proveería a los bovinos de la energía metabolizable necesaria para producir mayor cantidad de carne y leche.

**CARNE Y LECHE PRODUCIDA POR LOS BOVINOS AL CONSUMIR EL PORCENTAJE DE FORRAJE PERMITIDO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS (FF Y MS)**

Los cálculos realizados utilizando únicamente el porcentaje permitido de cada una de las especies forrajeras estudiadas *Caesalpinia glabatra* (13,34%), *Leucaena leucocephala* (8,05%) y *Moringa oleífera* (16,85%) señalan, que la especie que permite mayor cantidad de ganancia de peso en kg/carne/día y l/leche/día correspondieron a la moringa, con la menor cantidad de forraje fresco y materia seca (Tabla IV).

**CARGA ANIMAL QUE SOPORTAN CAESALPINIA GLABATRA, LEUCAENA LEUCOCEPHALA Y MORINGA OLEÍFERA CALCULADOS EN UNA HECTÁREA (FF Y MS), PARA BOVINOS DE CARNE Y LECHE**

De acuerdo al monitoreo, se realizaron los diferentes cortes que permitieron calcular la biomasa anual por ha de cada una de las especies forrajeras en estudio. La Tabla V y VI presentan la produc-

ción anual de *Caesalpinia glabatra* (5 cortes), *Leucaena leucocephala* (6 cortes) y *Moringa oleífera* (6 cortes) en forraje fresco y materia seca. De igual forma presenta la carga animal anual que soporta una hectárea si se alimenta a los animales productores de carne y productores de leche, considerando y sin considerar el porcentaje permitido tanto de FF y MS.

De las tres especies estudiadas, la *Caesalpinia glabatra* soporta la mayor carga animal para producir carne y leche en relación a las otras especies arbóreas forrajeras.

Si bien los resultados muestran que el cascol soporta mayor carga animal, la *Moringa oleífera* produce mayor cantidad de carne y leche.

**DISCUSIÓN**

En concordancia con Cuervo et al. (2019, p. 91), la calidad nutricional de un forraje va en dependencia de la fisiología, morfología, especie, madurez, condiciones climáticas, tipo de suelo, manejo agronómico y principalmente el tiempo de corte, que influye de manera

**Tabla IV.** Carne y leche producida por los bovinos al consumir el forraje permitido de *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera* (Meat and milk produced by cattle when consuming the allowed forage, *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera*)

Especies forrajeras	Forraje permitido/día (%)	FF	MS	FF	MS
		kg/carne/día	kg/carne/día	l/leche/día	l/leche/día
<i>Caesalpinia glabatra</i>	13.34	0.21	0,28	1.15	0.66
<i>Leucaena leucocephala</i>	8.05	0.15	0,20	0.81	0.47
<i>Moringa oleífera</i>	16.86	0.38	0,49	2.05	1.18

FF: forraje fresco; MS: materia seca; kg: kilogramos; l: litros

**Tabla V.** Carga animal anual para ganado de carne en una hectárea de forraje fresco y materia seca (Animal annual load for beef cattle on a hectare of fresh forage and dry matter)

Especies Forrajeras	FF					MS				
	Producción anual/ha	Consumo bovino de 400 kg/año				Producción anual/ha	Consumo bovino de 400 kg/año			
		100%		% permitido			100%		% permitido	
		kg	kg/Pv	UBA	kgPv		UBA	kg	kgPv	UBA
<i>Caesalpinia glabatra</i>	267000	14600	18	1947.64	137	134000	4380	31	584.29	230
<i>Leucaena leucocephala</i>	105000	14600	7	1175.30	89	34000	4380	8	352.59	98
<i>Moringa oleífera</i>	66000	14600	5	2461.56	27	10000	4380	2	738.47	14

kgPv: kilogramo peso vivo; UBA: unidad bovina animal  
Consumo del 10% de forraje fresco para un bovino de 400 kg

significativa en la composición nutricional de la especie forrajera o pasto; un forraje de mayor edad disminuye el contenido de proteína y digestibilidad al elevar el contenido de lignina, celulosa, fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN).

En las condiciones de manejo para las especies forrajeras, en la provincia de Santa Elena, los análisis bromatológicos determinaron, para la *Moringa oleífera* (especie introducida) en relación a la proteína y extracto etéreo valores cercanos a los obtenidos por Gravito (2008) y Díaz et al. (2019, p. 32) que alcanzaron valores de PC del 25% y 26.9 %, respectivamente, EE 5,17%, aunque con una notable diferencia en la fibra (5.7). Para la leguminosa *Leucaena leucocephala*, los valores son similares a los reportados por García et al. (2008, p. 16). Para la especie *Caesalpinia glabatra*, los resultados son superiores a los reportados por Sánchez et al. (2004), en condiciones de bosques secos; es de acotar que pocos son los estudios relacionados con esta especie, algunos relacionados con la semilla (Romero-Saritamá et al., 2016, p. 89-101), por lo que los datos del presente ensayo serían uno de los primeros en relación a los componentes químicos de las hojas y ramas, que en PC está por encima del 15%, lo que indica que contiene un alto valor proteico.

