

**Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, ISSN 2602-8220, Vol 6, No 3, 2022**

**Revisión acerca de la formulación de raciones y el balance alimentario para vacas lecheras en pastoreo con suplementación** (Review about ration formulation and feed balance for grazing dairy cows with supplementation).

Silvio J. Martínez Sáez<sup>1</sup>; Jorge A. Estévez Alfayate<sup>1</sup>

**<sup>1</sup>Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Camagüey, Cuba**

**Correo electrónico del autor para correspondencia:** [silvio.martinez@reduc.edu.cu](mailto:silvio.martinez@reduc.edu.cu) y **ORCID del autor:** **Silvio José Martínez Sáez<sup>1</sup>**, <http://orcid.org/0000-0002-1835-6318>

**Jorge Alberto Estévez Alfayate<sup>1</sup>** [jorge.estevez@reduc.edu.cu](mailto:jorge.estevez@reduc.edu.cu)  
**ORCID del autor:** <http://orcid.org/0000-0002-3156-2765>

## **Resumen**

Este artículo revisó, la literatura técnica de diversas cuestiones relativas a la clasificación de los alimentos: a) Alimentos energéticos b) Alimentos proteicos c) Alimentos fibrosos d) Minerales e) Otros productos. También acerca de la planificación de las necesidades alimentarias del ganado. Las necesidades alimentarias de la vaca lechera. El momento de la alimentación de la vaca según la curva de lactancia. El pasto como alimento base a) El valor nutritivo del pastizal b) La disponibilidad del pasto. Formulación de raciones para animales en pastoreo. Procedimientos para la formulación de raciones a) El método de prueba y error b) El método del Cuadrado de Pearson. La programación lineal y la formulación de raciones. Se exponen criterios en relación con el balance alimentario como balance instantáneo, los pasos a dar para la confección del balance instantáneo y por último algunas situaciones resultantes del análisis del balance Instantáneo. De acuerdo con lo anterior, el objetivo de esta revisión bibliográfica fue explorar diversos aspectos de la alimentación de los animales en las granjas pecuarias y como se transforman las necesidades de nutrientes en necesidades de alimentos, para garantizar las correspondientes disponibilidades en el momento oportuno y al más bajo costo posible. La aplicación de la metodología del balance alimentario y con cálculos de raciones son herramientas de extraordinaria utilidad para la producción ganadera a base de pastos. Se integran conocimientos e informaciones que resultan decisivas para garantizar el éxito de la gestión económica de la empresa y facilita el trabajo de

planificación de los recursos para el aseguramiento de los resultados productivos a más bajo costo.

**Palabras claves:** Alimentación, rumiantes, nutrientes, alimentos, raciones

### **Abstract**

This article reviewed the technical literature on various issues related to the classification of foods: a) Energy foods b) Protein foods c) Fibrous foods d) Minerals e) Other products. Also about the planning of livestock feed needs. The dietary needs of the dairy cow. The moment of feeding the cow according to the lactation curve. Grass as basic feed a) The nutritional value of the pasture b) The availability of the grass. Formulation of rations for grazing animals. Procedures for formulating rations a) The trial and error method b) The Pearson Square method. Linear programming and the formulation of rations. Criteria are exposed in relation to the food balance as instantaneous balance, the steps to take for the preparation of the instantaneous balance and finally some situations resulting from the analysis of the Instantaneous balance. In accordance with the above, the objective of this bibliographical review was to explore various aspects of animal feeding on livestock farms and how nutrient needs are transformed into food needs, to guarantee the corresponding availability at the right time and at the right time. lowest possible cost. The application of the food balance methodology and ration calculations are extremely useful tools for pasture-based livestock production. Knowledge and information that is decisive to guarantee the success of the economic management of the company is integrated and facilitates the work of resource planning to ensure productive results at a lower cost.

**Keywords:** feeding, ruminants, nutrients, feeds, rations

### **Introducción**

El resultado económico de toda entidad pecuaria está muy ligada al grado con el cual se explotan las potencialidades productivas del hato. Una finca con animales desnutridos, vacas con un intervalo entre partos excesivamente largo y una producción de leche apenas suficiente para el ternero, el cual alcanza el peso de venta luego de largos años de penuria alimentaria, estará muy posiblemente encaminada al fracaso financiero

(Martínez y García López, 1983; Esminger, 2005; Curbelo, 2004; Pérez Infante, 2010; Guevara et al., 2018).

