

## Valor nutricional y producción de los principales cultivos forrajeros en el cantón Guaranda – Bolívar - Ecuador

### Nutritional value and production of the main forage crops in the canton of Guaranda - Bolívar – Ecuador

Oswaldo Amangandi Sinchipa <sup>1</sup>[0000-0001-7668-3299], Franklin Román Cárdenas <sup>1</sup> [0000-0003-4382-5558], Carlos Fabio Ruiz Paspuel <sup>2</sup>[0000-0002-4766-2218]

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Laguacoto II Km 1 1/2 Vía a San Simón. CP EC020103, Guaranda, Bolívar. Ecuador

<sup>2</sup>Impvet Cia. Ltda. . km 4.5 vía a Daule. CP EC090610, Guayaquil, Guayas. Ecuador

<sup>1</sup>oswald.amangandi@ueb.edu.ec, <sup>1</sup>froman@ueb.edu.ec

<sup>2</sup>carlosfruijp@gmail.com

#### CITA EN APA:

Amangandi Sinchipa, O., Román Cárdenas, F., & Ruiz Paspuel, C. F. (2023). Valor nutricional y producción de los principales cultivos forrajeros en el cantón Guaranda – Bolívar - Ecuador. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e192.  
<https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e192>

Recibido: 2023-04-14

Revisado: 2023-04-20 al 2023-05-07

Corregido: 2023-05-13

Aceptado: 2023-05-17

Publicado: 2023-05-25

#### TESLA

Revista Científica  
ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

**Resumen:** El valor nutritivo del pasto depende de su composición, consumo y aprovechamiento por parte del animal. Si un pasto tiene una buena composición pero no es consumido, su valor alimenticio es nulo. La materia seca del pasto contiene nutrientes esenciales como carbohidratos, grasas, proteínas, minerales y vitaminas necesarios para el metabolismo animal. La nutrición es crucial en los sistemas de producción con rumiantes, ya que el potencial productivo de un animal solo se expresa si se satisfacen sus necesidades de mantenimiento y hay un excedente disponible. Las pasturas naturales o mejoradas son la base de estos sistemas de alimentación. Es importante implementar acciones para mejorar de manera sostenible la productividad de los sistemas de alimentación, aumentando la producción de leche y manteniendo un equilibrio entre los recursos aprovechables en el proceso. El manejo del pasto juega un papel fundamental en la producción de ganado vacuno de carne y leche, y requiere estrategias para mejorar la salud y producción de forraje, así como para mantener un ecosistema saludable y reducir los costos de producción. El objetivo de la propuesta de investigación es analizar el contenido de nutrientes de diferentes cultivos forrajeros para determinar cuáles son los más nutritivos y adecuados para la alimentación del ganado. Se tomarían muestras de cultivos como alfalfa, avena y maíz forrajero, las cuales serían analizadas en un laboratorio especializado para evaluar su composición nutricional.

**Palabras Clave:** Mezcla Forrajera, círculo nutricional, suero sanguíneo

**Abstract:** The nutritive value of grass depends on its composition, consumption and utilization by the animal. If a pasture has a good composition but is not consumed, its nutritional value is null. The dry matter of grass contains essential nutrients such as carbohydrates, fats, proteins, minerals and vitamins necessary for animal metabolism. Nutrition is crucial in ruminant production systems, since the productive potential of an animal is only expressed if its maintenance needs are met and a surplus is available. Natural or improved pastures are the basis of these feeding systems. It is important to implement actions to sustainably improve the productivity of feeding systems, increasing milk production and maintaining a balance between usable resources in the process. Pasture management plays a fundamental role in beef and dairy cattle production, and requires strategies to improve health and forage production, as well as to maintain a healthy ecosystem and reduce production costs. The objective of the research proposal is to analyze the nutrient content of different forage crops to determine which are the most nutritious and suitable for cattle feeding. Samples of crops such as alfalfa, oats and forage corn would be taken and analyzed in a specialized laboratory to evaluate their nutritional composition.