Los valores de FDN encontrados para la moringa en el presente estudio están por debajo de los presentados por Navas-Panadero (2019, p. 215) que oscilan entre 59% para FDN y 33% para FDA, lo que sería una ventaja nutricional de aprovechamiento en la dieta de los bovinos.

Los niveles de producción de los animales, al consumir forraje de clima tropical son inferiores a los animales que consumen forrajes de clima templado, puesto que estos podrían utilizar especies mejoradas, mientras que en las zonas áridas del trópico durante el pastoreo consumen alimentos bajos en proteínas y nutrientes. El ganado bovino puede consumir varios tipos de alimentos sean de calidad o no como las gramíneas, pero en las dietas de los bovinos, lo que limita su efectividad es la energía que estos aportan y la capacidad del animal para extraerla. La energía contenida en el alimento se aloja en las proteínas, grasa y carbohidratos que este contenga y determina los requerimientos nutricionales aportando considerablemente a la condición corporal del animal (González, 2008). Los cálculos de energía muestran que la moringa obtuvo el más alto valor con 2.80 Mcal de Em, los cuales son superiores a los resultados obtenidos por Navas-Pandero (2019, p. 215) quien reportó valores de EM de 2.34 Mcal. Sin embargo, los obtenidos para *Leucaena* son similares y los de *Caesalpinia glabatra* son inferiores.

Los resultados sugieren que la especie con mayor conversión de EM sería la moringa, que permite tanto en forraje fresco como en materia seca obtener una mayor producción de carne y leche. Los datos fueron calculados tanto del consumo cada especie en estudio (*Moringa oleífera*, *Leucaena leucocephala* y *Caesalpinia glabatra*) para producir 1 kg de carne y 6 l de leche, como del porcentaje máximo permitido para los bovinos (Plascencia, 2016, p. 66).

Al respecto, Solorio y Solorio (2008 p, 26) indican que el uso de la especie *Leucaena leucocephala* en la alimentación del ganado bovino es muy común, pero hay

**Tabla VI.** Carga animal anual para ganado de leche en una hectárea de forraje fresco y materia seca de *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera* (Animal annual load for dairy cattle in one hectare of fresh forage and dry matter of *Caesalpinia glabatra*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera*)

Especie Forrajera	Producción anual/ha kg	FF				Producción anual/ha kg	MS			
		Consumo bovino de 500 kg					Consumo bovino de 500 kg			
		100%		% permitido			100%		% permitido	
		kg Pv	UBA	kg Pv	UBA		kg Pv	UBA	kg Pv	UBA
<i>Caesalpinia glabatra</i>	267000	9398.75	28	1253.79	213	134000	3759.5	36	501.52	268
<i>Leucaena leucocephala</i>	105000	9398.75	11	756.60	139	34000	3759.5	9	302.64	114
<i>Moringa oleífera</i>	66000	9398.75	7	1584.63	42	10000	3759.5	3	633.85	16

que tener precauciones al ser suministrada a los animales por el alto contenido de mimosina (aminoácido tóxico) que puede causar intoxicación en los animales al ser consumido en cantidades que excedan el 30 % en base seca.

Alimentar al animal con 100 % leguminosa podría causar complicaciones en su organismo. Cada especie de leguminosa puede ser consumida en cierta medida, lo que está determinada por el valor de la FDN. Del total de la ración diaria, la *Moringa oleifera* puede ser consumido hasta un 16.86 %, la *Leucaena leucocephala* un 8.05 % y el cascol 13.34 %.

Es importante tomar en cuenta el período de lactancia de las vacas, la energía que cada una de las especies vegetales posee para determinar con más precisión la cantidad de alimento necesario para cubrir con las necesidades energéticas, mantener vivo al animal y producir leche (Cerdas, 2013, 130-131).

Los rendimientos de biomasa de las especies forrajeras, también se ven afectados por una serie de factores, principalmente, distancias de siembra, frecuencia de corte, altura de corte (Navas-Pandero, 2019, p. 213). Lo mencionado anteriormente se aplica a las especies en estudios, en los se obtuvieron rendimientos de FF para *Leucaena leucocephala* de 17.5 t/corte/ha, valores por encima acorde a lo que manifiesta Román et al (2018, p. 45) al indicar rendimientos 6 a 10 t/ha evaluado en época seca y lluviosa y con diferentes cortes, corroborando que los períodos de corte influyen en cualquier especie, coincidiendo con González et al. (2003) al obtener una mayor cantidad de biomasa al mayor intervalo de corte. Para *Moringa oleifera* se obtuvieron rendimientos de 11 t/corte/ha, los que están próximos a las 12 t/ha reportados por Navas-Pandero (2019, p. 213). Para *Caesalpinia Glabatra* son pocos los estudios relacionadas para conocer el rendimiento de esta especie nativa de Ecuador, aunque los valores calculados en el presente estudio de acuerdo a González (2018, p. 32) son similares a los de *Caesalpinia coraria* que produce entre 30 y 50 kg/planta.