Está perfectamente demostrado, que los animales bien alimentados no solamente producen más, sino que estarán en mejores condiciones de enfrentar con éxito las enfermedades y otras agresiones medioambientales (Voisin, 1963; McDonald et al, 1981; Combellas, 1986; Ensminger, 1992; Delagarde, 2012; Comerón, 2012). Batalla (2019) y Guevara et al. (2022) indican que bajas producciones lácteas y variados trastornos en la salud animal, tienen precisamente su origen en determinadas carencias nutricionales, problemas laborales y de disciplina tecnológica incluso calamidades naturales o provocadas como el Covid 19, y por tanto redundan en un mal manejo de la alimentación.

Una vez conocidas las necesidades nutricionales del rebaño, el próximo paso consiste en la selección de los alimentos o mezcla que potencialmente pueden cubrir las necesidades nutricionales estimadas y formular las raciones diarias. De acuerdo con lo anterior, el objetivo de esta revisión bibliográfica fue explorar diversos aspectos de la alimentación de los animales en las granjas pecuarias y como se transforman las necesidades de nutrientes en necesidades de alimentos, para garantizar las correspondientes disponibilidades en el momento oportuno y al más bajo costo posible.

### **Clasificación de tipos de alimentos**

Es conveniente clasificar los alimentos según sus propiedades comunes. Esto facilita en primer lugar, el estudio de sus propiedades nutritivas principales y por otra parte, facilita la sustitución de un alimento por otro de su mismo grupo, según sea conveniente. Existen diferentes criterios de clasificación (Crampton y Harris, 1974; McDonald et al, 1981; Combellas, 1986; Ensminger, 1992; NRC, 2020). Un criterio que resulta de común denominador entre todas consistiría en dividirlos en fuentes energéticas, fuentes proteicas, alimentos fibrosos, fuentes minerales y finalmente, otros compuestos (Orskov, 2005; Delagarde et al., 2013; NRC, 2020).

### **Alimentos energéticos**

Son aquellos alimentos que contienen menos de 18.0 % de fibra bruta y también menos del 20.0 % de proteína. Comprende las grasas, los granos de cereales y los subproductos

de la molinería, las raíces y tubérculos, como la yuca y otros. Se ha argumentado la conveniencia (Sniffen et al, 1992; Pedraza et al.,2005) de subdividir este grupo en alimentos amiláceos, como los anteriores, los cuales se degradan a una velocidad moderada del orden del 20.0 – 40.0 %/hora y por otra parte, los alimentos azucarados, como las melazas, con una velocidad de degradación del orden del 200.0-300.0 %/ hora.

### **Alimentos proteicos**

Son los alimentos que contienen más del 20.0 % de proteína bruta y menos del 18.0 % de fibra bruta. Comprenden fuentes de origen animal, vegetal y microbiano. Entre las primeras se incluyen las harinas de carne, sangre y pescado, algunos subproductos de la industria láctea y otros. Son fuentes proteicas de origen vegetal las tortas y harinas de oleaginosas, como la soya o el algodón y también algunos granos utilizados directamente con ese fin como la Canavalia, Cicer, Pea, Vigna, Lupinus, Cajanus y los Phaseolus (Skerman et al.,1988; Díaz et al., 2004). Entre las fuentes proteicas microbianas se encuentran la levadura torula y otras de características similares (FAO,2020; NRC,2020).

### **Alimentos fibrosos**

Los alimentos clasificados como fibrosos contienen más del 18.0 % de fibra bruta y menos del 20.0 % de proteína. Incluyen los pastos, forrajes, el follaje de algunos árboles y arbustos, los henos, ensilados y algunos subproductos fibrosos agrícolas o agroindustriales. Ciertas leguminosas forrajeras al menos durante su etapa inicial de crecimiento pueden contener menos de 18.0 % de fibra bruta con más de 20.0 % de proteína, pero de todas formas se suelen incluir dentro de los alimentos fibrosos (Minson,1990; NRC, 2020).

### **Minerales**

Entre las fuentes minerales se encuentra los fosfatos de calcio, la harina de huesos, la sal común, los sulfatos de calcio, sodio o amonio, así como otros portadores de macro y microelementos. En el mercado se suelen encontrar mezclas o premezclas minerales de composición variada los cuales facilitan el trabajo de la formulación de las raciones. Otros productos Existen algunos productos o compuestos que suelen introducirse en la ración del bovino y que no es posible o no es conveniente incluir en los anteriores grupos de

alimentos. Entre éstos se encuentran la urea, modificadores del patrón fermentativo ruminal como el monensin, así como algunos medicamentos utilizados, fundamentalmente, en la alimentación de los terneros y otros.