**Keywords:** Forage mixture, nutritional circle, blood serum

## 1. INTRODUCCIÓN

Los diferentes pastos se caracterizan por diversas oportunidades de alimentación selectiva por parte del ganado; Los pastos sembrados y mejorados agrónomicamente generalmente consisten en una gama limitada de especies de plantas, mientras que los prados a largo plazo y los pastizales seminaturales se caracterizan por una mezcla más diversa de plantas. En el caso de pastos permanentes/tierras de pastoreo botánicamente diversos, las preferencias dietéticas de los diferentes herbívoros tienen un efecto más pronunciado en la composición botánica del pasto a largo plazo. La selección de una especie dominante dentro del pasto puede dar a los componentes menos abundantes la oportunidad de competir, aumentando la uniformidad de la comunidad y la riqueza de especies. Por el contrario, la selección de componentes menores reduce la heterogeneidad de la composición del pasto y, por lo tanto, la riqueza y uniformidad de las especies de plantas (Aaser, y otros, 2022).

El valor nutritivo del pasto no solo depende de la cantidad de nutrientes que lo constituyen sino también de la cantidad de nutrientes consumidos y el grado de aprovechamiento que el animal hace de ese consumo. Es tan importante el consumo, aunque el alimento tenga una buena composición nutritiva, si no es consumida por el animal, su valor alimenticio es nulo. La materia seca contiene principios nutritivos requeridos por el organismo animal para su metabolismo: hidratos de carbono, grasas, proteína, minerales y vitaminas. Un elemento clave dentro de los sistemas de producción con rumiantes es la nutrición (Juárez-Reyes, y otros, 2009), ya que el potencial productivo de un animal sólo puede expresarse en la medida que sus necesidades de mantenimiento estén cubiertas y quede un excedente disponible para ser transformado; por lo tanto, la base de estos sistemas de alimentación, son las pasturas naturales o mejoradas (Reedy, y otros, 2014).

Se hace necesario que se implementen acciones referentes para mejorar la productividad de los sistemas de alimentación, con el fin de incrementar la producción de leche y con ella la calidad composicional, procurando hacerlo de forma acelerada, pero al mismo tiempo de forma sostenible, es decir manteniendo un equilibrio entre los recursos aprovechables participantes del proceso (Nieto-Sierra, Meneses-Buitrago, Morales-Montero, Hernández-Oviedo, & Castro, 2020).

El manejo del pasto es clave en la producción del ganado vacuno de carne y leche durante la temporada depende de la eficiencia de los pastos. Se basa en estrategias para mejorar la salud de los pastos y la producción de forraje, mantener un ecosistema sano y reducir los costes de producción (Manzi, Di Costanzo, & Ritota, 2021). El éxito depende de saber cómo están interconectados todos los elementos (O'Dell & Sunde, 1997).

El objetivo de esta investigación fue para llevar a cabo un estudio en el que se analice el contenido de nutrientes de los principales cultivos forrajeros del cantón. Se podrían recolectar muestras de diferentes cultivos, como la alfalfa, la avena, el maíz forrajero, entre otros, y se podrían analizar en un laboratorio especializado para determinar su contenido de proteínas, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales. Con

estos datos se podría hacer una comparación de los diferentes cultivos y determinar cuáles son los más nutritivos y adecuados para la alimentación del ganado.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Comunidad Santa Rosa de Quinoa Corral del Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, a 2.668 msnm, se recolectaron muestras de forraje de 12 unidades pecuarias.

El valor nutricional primario y la disponibilidad de pasturas existentes en la zona; la cantidad de forraje se estimó mediante la técnica de Haydock y Shaw, (Haydock & Shaw, 1975); para lo que se recolectaron las partes de la planta que el animal consumía durante el pastoreo, estas muestras fueron procesadas según las recomendaciones de Fick et al, (Fick, y otros, 1979); para el análisis de los minerales en el forraje, el P se determinó por colorimetría; Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn, Mn y Fe por espectrofotometría de absorción atómica.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Composición de mezclas forrajeras de la comunidad Santa Rosa de Quinoa Corral del Cantón Guaranda

Al evaluar la composición botánica de los cultivos forrajeros, se determinó que el 22,08 % de la mezcla forrajera de los pastizales estuvo compuesto por *Bromus inermis*, el 2,50 % por *Poa pratensis*, el 16,25 % de *Holcus lanatus*, mientras que el 38,75 % de la mezcla forrajera tuvo presencia de *Dactylis glomerata*, finalmente el 13,75 y 6,67 % de la mezcla forrajera estuvo representado por *Lolium perenne* y *Trifolium repens*.