La carga animal, de acuerdo a Pinto y Lerdon (2020, p. 76), es el resultado de la división entre la cantidad de animales que pastorean una superficie y la disponibilidad de alimento que esa superficie puede proporcionar, sin afectar su productividad de forraje, lo que está determinado por las condiciones climáticas de las zonas.

Con respecto a la cantidad de animales que puede soportar una hectárea (ha) de forraje, en las zonas áridas o semiáridas va a depender de la cantidad de biomasa a disposición. En los sistemas de producción del trópico se suelen utilizar pasturas que manifiestan un gran rendimiento, pero por causa de las bajas precipitaciones, no se llega a completar lo requerido por los animales (Rojas-Schoeder, 2017, p.364), por lo que las especies forrajeras arbustivas o arbóreas, como la *Caesalpinia Glabatra*, se convierte en una especie con rendimientos potenciales para las zonas semiáridas como Santa Elena, seguidas del género *Leucaena* y de la especie introducida, moringa.

## CONCLUSIÓN

Los resultados del análisis bromatológico en las condiciones específicas de la provincia de Santa Elena determinaron a la especie arbórea *Caesalpinia glabatra* con el mayor % de materia seca y a *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera* con los valores más altos de proteína. El valor energético calculado de cada especie forrajera señala a la *Moringa oleifera* con 2.80, a *Leucaena leucocephala* con 2.32 y *Caesalpinia glabatra* con 1.98 Mcal de energía metabolizable, presentando a la moringa como la especie con el forraje que mayor valor energético aporta a los bovinos. Los datos de obtenidos a través de las estimaciones energéticas mostraron que en forraje fresco y materia seca la producción de carne, para *Moringa oleifera* de 0.38 y 0.49 kg/carne/día; *Leucaena leucocephala* con 0.15 y 0.20 kg/carne/día y *Caesalpinia Glabatra* con 0.21 y 0,28 kg/carne/día. Con respecto a la producción de leche, *Moringa oleifera* produce 2,05 y 1.181/leche/día; *Leucaena Leucocephala* 0.47 l/leche/día y *Caesalpinia glabatra* produce 1,15 y 0.66 l/leche/día. De acuerdo a los cálculos, *Caesalpinia glabatra* demostró ser la especie forrajera con mayor rendimiento que puede soportar una mayor carga animal en unidades bovinas adultas por hectárea, tanto para carne como para leche, en comparación con *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Y 2004, 'Estimadores de valor nutritivo para producción de leche. Guía para la alimentación de rumiantes. Serie Técnica No. 142, p.69-78
- Aguirre, Z 2012, 'Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización', Proyecto manejo forestal sostenible ante el cambio climático, MAE/FAO - Finlandia. Quito, Ecuador, p. 140.
- Ayala, BA, Capetillo, LC, Cetina, GR, Zapata, CC y Sandoval CC 2006, 'Composición Química-Nutricional de Árboles Forrajeros', Compilación de Análisis del Laboratorio de Nutrición Animal, [https://www.researchgate.net/publication/277141987\\_Composicion\\_Quimica-Nutricional\\_de\\_Arboles\\_Forrajeros/stats](https://www.researchgate.net/publication/277141987_Composicion_Quimica-Nutricional_de_Arboles_Forrajeros/stats)
- Castellaro, G, Klee, G y Chavarría, J 2007, 'Un Modelo de simulación de sistemas de engorda de bovinos a pastoreo', Agricultura Técnica, 67, 163-172, <https://doi.org/10.4067/S0365-28072007000200006>
- Cerdas, R, 2013 'Formulación de raciones para carne y leche. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica, InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, vol. XIV, núm. 29, p. 128-153.
- Di Marco, O 1998, 'Gasto energético de los vacunos en pastoreo, Oeste Ganadero, 1(1):22-24. Trabajo presentado en Congreso AAPA, 1998, Paisandú, Uruguay Sitio Argentino de Producción Animal, p. 1- 4
- Cuervo, WA, Santacoloma VLE, Barreto de Escovar, L 2019, 'Análisis histórico de la composición química de forrajes tropicales en Colombia entre 1985 y 2015, I - Gramíneas Forrajeras, Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 10, p. 89-113. <https://doi.org/10.22490/21456453.2415>
- Díaz-Fuentes, VH, Ruiz-Cruz, PA, Gálvez-Marroquín, LA, Martínez-Valencia, BB, Nájera-Domínguez, W 2019 'Nutritional composition in leaves of 20 genotypes of *Moringa oleifera* Lam. Agroproductividad, 12, 29-34. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i9.1141>
- IEE y MAGAP/CGSIN 2012, 'Clima e Hidrología, en: Memoria Técnica Cantón Santa Elena. Generación de Geoinformación para gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000'.