En la ración de la vaca de alta producción láctea puede ser necesaria la inclusión de sustancias bufferantes, como la magnesita y otras. Estos productos son minerales pero su función en la fisiología del rumiante es bien distinta a la que le corresponde al resto de los clasificados bajo este rubro (Senra y Ugarte, 1983; Orskov,2005; Mc Dowell et al.,2004; Martínez, 2008; Suttie,2010; NRC, 2020).

### **La planificación de las necesidades alimentarias del ganado**

Las necesidades alimentarias del ganado no son constantes, sino que sufren variaciones, algunas cíclicas, como las del ganado lechero o las vacas de cría, mientras que otras son crecientes, como las del ganado en desarrollo. La planificación de las necesidades de alimentos tiene como premisa el cálculo de lo que se necesita para cubrir los gastos de mantenimiento que pueden ser constantes o crecientes según el caso, más las necesidades relacionadas con la producción de leche, la gestación o el cambio de peso vivo. El ciclo productivo de la vaca comienza con el parto y comprende la lactancia, el período seco y la última etapa de la gestación hasta el próximo parto.

Este ciclo bajo condiciones óptimas puede tener una duración de aproximadamente un año, aunque en condiciones extensivas puede ser superior a los 500 días. Se ha propuesto que para que la vaca alcance su potencial de producción de leche y pueda ser gestada rápidamente debe llegar al parto con una condición corporal de 5 en una escala del 1 al 9 (Holmes y Wilson, 1984; Roche et al, 1992; Wrigth et al, 1992; Curbelo,2004; Holmes, 2006; Delagarde et al.,2012).

Esta cifra equivale a una condición corporal de 2.8 en una escala del 1 al 5, que es la típica para el ganado de leche. Este valor se puede aproximar a 3. El valor calórico de las reservas corporales de la vaca lechera cuando éstas se aprecian mediante el índice de condición corporal varía en función del peso vivo de esta. En particular para animales con un peso vivo entre 450 y 500 kilogramos se puede aceptar una variación de 50

kilogramos de peso y un requerimiento de 425 Mcal de EM por cada unidad de incremento de índice corporal (Pérez Infante, 2010; NRC,2020; Ruiz y Guevara, 2021).

Si, por ejemplo, a una vaca le faltan 4 meses para el parto y tiene un índice corporal de 2, este deberá incrementarse hasta 3 en 120 días. En ese tiempo deberá suministrarse como promedio  $425/120 = 3.54$  Mcal de EM diarios, por encima del mantenimiento. A lo anterior deberán sumarse las necesidades adicionales de la gestación durante los 2 últimos meses antes del parto, equivalente a 4 Mcal de energía Metabolizable /día. La vaca deberá recibir entonces 3.5 Mcal de EM por encima del mantenimiento, durante los 2 primeros meses del período analizado y esa asignación deberá incrementarse a 7.5 Mcal /día durante los 2 meses finales (Pérez Infante, 2010).

Debe tenerse en cuenta que durante el período final de la preñez la capacidad de ingestión de la vaca se reduce, por lo que el incremento en el consumo de energía Metabolizable debe alcanzarse sobre la base de una mayor concentración energética de la ración. Parece razonable entonces sugerir que la mejor estrategia para tratar de que el animal alcance la condición corporal de 3, durante la última etapa de la lactancia, es decir, antes de los 2 meses previos al parto. Esto debe ser así siempre y cuando la lactancia sea de 305 días de duración. Para lactancias cortas la vaca podría completar la reposición de su reserva durante el período seco, en particular si se dispone de buenos pastos.

Según los trabajos resumidos por Holmes y Wilson (1984), y Holmes (2006) con vacas de producción media (8-15 kg/día de lactancia) un cambio en la condición corporal al parto desde 4 hasta 5 (en la escala de 1 al 9) determina una producción adicional de 213 litros de leche durante los primeros 140 días de lactancia.