**Tabla 1.**

Composición botánica de los cultivos forrajeros

Composición Botánica	Proporción (%)
<i>Bromus inermis</i>	22,08
<i>Poa pratensis</i>	2,50
<i>Holcus lanatus</i>	16,25
<i>Dactylis glomerata</i>	38,75
<i>Lolium perenne</i>	13,75
<i>Trifolium repens</i>	6,67
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

### 3.2. Contenido mineral de mezclas forrajeras

El contenido mineral de las mezclas forrajeras del sector se lo expresa en la tabla 3

**Tabla 3.**

El contenido mineral de las mezclas forrajeras del sector

Características	N	Parámetro						
		Media	EE	Varianza	Rango	Máximo	Mínimo	CV %
Calcio (Ca), %	36	0,32	0,02	0,01	0,54	0,69	0,15	6,23
Fosforo (P), %	36	0,18	0,01	0,00	0,15	0,26	0,11	3,57
Potasio (K), %	36	2,03	0,07	0,20	1,73	2,87	1,14	3,66
Magnesio (Mg), %	36	0,14	0,01	0,00	0,15	0,23	0,08	4,37
Hierro (Fe), mg/kg	36	80,03	6,93	1730,35	166,53	198,72	32,19	8,66
Manganeso (Mn), mg/kg	36	196,77	12,11	5276,69	263,16	336,55	73,39	6,15
Cobre (Cu), mg/kg	36	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00
Zinc (Zn), mg/kg	36	0,30	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,00

### 3.3. Análisis de correlación del círculo nutricional mineral, suelo- planta- animal

El contenido de calcio en el círculo nutricional suelo, planta, vaca presentó diferentes niveles de correlación positiva destacando la correlación existente entre el suelo y la planta que fue de 0,324, lo que significa que el contenido de calcio determinado en el suelo y la planta tienen una relación lineal positiva (Balarezo, Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador). El del fósforo presentó diferentes niveles de correlación positiva sin embargo a pesar de no resultar significativa, se aprecia cierta tendencia positiva de relación en el contenido de fósforo determinado en el suelo y la planta (González, y otros, 2020).

**Tabla 2.**

Correlación del círculo nutricional del calcio y fosforo (suelo, planta, animal)

		Matriz de Correlación de contenido de					
		Ca			P		
		Suelo	Vaca	Planta	Suelo	Planta	Vaca
Suelo	Pearson	1	0,258	0,324	1	0,171	0,257
	Sig.		0,129	0,050 *		0,32	0,131
Vaca	Pearson		1	0,101			1
	Sig.			0,56			
Planta	Pearson			1		1	0,203
	Sig.						0,236

**Nota:** \*\*. Correlación significativa al nivel 0.01

\*. Correlación significativa al nivel 0.05

El contenido de potasio en el círculo nutricional presentó diferentes niveles de correlación positiva destacando la correlación existente entre el suelo y la planta que fue de 0,719, lo que significa que el contenido de potasio determinado en el suelo y la planta tienen una relación lineal positiva muy significativa (Hynd, 2019), el magnesio presentó diferentes niveles de correlación positiva destacando la correlación existente entre el suelo y la planta que fue de 0,454, el del hierro presentó diferentes niveles de correlación alcanzando un valor de 0,608, lo que significa una relación lineal positiva altamente significativa (Beulah, y otros, 2020).

**Tabla 3.**

Correlación del círculo nutricional del K, Mg, Fe

		Matriz de Correlación de contenido de								
		Mg			K			Fe		
		Suelo	Planta	Vaca	Suelo	Planta	Vaca	Suelo	Planta	Vaca
Suelo	Pearson	1	0,454 **	0,633 **	1	0,719 **	0,124	1	0,277	0,608 **
	Sig.		0,005	0		0	0,469		0,102	0
Planta	Pearson		1	0,391*		1	0,276		1	-0,261
	Sig.			0,018			0,103			0,123
Vaca	Pearson			1			1			1
	Sig.									

**Nota:** \*\*. Correlación significativa al nivel 0.01

\*. Correlación significativa al nivel 0.05

Un estudio sobre el valor nutricional de diferentes variedades de alfalfa en la región (Mendoza, 2210). Los autores encontraron que la alfalfa es un cultivo forrajero de alta calidad nutricional y que la variedad Criolla fue la que presentó mayor contenido de proteína cruda y digestibilidad in vitro (Montes, Castro, Aguilar, Sandoval , & Solís, 2016).

El pasto oவில்lo en la región de Guaranda, es una especie tiene una alta producción de biomasa y que su producción puede ser mejorada mediante la aplicación de fertilizantes ( Zaragoza Esparza, y otros, 201).