- García, D, Wencomo, H, González, M, Medina M, Cova, L y Spengler, I 2008, 'Evaluación de diecinueve accesiones de *Leucaena leucocephala* basada en la calidad nutritiva del forraje'
- González, I, Faría-Mármol, J, Morillo, D, Mavarez, O, Noguera, N y Fuenmayor, E 2003, 'Efecto de frecuencias de riego y corte sobre el rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. Revista de la Facultad de Agronomía, 20(3), 364-375. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182003000300010](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000300010)
- González, P 2018, 'Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable' Colima, México: Sistema Editorial Electrónico PRED.
- Martín, C, Martín, G, García, A, Fernández, T, Hernández E, y Puls, J 2013, 'Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*, Una revisión Crítica, Pastos y Forrajes, Vol. 36, No. 2, 137-149.
- McDowell, LR, Conrad, JH, Thomas, JE y Harris, LE 1974, 'Latin American Tables of Feed Composition' USA: University of Florida Dept of Animal Science
- Mitre, D, 2015, 'Implementación de un sistema de pastoreo rotacional intensivo con suplementación de precisión para la producción de leche con vacas Jersey, Zamorano', Honduras, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.
- Navas-Panadero, A 2019, 'Bancos forrajeros de *Moringa oleifera*, en condiciones de bosque húmedo tropical, Revista: Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20(2), p. 207-218.
- Pinto, RC y Lerdon, FJ 2020, 'Análisis del punto de equilibrio del efectivo de un sistema de producción bovina en el Departamento del Beni, Bolivia', Archivos de Zootecnia, Vol. 70, núm. 269, p. 79.
- Plascencia, A, Mendoza, GD, Hernández, G 2016, 'Forrajes en corrales de engorda' en Recomendaciones prácticas del uso de forraje en dietas de finalización, Universidad Autónoma Metropolitana, Segunda edición, 67 p.
- Posada, SO, Rosero, R, Rodríguez, N, Costa, AC 2012 'Comparación de métodos para la determinación del valor energético de alimentos para rumiantes' Rev. MVZ Córdoba 17(3):3184-3192.
- Rojas y Schroeder, LS 2017, 'Utilización del follaje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swarth) en la alimentación animal, Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 20, no. 3, pp. 363-371.
- Román, M, Palma, J, Zorrilla, J y Mora, A 2016, 'Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* y vegetación herbácea en un banco de proteína pastoreada por ovinos', Revista de Sistemas Experimentales, Vol, 3 no. 6, p. 42-50.
- Romero-Saritama, JM, Orellana-Armijos, VB, Balseca-Ruiz, MJ 2016, 'Morphology, imbibition and germination of *Caesalpinia glabrata* Kunth (Fabaceae) seeds distributed in a tropical dry forest, Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas, vol. XV, no. 2, pp. 89-101.
- Sánchez, O, Aguirre, Z, Merino, B 2004, 'Caracterización de la vegetación forrajera en los bosques secos de Macará y Zapotillo en la provincia de Loja, en el periodo seco y lluvioso.
- Sánchez-Peña, YA, Martínez-Avila, GCG, Sinagawa-García, SR, Vázquez-Rodríguez, JA 2013, *Moringa oleifera*: Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, Volumen 5, no. 9, p. 25-30.
- Solís-Lucas, L, Lanari MA y Oyarzabal, MI 2020 'Tipificación Integral de Sistemas Caprinos de la Provincia de Santa Elena, Ecuador', La Granja: Revista de Ciencias de la Vida 31(1) 2020:82-95. Link: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/31.2020.06>
- Solís-Lucas, L, Lanari MA y Oyarzabal, MI 2019 'Indicadores reproductivos en sistemas productivos caprinos del cantón Santa Elena, Ecuador', Revista UTCiencia Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo. 6(2):126-136. Link: <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/266>
- Solorio, F y Solorio, B 2008, "*Leucaena leucocephala* (Guaje). Una opción forrajera en los sistemas de producción animal en el trópico", Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*, 1-39.
- Valverde, F 1998, 'Plantas útiles del Litoral Ecuatoriano. Ministerio del Ambiente-ECORAE-Eco Ciencia. Guayaquil, Ecuador, 191 p.