### **El momento de la alimentación de la vaca según la curva de lactancia**

Una práctica común en la ganadería de leche consiste en suministrar alimentos suplementarios según una norma relacionada con la producción actual. Por ejemplo, uno de estos sistemas propone el suministro de 0.46 kilogramos de pienso por encima del quinto. Este procedimiento, aunque resulta de fácil manejo puede dar lugar, en ciertas circunstancias, a un bajo aprovechamiento del potencial productivo de la vaca. Para

evitar el riesgo anteriormente señalado se necesita conocer la verdadera potencialidad de la vaca. Podrá entonces organizarse la alimentación para alcanzar ese nivel de producción o en todo caso conocer el grado en que el mismo se está explotando.

Entre los procedimientos posibles a utilizar para el conocimiento del potencial productivo de los animales, se encuentra el relacionado con la curva de lactancia potencial (Gómez et al, 1985). Esta representa la producción que alcanzaría la vaca, si no existieran limitaciones de tipo nutricional. Como se conoce, luego del parto la producción de leche crece hasta alcanzar un máximo aproximadamente a los 60 días y luego declina con mayor o menor rapidez. Esta declinación se relaciona de manera inversa con la denominada “persistencia” de la lactación (Wood,1979; Gómez, Granados, Pujol, Rodríguez, 1985; Wood, 1979; Menchaca et al.,1995; Senra, Soto y Guevara, 2005; Pérez Infante,2010).

### **El pasto como alimento base**

El uso del pasto como alimento principal constituye un verdadero reto a la habilidad del ganadero, cuando se trabaja con pienso y forrajes conservados, si estos se manejan de una forma adecuada y mantienen sus propiedades nutricionales a un nivel constante a lo largo del tiempo. El pasto es, en cambio, un producto vivo, el cual varía constantemente su valor nutritivo y su disponibilidad y según las características de la unidad, en cuanto a carga animal y otros factores, brinda la posibilidad de una mayor o menor utilización de dicho alimento (McMeekan,1963; Voisin,1963; Minson, 1990, Humpheys, 1990; Pérez Infante,2010, FAO, 2020; NRC,2020).

### **El valor nutritivo del pastizal**

La selección de una especie de pasto para su explotación en una unidad pecuaria depende de la valoración que realice el productor respecto a la adaptabilidad de dicha planta, a las condiciones edafo-climáticas del lugar, su composición bromatológica más o menos favorable, su rendimiento y distribución a lo largo del año, sus requerimientos de insumos, su agresividad, su asistencia ante la defoliación sucesiva y otras muchas cualidades (Chacón & Stobbs,1976; García Trujillo y Pedroso, 1989).

Ahora bien, una vez establecido el pastizal y sometido a explotación, se plantea el problema de cuantificar los nutrientes consumidos por el animal y de aquí, los resultados productivos que se obtendrán. La alternativa de acudir a las tablas de composición bromatológica, no siempre es la más conveniente, ya que es posible que en éstas no se encuentre una situación que sea estrictamente comparable a la que existe en la finca. Sin embargo, es posible seleccionar otra opción de mayor valor práctico.

Si bien existen diferencias cuantificables en cuanto al valor nutritivo entre especies y variedades a igual edad, condiciones eda-foclimáticas y manejo (Norton, 1982) se pueden clasificar dichas especies sobre la base de un contenido similar de nutrientes. Por las razones anteriormente expuestas, existe la tendencia a proponer índices generales para la clasificación del pastizal a la entrada de los animales.

Como se conoce, la principal fuente de variación entre grupos de pastos y forrajes es el contenido de proteína bruta (Minson, 1990). La disponibilidad del pasto Bajo condiciones estables de producción, en las cuales se haya alcanzado la auto-sostenibilidad del sistema, el rendimiento del pasto, a través del año presenta una componente cíclica relacionada con el cambio estacional y otra componente coyuntural, vinculada a factores accidentales como la presentación de un año anormalmente seco, un ataque repentino de plagas o enfermedades y otros. Este tipo de eventualidad no previsible debe enfrentarse necesariamente mediante el establecimiento de una reserva de alimento para garantizar la alimentación adecuada de los animales. Para el cálculo de las disponibilidades previsibles del pasto a lo largo del año, son útiles las curvas del rendimiento anual (Muñoz et al.,1989; Senra et al., 1992, Pérez Infante,2010; Batalla, 2019).

Estas curvas pueden construirse con datos propios, o partir de una ya existente. Existen numerosos trabajos en los que se demuestra la capacidad que tiene el rumiante para seleccionar los elementos más nutritivos del pasto (Chacon y Stobbs, 1976; Gardener; 1980; Minson,1990; Humphreys,2000; Delagarde et al., 2012; Guevara et al.,2022). Como consecuencia de lo anterior la calidad del alimento consumido por los animales será superior a la media del pastizal, sobre todo cuando la disponibilidad es alta.