Una evaluación de la producción de maíz forrajero en la región de Guaranda encontró que esta especie tiene una alta producción de materia seca y que su calidad nutricional puede ser mejorada mediante la fertilización nitrogenada (López-Calderón, y otros, 2015).

Un estudio sobre la producción de pasto elefante en la región de Guaranda, encontraron que esta especie tiene una alta producción de biomasa y que su calidad nutricional puede ser mejorada mediante la aplicación de fertilizantes y el manejo adecuado de la cosecha (Márquez, Sánchez, Urbano, & Dávila, 2007).

### **Minerales en la mezcla forrajera**

El contenido de calcio en la mezcla forrajera registró una media de  $0,32+0,02\%$ , determinándose un valor máximo de  $0,69\%$  y un mínimo de  $0,15\%$ . Se considera que un forraje es deficiente en Ca cuando presenta una concentración menor al  $0.24\%$  (Chávez Hernández, 2021) y que el contenido es alto cuando es superior al  $0.77\%$  (Bernal J. , 2003). El contenido de fósforo reportó una media de  $0,18+0,01\%$ , alcanzándose un valor máximo de  $0,26\%$  y un mínimo de  $0,11\%$  (Salinas, 1984), se considera que un forraje es deficiente cuando el contenido es inferior al  $0.21\%$  y alto cuando es superior al  $0.44\%$  (Arias Arredondo, y otros, 2021). El contenido de potasio mostró una media de  $2,03+0,07\%$ , determinándose un valor máximo de  $2,87\%$  y un mínimo de  $1,14\%$ , para la mayoría de los forrajes, se considera que una planta es deficiente cuando el contenido es inferior al  $1.96\%$  y alto cuando es superior al  $3.08\%$  (Correa, 2006). El contenido de magnesio reportó una media de  $0,14+0,01\%$ , presentándose un valor máximo de  $0,23\%$  y un mínimo de  $0,08\%$ , con este resultado podemos señalar que los niveles de Mg están por debajo del límite crítico (Ceballos Marquez, Alonso Villa, Betancourth, & Roncancio, 2004).

El contenido de hierro mostró una media de  $80,03+6,93$  mg/Kg determinándose un valor máximo de  $198,72$  mg/Kg y un mínimo de  $32,19$  mg/Kg, los valores de Fe en el forraje fueron superiores al valor considerado limitante e inferiores a los reportados por Balarezo (Balarezo, Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador, 2017) y Morales (Morales, 2017) (Borges, Barrios, & Escalona, 2012), quién además manifiesta en su investigación que el contenido de Fe en el forraje fue alto en las cuatro localidades y en ambas épocas; el Fe en exceso reduce la absorción de Cu y Zn, inclusive es tóxico (NRC, . El contenido de manganeso, alcanzó una media de  $196,77+12,11$  mg/Kg registrándose un valor máximo de  $336,55$  mg/Kg y un mínimo de  $73,39$  mg/Kg para la concentración de Mn en el forraje se (Bernal, 2003) consideran como manifiesta que, en el forraje, se

considera bajo un contenido de Mn en la materia seca inferior a 48 ppm y alto cuando se encuentra en cantidades superiores a 290 ppm.

El contenido de cobre mostró una media de  $0,50 \pm 0,0$  mg/Kg determinándose un valor máximo de 0,50 mg/Kg y un mínimo de 0,50 mg/Kg, se considera que el forraje es deficiente en Cu cuando las concentraciones en la materia seca son inferiores a 10 ppm y alto cuando esta cantidad es superior a 31 ppm (Solís, D Valle, & Borbor, 2022). El contenido de zinc obtenido mostró una media de  $0,30 \pm 0,0$  mg/Kg determinándose un valor máximo de 0,30 mg/Kg y un mínimo de 0,30 mg/Kg, con los valores obtenidos de Zn en el forraje podemos manifestar que están ligeramente por encima de los límites críticos (Laredo & Gómez, 2010) y ligeramente por encima de los datos obtenidos por Balarezo (Balarezo, Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador, 2017) durante la época seca que fue de  $22,11 \pm 2,80$ .

