



Condición de una pastura y su relación con el patrón de ingestión en vacas Holstein

Condition of a pasture and its relationship with the ingestion pattern in Holstein COWS

Gutiérrez-Arce, Felipe¹ *

Rojas-Vásquez, Zulema¹

Gutiérrez-Arce, Walter¹

Terán-Piña, Julio¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 02 May. 2022 | **Aceptado:** 10 Jun. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: fbgutierrez@unsm.edu.pe

Como citar este artículo: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. & Terán-Piña, J. (2022). Condición de una pastura y su relación con el patrón de ingestión en vacas Holstein. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e394. <https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.394>

RESUMEN

El objetivo de esta revisión de corte etológico es estudiar las diferentes características de la pastura en una pradera y analizar la respuesta del comportamiento durante el pastoreo. Se busca analizar los factores de la pastura que pueden llegar a influir en la cosecha de alimento, durante el consumo de pastura por parte del rumiante. Uno de estos factores puede llegar a ser la estructura de la pastura, por lo que existen actualmente teorías convencionales que buscan establecer una relación entre estos factores, explicándoles desde un ángulo metabólico y físico, pero no tienen en cuenta la influencia que las características "no nutricionales" de la vegetación ejercen bajo condiciones de pastoreo. Dada la importancia de la ganadería lechera en nuestra región, y del impacto que tiene esta actividad sobre el medio ambiente (ocupa los primeros lugares de contaminación ambiental producto de las constantes emisiones de gas metano en las deyecciones animales), es necesario ser más explícitos en las búsquedas y explicaciones que nos permitan conocer mejor los mecanismos que rigen su funcionamiento y poder buscar la manera de hacer más eficiente la producción reduciendo los daños colaterales (al ambiente) propios de esta actividad.

Palabras clave: caracterización pradera; comportamiento ingestivo; estructura de la pastura; etología animal

ABSTRACT

The objective of this ethological review is to study the different characteristics of pasture in a prairie and to analyze the behavioral response during grazing. It seeks to analyze the factors of the pasture that can influence the food harvest, during the consumption of pasture by the ruminant. One of these factors may be the structure of the pasture, which is why there are currently conventional theories that seek to establish a relationship between these factors, explaining them from a metabolic and physical angle, but they do not take into account the influence that the characteristics "not nutritional" of the vegetation exert under grazing conditions. Given the importance of dairy farming in our region, and the impact that this activity has on the environment (it occupies the first places of environmental pollution due to the constant emissions of methane gas in animal droppings), It is necessary to be more explicit in the searches and explanations that allow us to better understand the mechanisms that govern its operation and to be able to find a way to make production more efficient by reducing the collateral damage (to the environment) typical of this activity.

Keywords: prairie characterization; ingestive behavior; pasture structure; animal ethology



1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en países como Australia, Nueva Zelanda y Reino Unido, las decisiones de manejo del pastoreo con vacas lecheras se implementa en base a funciones de respuesta que relacionan intensidad de pastoreo y/o atributos de la pastura con consumo de forraje y producción de sólidos (Alothman et al., 2019) así como con los procesos fermentativos (Kelln et al., 2021; Schären et al., 2016).

En el caso del Perú, la región San Martín, donde predomina el sistema pastoril, éste se sustenta en función de la cantidad y calidad de forraje producido, de la capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo eficientemente y del manejo que el productor haga de los recursos a su disposición (Saha et al., 2019; Li et al., 2016). Es necesario entonces, conocer las características cuantitativas y estructurales de la pastura porque presentan un mayor efecto en la respuesta animal que en el valor nutritivo del forraje debido a que modifica el comportamiento ingestivo a través del mayor consumo de materia seca (Menegazzi et al., 2021; Chilibroste et al., 2015).

Además, todo buen manejo implica el conocimiento detallado de los factores que se ven involucrados, y dados los sistemas productivos que se dan en la región San Martín, el manejo del forraje debería estar implicado de manera importante en los resultados que se darán a posteriori. Esto hace imprescindible aumentar el conocimiento científico sobre los mecanismos involucrados en la relación planta-animal (Favorito et al., 2021).

En la región San Martín, donde el sistema pastoril es predominante, y donde además la producción de leche es de las actividades más importantes, se hace de suma necesidad conocer los mecanismos de respuesta animal ante el paisaje al que es expuesto. Chilibroste et al. (2015) mencionan que, en sistemas esencialmente pastoriles como el nuestro, es la interfase planta-animal la que determina en gran medida, los resultados físicos y económicos. Kelln et al. (2021) afirman que el estudio del comportamiento ingestivo es una herramienta de gran importancia porque nos posibilita ajustar el manejo alimenticio de rumiantes y así obtener una mejor performance. En el caso de la vaca lechera específicamente, el conocimiento del comportamiento ingestivo de bovinos lecheros puede ser utilizado por los productores de forma que puedan maximizar la productividad (Alothman et al., 2019).