## **Formulación de raciones para animales en pastoreo.**

La formulación de raciones para animales en pastoreo tiene sus características y complejidades no encontradas en otros sistemas de explotación bovina. Para lograr un racionamiento satisfactorio de los animales, compatibles con un máximo aprovechamiento del pasto, se debe calcular primeramente el consumo de nutrientes por consumo de materia seca esperado, el contenido de nutrientes de la biomasa y el efecto que sobre lo consumido tendrá la selección por parte del animal. La diferencia entre los requerimientos y el aporte del pasto será lo que debe aportarse por la vía suplementaria.

## **Formulación de raciones para bovino en el pastizal.**

Existen varios métodos a disposición del encargado de la formulación de las raciones en una instalación pecuaria y siempre deberá formularse de tal forma, que el costo de la alimentación sea el mínimo posible. (Ensminger, 1992; Clayton, 2000; Luening, 2010). Entre estos se citarán el método de prueba y error, el método del cuadrado de Pearson y la programación lineal.

### **El método de prueba y error.**

Este consiste en confeccionar una fórmula de partida y calcular el aporte de nutrientes el cual se compara con el aporte esperado del suplemento. De acuerdo con las diferencias que se encuentren, se realizan ajustes en la formulación y se prueba nuevamente. Este proceso se repite por tanteos seguidos, hasta alcanzar la composición apropiada. El método de prueba y error es práctico, solamente para formulaciones muy sencillas, ya que, en caso contrario, el trabajo para alcanzar el resultado deseado se torna largo y tedioso.

### **El método del Cuadrado de Pearson.**

Este método se utiliza cuando se debe preparar una mezcla de una composición determinada, a partir de dos componentes, aunque con su aplicación en forma sucesiva se puede trabajar con un número mayor de componentes.

## **La programación lineal y la formulación de raciones.**

Las aplicaciones y el uso de la modelación y simulación matemática han aumentado vertiginosamente en las numerosas disciplinas científicas en los últimos 30 años. Se comenzó con el desarrollo de modelos que trataban de explicar los diferentes procesos y su funcionamiento y posteriormente se ampliaron estos conceptos hasta llegar a simular con el modelo definido situaciones no ejecutadas realmente. Resulta innegable el aporte que el desarrollo de la computación y los sistemas informáticos que se han creado en los últimos 30 años, y como consecuencia de esto, estas técnicas son utilizadas actualmente en las diferentes ramas del conocimiento científico y cada día más se aprovechan las ventajas de las mismas por cuanto permiten avanzar más en el conocimiento de los diferentes procesos, ahorrar recursos y acelerar el resultado de las investigaciones.

Los requisitos primordiales para construir cualquier modelo son: Un propósito claramente definido. Identificar las consideraciones esenciales (incluir en el modelo). Desechar consideraciones superfluas (estas son fuente de confusión). El modelo debe representar la realidad en forma simplificada. La técnica más común para la formulación de raciones es la de la programación lineal. Su aplicación se facilita grandemente con la popularización del uso de las microcomputadoras personales. El método consiste básicamente en la solución de un sistema de ecuaciones simultáneas con el objetivo de formular una mezcla con los requisitos siguientes: 1. Que se cumplan las exigencias en cuanto a aportes nutricionales. 2. Que los distintos componentes se encuentren dentro del rango establecido previamente por el usuario. 3. Que el costo de la ración sea el mínimo posible.

En dependencia de las exigencias del usuario, a la mezcla se le pueden imponer requisitos adicionales. En la actualidad, los principales sistemas de racionamiento como el INRA (1989) o el NRC (1996, 2020) presentan el sistema como tal, más una sección correspondiente a la formulación de raciones. Esta última sección suele contener una base de datos con la composición y aportes nutritivos de los alimentos de uso más extendido.