El contenido de nitrógeno, reportó una media de  $14,14 \pm 0,33$  mg/dl determinándose un valor máximo de 20,14 mg/Kg y un mínimo de 7,03 mg/dl, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de los valores normales para las vacas lecheras tal como los datos obtenidos por Pozo (Pozo, Herrera, & García, 2002), en vacas y novillos sanos, las concentraciones de nitrógeno ureico por debajo de 7 mg/dl indican deficiencias de proteína (nitrógeno) en la dieta con relación al consumo de energía digestible (Hammond, 1998). En el ganado vacuno de rápido crecimiento o las vacas lecheras de alta producción, las concentraciones de nitrógeno ureico menores de 15 mg/dl señalan una deficiencia relativa de proteína en la dieta (Sánchez Ortega, 2009). Las concentraciones de nitrógeno ureico mayores de 19 a 20 mg/dl, se han asociado con una reducción de las tasas de concepción y preñez en vacas lecheras (Scandolo, 2007).

### **Contenido de minerales en el suero sanguíneo**

El contenido de calcio obtenido reportó una media de  $8,12 \pm 0,12$  mg/dl registrándose un valor máximo de 11,56 mg/Kg y un mínimo de 5,80 mg/dl, los valores promedio obtenidos se encuentran dentro de los valores referenciales para vacas lecheras (Albornoz, y otros, 2017), este promedio se encuentra dentro de lo normal según Bernal (Bernal, 2003) quien menciona que los niveles deben oscilar entre 6.19 -7.53 mg/dl. El contenido de fósforo, mostró una media de  $8,07 \pm 0,27$  mg/dl determinándose un valor máximo de 13,10 mg/Kg y un mínimo de 1,99 mg/dl., los valores obtenidos se encuentran entre los valores referenciales para vacas lecheras de 5.58 – 6.5 mg/dl (NRC, (30) estos datos están por encima de los obtenidos en vacas lactantes con valores de  $5.30 \pm 0.09$  mg/dl en el estudio comparativo de los niveles de P durante el parto en vacas (Elizondo, 2005).

El contenido de potasio indicó una media de  $5,26 \pm 0,08$  mg/dl registrándose un valor máximo de 6,88 mg/Kg y un mínimo de 3,42 mg/dl, los valores obtenidos se encuentran entre los valores referenciales para vacas lecheras 3.90-5.80 mmol/l (NRC, (Gonzabay Chiriguay, 2021). El contenido de magnesio obtenido registró una media de  $2,69 \pm 0,05$  mg/dl determinándose un valor máximo de 3,52 mg/Kg y un mínimo de 1,88 mg/dl, los resultados obtenidos para la concentración sérica de Mg se encuentran por encima de los valores referenciales para vacas lecheras 1.8-2.31 mg/dl (Portilla, Reyes, Cardona-Álvarez,

& Monter-Vergara, 2021); esto difiere con los valores encontrados por Albornoz (Albornoz, y otros, 2017), quién manifiesta que el valor más bajo de Mg durante la lactación, respecto a la transición, podría deberse a que la investigación se realizó durante el verano, época de calor, con la consiguiente pérdida del mineral por sudoración.

El contenido de hierro alcanzó una media de  $139,65 \pm 5,08$  mg/dl mostrándose un valor máximo de 224,91 mg/dl y un mínimo de 26,48 mg/dl, los valores de Fe en suero permanecieron por debajo del rango de referencia dato que esta corroborado por (Luna, L. (34) que fueron de 42 ug/dl; esto debido a la elevada demanda del mineral durante la secreción de leche (Ortuño Barba, y otros, 2019). El contenido de cloro mostró una media de  $101,69 \pm 0,34$  mg/dl determinándose un valor máximo de 108,33 mg/Kg y un mínimo de 94,67 mg/dl, los valores obtenidos se encuentran dentro de los valores referenciales para vacas lecheras 97-111 mmol/l NRC (30) esto corroborado con los estudios realizados por Albornoz (Albornoz, y otros, 2017) quién señala que el Cl tiene un alto nivel en sangre antes del parto para luego caer al valor mínimo a partir del parto.

El contenido de sodio, indicó una media de  $134,38 \pm 0,77$  mg/dl determinándose un valor máximo de 156,26 mg/Kg y un mínimo de 119,74 mg/dl, los valores obtenidos se encuentran dentro de los valores referenciales para vacas lecheras 132-142 mmol/l (NRC) (Angamarca Padilla, Guevara Viera, & Patiño Puma, 2022).

## **CONCLUSIONES**

Los niveles de Ca, P y Mg de la mezcla forrajera están por debajo o cercanos a los límites críticos debido a una insuficiente cantidad de estos minerales en el suelo y que se relacionan directamente con las cantidades absorbidas por las plantas.