## **El balance alimentario.**

En las páginas anteriores se ha puntualizado, fundamentalmente en dos facetas o aspectos del trabajo de la alimentación. Estos son: 1. ¿Cuáles son los requerimientos nutritivos de los animales y cómo varían a lo largo del año? 2. ¿Con cuáles alimentos y en qué proporciones se cubrirían esos requerimientos nutritivos? Queda pendiente, un tercer aspecto relacionado con el control de los resultados productivos. La metodología del balance alimentario tiene como objetivo fundamental resumir la información recopilada en los dos puntos anteriormente señalados y, además, controlar los resultados productivos y con ello la calidad de la planificación realizada. La metodología establece, además el procedimiento para introducir las correcciones en los elementos que se tomaron para el cálculo de modo que progresivamente se incremente la precisión del trabajo.

En la formulación de los criterios fundamentales que se deben tomar en cuenta para la aplicación del balance alimentario cuando la alimentación fundamental es a base de pastos se ha destacado el Dr. Fernando Pérez Infante, cuya contribución ha sido decisiva también en cuanto a la aplicación del método en la práctica social (Pérez Infante,2010). La metodología del balance alimentario consta de tres partes o componentes con objetivos en parte independiente y en parte vinculado. Estos componentes son el balance histórico o retrospectivo, el balance prospectivo y el balance instantáneo.

### **Balance Alimentario instantáneo (BAI).**

El Balance instantáneo (BAI) tiene básicamente una función diagnóstico. La información que proporciona es de utilidad para establecer algunos indicadores nutricionales que pueden ser influenciados por las características propias de la finca y, además, este tipo de balance permite hacer las correcciones operativas que sean necesarias al momento de su realización. Esa información es útil para la interpretación de algunos resultados del balance histórico y también para incrementar la precisión de los cálculos en el balance histórico. Se ha propuesto que los balances de animales en pastoreo se realicen tomando como elemento primario el consumo de energía y, a partir de este, realizar la

estimación del consumo del pasto y muy importante que se defina bien el significado de los indicadores del pastizal, que muchas veces difieren según regiones y denominaciones técnicas (Jackson et al.,1996; Krieglt,2000; Pérez Infante, 2010, Allen et al., 2011; Anzola, 2011). Esta decisión descansa en dos hechos fundamentales: En primer lugar, los animales regulan su ingestión alimentaria mediante el llenado del tracto o a partir del consumo de energía (Orskov,2005; Delagarde et al.,2012).

Un animal puede, por ejemplo, consumir un exceso de proteína o de minerales, pero, por lo general, no consumirá un exceso de energía. Por otra parte, la variación en el contenido de energía del pasto de diferentes calidades es relativamente bajo y menor que la proteína. Para la realización del BAI es conveniente factorizar los requerimientos energéticos. Para un animal lechero, estos serán los requerimientos de mantenimiento, reposición de las reservas corporales, gestación y producción de leche. Estos requerimientos se encuentran en las tablas, aunque existe incertidumbre en cuanto a los llamados “gastos energéticos del pastoreo”.

Para realizar un estimado de los gastos del pastoreo, se realiza el BAI a un grupo de animales de producción moderada, bajo condiciones en las que el consumo esté regulado por el llenado del tracto. Al realizar el balance, se calcula entonces, el consumo energético a partir de la calidad del pasto y de la capacidad de ingestión del animal. A este resultado se le resta el consumo energético a partir de los alimentos suplementarios si los hay, así como el valor energético de la producción. La diferencia se calcula como “gasto de mantenimiento más pastoreo”. Estos gastos se expresarán en Mcal energía metabolizable /kilogramo de peso metabólico y se utilizarán para el trabajo posterior.

Los pasos a dar para calcular el BAI, en forma resumida son los siguientes: 1. Se determina la producción potencial y la producción real para un animal promedio del hato. 2. Se calculan los nutrientes necesarios para el mantenimiento más la producción real y potencial según las tablas de requerimientos. Se hacen los ajustes para los “gastos de pastoreo”. 3. Se determinan, por diferencia, los nutrientes necesarios para alcanzar la producción potencial. 4. A los requerimientos energéticos calculados para la producción real se le restan los aportes energéticos de los alimentos suplementarios, si los hay. La diferencia será el aporte energético del pasto. 5. A partir de la concentración energética

estimada para el pasto y de las necesidades energéticas a cubrir, con este alimento, se estima el consumo real del pasto. 6. Se calcula, por otra parte, el consumo posible del pasto a partir de los indicadores de voluminosidad y de la capacidad de ingestión del animal promedio.

Este consumo posible o teórico podrá ser igual o superior, pero no inferior al estimado, a partir de los resultados productivos. Si el consumo teórico es inferior al calculado a partir de la producción se han cometido errores al estimar la calidad del pasto o al calcular los gastos del mantenimiento más pastoreo. 7. Se calcula el consumo de los nutrientes no energéticos del pasto (consumo real) más los alimentos suplementarios y con ello el balance queda listo para su análisis. Algunas situaciones que pueden resultar del análisis del Balance Instantáneo (BI) 1. El potencial productivo de los animales no se cubre y por otra parte, el consumo real del pasto se corresponde con el consumo teórico: Se deben introducir en la ración alimentos suplementarios energéticos.

De no ser esto posible, como solución general, debe aplicarse en particular a los animales más productivos para evitar su deterioro físico (disminución de la condición corporal). 2. El potencial productivo no se cubre y, por otra parte, el consumo real del pasto es inferior al consumo teórico: Posiblemente existe un déficit de proteína. Investigar, si se trata de la proteína metabolizable o de la proteína soluble y realizar las suplementaciones correspondientes. 3. El potencial productivo se cubre y el consumo real del pasto es inferior al consumo teórico: Existe un exceso de alimentos energéticos suplementarios.

Retirar estos de la ración con el fin de ahorrar recursos y hacer un mayor aprovechamiento del pasto. 4. Debe prestarse atención al balance mineral, ya que un déficit en este acápite, no repercute a corto plazo sobre la producción, pero deteriora las reservas del animal.

## **Conclusiones**

La aplicación de la metodología del balance alimentario es una herramienta de extraordinaria utilidad para la producción ganadera a base de pastos. El mismo resume e integra todos los conocimientos e informaciones que resultan decisivas para garantizar

el éxito de la gestión económica de la empresa y facilita el trabajo de planificación de los recursos para el aseguramiento de los resultados productivos a más bajo costo.

### **Referencias Bibliográficas**

Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., Mclvor, J. et al. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*, 66(1), 2-28.

Anzola, V. H. J. (2011). Planeación forrajera y alimentación eficiente. *Carta Fedegán*, 124, 48-52

Chacón, E. & Stobbs, T.H. (1976). Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 27 :709.

Clayton, D. (2000). *Management of pastures for dairy productions*. Ed Butterworth, 41pp.

Combellas, J. (1986). *Alimentación de vacas lecheras en el trópico*. Lunaprint de Venezuela, Maracay.

Crampton, E. & Harris, L.E. (1974). *Nutrición animal aplicad. El Uso de alimentos para la formulación de raciones para el ganado*. De. Acribia. Zaragoza.

Curbelo, L.M. (2004). Documento del curso de Posgrado de Pastos y Forrajes, CEDEPA, Universidad de Camagüey, Cuba, 34pp.

Delagarde, Remy. (2012). *Eficiencia de sistemas pastoriles*. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) UMR PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France, 22pp.

Díaz, M. F., Torres, V., González, A. & Noda, A. 2004. "Biotransformations in the germination of *Vigna unguiculata*". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 38(1): 87–92, ISSN: 2079-3480.

Ensminger, M.E. (1992). *The stockman's handbook*. Interstate Publishers Inc. Ill.

FAO. (2007). *Impacto de la ganadería en la disponibilidad y la calidad del agua*. Conferencia sobre Agua para Alimentos y Ecosistemas.

FAO. (2020). *Tropical livestock units*. Recuperado el 15 de mayo de 2021 de <http://www.fao.org>, 18pp.

García Trujillo, R. & Pedroso, Dulce M. (1989). Alimentos para rumiantes. s de valor nutritivo. Ed. EDICA. La Habana.

Gardener, C.J. (1980). Diet selection and liveweight performance of steers on *Stylosanthes hamata*-native grass pastures. Aust. J. Agric. Res. 31 :379.

Gómez, N.; Granados, F.; Pujol, J. & Rodríguez, R. (1985). Planificación de la producción lechera. Curva de lactancia y producción de leche. Revista ACPA. 2 p 43.

Guevara, G; Guevara, R; Torres, C; Ceró, A. (2018). Respuestas a la Fertilización y el Riego para la producción de leche a pastoreo en la Sierra de Ecuador. RedVet, Vol 42, pág. 45-54

Holmes, C.W. & Wilson, G.F. (1984). Milk production pastures Bullerworths Agricultural books, Wallington

Holmes, C.W. (2006). Conferencia sobre sistemas lecheros en la UBA, Argentina, 11pp.

INRA, (1989). Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. Eurotex Londres.