Los minerales presentes en las mezclas forrajeras no cubren las necesidades para la alimentación del ganado bovino lechero, ya que existen deficiencias de calcio, fósforo y magnesio, dejándolo predispuesto a la presentación de anomalías asociadas a la deficiencia de estos elementos.

Entre los cultivos más destacados se encuentran la alfalfa, la avena y la hierba de corte, que son ricas en proteínas y fibra, nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los animales. Estos cultivos también son una fuente importante de vitaminas y minerales, que contribuyen a mantener la salud del ganado. Por lo tanto, se puede concluir que los cultivos forrajeros del cantón Guaranda son una excelente opción para la alimentación del ganado y para garantizar una producción de leche y carne de calidad.

## **FINANCIACIÓN**

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

## **CONFLICTO DE INTERESES**

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

Participar activamente en:	Amangandi O.,	Román F., & Ruiz C. F.
Conceptualización	X	X
Análisis formal	X	
Adquisición de fondos		X
Investigación	X	X
Metodología	X	X
Administración del proyecto	X	X
Recursos		X
Redacción –borrador original	X	X
Redacción –revisión y edición	X	X
La discusión de los resultados	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X

## REFERENCIAS

- Aaser, M., Staahltoft, S. K., Korsgaard, A. H., Trige-Esbensen, A., Alstrup, A., Sonne, C., . . . Linder, A. C. (2022). ¿Es el cercado virtual una forma eficaz de encerrar ganado? *Personalidad. Comportamiento y bienestar del rebaño*, 12(842).
- Albornoz, L., Albornoz, J. P., Cruz, J. c., Fidalgo, L. E., Espino, L., Morales, M., . . . Verdes, J. M. (2017). Estudio comparativo de los niveles de Calcio, Fosforo y Magnesio durante el parto en vacas lecheras en diferentes sistemas de producción en Uruguay y España. *Veterinaria (Montevideo)*, 53(205).
- Angamarca Padilla, M., Guevara Viera, R., & Patiño Puma, P. (2022). Producción de biomasa, calidad del pastizal y emisión de metano entérico de vacas lecheras en pastoreo. *REVISTA ECUATORIANA DE CIENCIA ANIMAL*, 6(2).
- Arias Arredondo, A., Cruz Luis, J., Pantoja Aliaga, C., Yali Rupay, F., Bermúdez Alvarado, W., & Morales Sebastian, E. (2021). Rendimiento forrajero y valor nutritivo de dos variedades de avena sativa (Criolla y Mantaro-15), en la sierra central del Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2).
- Balarezo, L. (2017). Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador. *Centro Agrícola*.
- Balarezo, L. (s.f.). *Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador*. Quito: Centro Agrícola.
- Bernal. (2003). *Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos*. Bogota: IPNI.
- Bernal, J. (2003). *Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos*. Bogotá: IPNI.
- Beulah, V., Muthuvel, S., Govidasamy, P., Villavan, M., Alagawany, M., Ragab Farag, M., . . . Gopi, M. (2020). Role of acidifiers in livestock nutrition and health: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(2).