Jackson-Smith, D. B., B. Barham, M. Nevius, and R. Klemme. (1996). Grazing in Dairyland: The use and performance of management intensive rotational grazing among Wisconsin dairy farms. ATFFI Technical Report #5. Madison, WI: Program on Agricultural Technology Studies, University of Wisconsin-Madison.

Kriegl, T. (2000). "Wisconsin Dairy Grazing Profitability Analysis: Preliminary Fourth Year Summary." Unpublished Draft. University of Wisconsin Center for Dairy Profitability. February

Luening, R. (2010). Manual de Administración de Empresas Lecheras, Ed Univ Wisconsin, USA, 56p.

Martínez, R.O. y García López, R. 1983. Alimentación con concentrado a vacas lecheras en pastoreo. En: Los pastos en Cuba Tomo 2. Editor J. Ugarte et al. Ediciones EDICA, La Habana.

Martínez, S.; Guevara, R.; Curbelo, L.; Pedraza, R. e Hidalgo, D. (2007). Contenidos minerales de pastos más utilizados por rebaños vacunos lecheros al oeste de la ciudad de Camagüey, Cuba. *Rev. prod. anim.*, 19 (2), 20-27.

McDonald, P.; Edwards, R.A. & Greenhalgh, J.F.D. 1981. *Animal nutrition*. Longman Londres.

Mcdowell, L. y Arthington, R. (2005). *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. Gainesville, EE.UU.: Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida.

Menchaca, M.; Ruiz, R. & Geerken, C. 1987. Una nota sobre el estudio dinámico del proceso productivo de la vaca lechera. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 21:203.

Norton, B.W. 1982. Differences between species in foreage quality. In: *Nutritional limits to animal production from pastures*. Editor J.B. Hacker CSIRO Div. Tropical Crop. Farnham Royal, OK.

NRC. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6th Edition. Updated. Washington D.C. National Academy Press.

NRC. 2020. *Nutrient requirements of beef cattle*. 20th Edition Washington Dc. National Academy Press.

NRC.1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7th Edition Washington Dc. National Academy Press.

Orskov, E.R. (2005). *Curso de posgrado de nutrición de rumiantes*. IFRU-MLURI-UK, Universidad de Camagüey, Cuba, 18pp.

Pérez-Infante, F. 2010. Nuevas consideraciones sobre el balance alimentario. En: *Ganadería Eficiente*. Ediciones EDICA, ACPA, La Habana, 254pp.

Roche, J.F.; Corwe, M.A. & Boland, M.P. (1992). Postpartum anestrus in dairy beef cows. *Anim. Prod.* 28:371.

Senra, A. y Ugarte, J. (1983). *Sistemas de producción de leche*. En: *Los pastos en Cuba*. Tomo 2. Editor J. Ugarte et al. Ediciones EDICA, La Habana.



Senra, A.; Jordán, H.; Alfonso, J.R. & Vázquez, F. (1992). Estudio de la restricción del pastoreo en condiciones de secano para la producción de leche. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 26:29.

Skerman, P., Cameron, R., Riveros, F. (1988). Tropical Forage Legume. *Volumen 2. Food and Agriculture Organization: FAO plant production and protection series*, 406pp.

Sniffen, C.J.; O'Connor, J.D.; Van Soest, P.J.; Fox, D.G. & Russell, J.B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70:3562.

Sorio, H. (2018.). Memorias Pastoreo Rotacional Voisin. Recuperado de <http://www.gadema.org/formato/pdf/IVjornada/memorias%20pastoreo%20racional%20voisin.docx.pdf>.

Stuart., J.R.; Juan, R. y Ferrás, E. (1992). Balance alimentario por racionamiento estratificado. Ponencia al IX Forum, Las Tunas, Cuba.

Suttie, N. F. (2010). Mineral nutrition of livestock. Recuperado el 1 de abril de 2014, de [www.ucv.ve/fileadmin/Minerals\\_in Animal Nutrition.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/Minerals_in_Animal_Nutrition.pdf).

Wildman, E.E.; Jones, G.M.; Wagner, P.E.; Boman, R.L.; Troutt, H.F. & Lesch, T.N. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495.

Wood, P.D.P. (1979). A simple model of lactation curves for milk yield, food requirement and body weight. *Anim. Prod.* 28:55. University of Illinois Press, Silvis.

**Recibido: 19/ mayo /2022**

**Aceptado: 10/ septiembre /2022**