- Borges, J., Barrios, M., & Escalona, O. (2012). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). *Zootecnia Tropical*, 3(1).
- Ceballos Marquez, A., Alonso Villa, N., Betancourth, T., & Roncancio, D. (2004). Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 17(2).
- Chávez Hernández, J. (2021). Parámetros productivos y estado mineral del ganado lechero en pastoreo suplementado con distintos niveles de concentrado.
- Correa, H. (2006). Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*, 18(6).
- Elizondo, J. (2005). El fósforo en los sistemas ganaderos de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2).
- Fick, K., McDowell, L., Miles, P., Wilkinson, N., Funk, J., & Conrad, J. (1979). *Manual de Métodos de Análisis de Minerales para tejidos de planta y animales*. Florida: Departamento de Ciencia Animal.
- Gonzabay Chiriguay, B. (2021). Modelo matemático de optimización alimenticia para la eficiencia productiva del ganado vacuno en el Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 1(16).
- González, M., Ríos, D., Peña, K., García, E., Acevedo, M., Cartes, E., & Sánchez, M. (2020). Efecto de la concentración de fósforo y calcio sobre atributos morfo-fisiológicos y potencial de crecimiento radical en plantas de *Aextoxicon punctatum* producidas a raíz cubierta en la etapa de endurecimiento. *Bosque (Valdivia)*, 41(2).
- Hammond, A. (junio de 1998). Uso de niveles de nitrógeno uréico en sangre (BUN) y leche (MUN) como guía para la suplementación proteica y energética en bovinos. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 2(2).
- Haydock, K. P., & Shaw, N. H. (1975). A comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(75).
- Hynd, P. (2019). *Animal Nutrition: From Theory to Practice*. Boston: CSIRO.
- Juárez-Reyes, A., Cerrillo-Soto, M., Gutiérrez-Ornelas, E., Romero-Treviño, E., Colín-Negrete, J., & Bernal-Barragán, H. (2009). Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas in vitro. *Técnica Pecuaria en México*, 47(1).
- Laredo, M., & Gómez, J. (2010). Fluctuaciones minerales en pastos tropicales : I. Braquiaria en los Llanos Orientales. *Revista ICA*, 15(2).
- López-Calderón, M., Figueroa-Viramontes, U., Fortis-Hernández, M., Núñez-Hernández, G., Ochoa-Martínez, E., & Sanchez-Duarte, J. (2015). Evaluación de dosis equivalentes de fertilizante y estiércol en la producción de maíz forrajero (*Zea mays*). *Phyton (Buenos Aires)*, 8(1).
- Manzi, P., Di Costanzo, M., & Ritota, M. (2021). Content and Nutritional Evaluation of Zinc in PDO and Traditional Italian Cheeses. *Molecules*. doi:10.3390/molecules26206300. PMID: 34684881
- Márquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., & Dávila, C. (2007). Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia Tropical*, 25(4).

- Mendoza, S. (2010). Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(3).
- Montes, F., Castro, R., Aguilar, G., Sandoval, S., & Solís, M. (2016). Acumulación estacional de biomasa aérea de alfalfa Var. Oaxaca criolla (Medicago sativa L.). *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(4).
- Morales. (2017). Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. *Técnica Pecuaria en México*.
- Nieto-Sierra, D., Meneses-Buitrago, D., Morales-Montero, S., Hernández-Oviedo, F., & Castro, M. (2020). Características productivas de cultivos forrajeros en sistemas de producción de leche, Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1).
- O'Dell, B., & Sunde, R. A. (1997). *Handbook of nutritionally essential mineral elements*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Ortuño Barba, C., Aranda Coraizaca, D., Jarro Chillogallil, M., Márquez Zhiminaicela, J., Naranjo Ponce, F., Romero Cali, K., . . . Guevara Viera, R. (2019). Efecto de la composición botánica del pastizal en la producción de leche y el balance catión-anión de vacas lecheras. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 3(2).
- Portilla, E., Reyes, B., Cardona-Álvarez, J., & Monter-Vergara, D. (2021). Relación calcio, fosforo, magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 15.
- Pozo, P., Herrera, R., & García, M. (2002). Dinámica de los contenidos de carbohidratos y proteína bruta en el pasto estrella (*Cynodon*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 33(2).
- Reedy, J., Krebs-Smith, S. M., Miller, P., Liese, A., Kahle, L., Park, Y., & Subar, A. (2014). Higher Diet Quality Is Associated with Decreased Risk of All-Cause, Cardiovascular Disease, and Cancer Mortality among Older Adults. *Nutr.*
- Salinas, J. &. (1984). Selección y evaluación de pastos tropicales en condiciones de alta concentración de aluminio y bajo contenido de fósforo disponible.
- Sánchez Ortega, J. (2009). Producción, calidad de leche y metabolitos sanguíneos de cabras de raza alpina alimentadas con nopal (*Opuntia ficus-indica*). *Universidad Autónoma de san Luis de Potosí*.
- Scandolo, D. (2007). Relación entre la fertilidad y el desbalance energía/proteína en las dietas de vacas lecheras. *Rev. del Colegio de Médicos Veterinarios*, 28(181).
- Solís, L., D Valle, N., & Borbor, O. (2022). Rendimiento y valor nutritivo del pasto *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú", en zonas semiáridas del litoral ecuatoriano. *Archivos de Zootecnia*, 14(18).
- Zaragoza Esparza, J., Hernández Garay, A., Pérez Pérez, J., Herrera Haro, J., Osnaya Gallardo, F., Martínez Hernández, P., . . . Quero Carrillo, A. (201). Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovillo. *Revista Mexicana de Ciencias Agropecuarias*, 47(2).