Consecuentemente, el objetivo general de esta revisión fue estudiar cómo las características de la pastura pueden o no influir en la respuesta del comportamiento del rumiante durante el pastoreo.

2. METODOLOGÍA

Se buscó el material necesario para establecer la explicación de la relación que existiría entre las dos variables en estudio (características de la pastura y patrón de ingestión). Esta revisión comprendió principalmente la revisión de fuentes secundarias, publicaciones de revistas agrícolas e investigaciones en el área etológica animal. Posteriormente, se han revisado artículos originales de investigaciones que se realizaron en países donde se ha profundizado más en el tema de comportamiento animal como factor de respuesta a la alimentación recibida. Los artículos que han sido tomados para esta investigación están comprendidos, en su mayoría, entre los años 2013 y 2022. La idea de la revisión de estos artículos es que se describa dimensionalmente tanto a las características de la pastura como al patrón de ingestión, y a partir de ello, se pueda respaldar la relación entre ambas, que ha sido explicada por muchos autores. Ello permitirá brindar la información necesaria para fundamentar la discusión que permita el aporte deseado de esta investigación.

3. RESULTADOS

En condiciones de pastoreo se producen interacciones entre las plantas y el animal, las que influyen cualitativa y cuantitativamente en el consumo de nutrientes. Las características químicas y estructurales

del pasto, la composición botánica y las prácticas de manejo, entre otros, regulan el consumo y con ello, el comportamiento animal (Andriamasinoro et al., 2016).

El pastoreo es el proceso en el cual el animal consume plantas para adquirir energía y nutrientes. A nivel de ecosistema involucra el flujo de energía desde niveles tróficos inferiores (organismos productores y descomponedores) y afecta la tasa y patrón del flujo de energía hacia niveles tróficos superiores al modificar la disponibilidad de nutrientes (Tedeschi et al., 2019). También se lo puede definir como la búsqueda (relevamiento, reconocimiento y decisión) de los sitios de alimentación y que una vez encontrado, el animal toma uno o más bocados, donde sus características (del bocado) determinarán su tiempo de manipulación (reunir el forraje dentro de la boca, arrancarlo, mastcarlo y tragarlo) (Moreira et al., 2019).

Si bien ya hace algunos años, a nivel internacional (Kao et al., 2020) regional (Chilibroste et al., 2015) y nacional (Piana & Marsden, 2014) se viene trabajando en analizar los factores de la pastura que afecten el consumo de rumiantes en pastoreo, haciendo especial énfasis en los mecanismos involucrados en la cosecha de alimento y su relación con la estructura de la pastura (Moreira et al., 2019), es necesario profundizar aún más en conocer las características del tapiz a la que el animal es sometido ya que es fundamental para poder conocer las respuestas que tanto el animal como la pastura van a presentar. Costa et al. (2020) afirman que el desarrollo morfofisiológico de los pastizales se ve afectado en gran medida por la defoliación, específicamente por el pastoreo. Además, los cambios en la cantidad, la calidad (características físicas y químicas) y la distribución del forraje disponible tienen un efecto importante sobre la respuesta animal, ya que las variaciones en cualquiera de estas variables afectan el área, la profundidad y el peso de bocado, pero la magnitud y dirección de la respuesta es compleja y muchas veces difícil de predecir (Moreira et al., 2019). Tedeschi et al. (2019), al estudiar el efecto de la suplementación con diferentes fuentes de carbohidratos en distintas ofertas de forraje en otoño en las características de la digestión ruminal, afirma que, ante una mayor disponibilidad de masa de forraje presente, los animales tuvieron la oportunidad de seleccionar la pastura con mayor digestibilidad. Andriamasinoro et al. (2016), mencionan a la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad y madurez del forraje como algunos de los factores de la pastura que determinan el consumo y que en la mayoría de las situaciones experimentales y en condiciones reales manifiestan una marcada interacción determinando que la importancia relativa de cada uno de ellos sea sumamente variable. Se hace necesario entonces conocer las características cuantitativas y estructurales de la pastura porque presentan un mayor efecto en la respuesta animal que en el valor nutritivo del forraje ya que modifica el comportamiento ingestivo a través del mayor consumo de materia seca (Kelln et al., 2021).

Los sistemas pastoriles se caracterizan por ser sumamente complejos, dado que, a la heterogeneidad natural, con variaciones espaciales y temporales en la distribución de distintos factores bióticos (cantidad y calidad de forraje) y abióticos (agua, topografía, abrigo y sombra), se suman las restricciones impuestas por el manejo humano (Snow et al., 2014). Para Menegazzi et al. (2021) el consumo de forraje en los animales en pastoreo está determinado por factores relacionados al animal, la pastura, el manejo y el ambiente. Todos estos factores condicionan el uso que el animal hace del ambiente para las distintas actividades de pastoreo, rumia, descanso y relaciones sociales y modifica sus patrones de movimiento y uso del espacio (Chilibroste et al., 2015).

Surge entonces la necesidad de proponer un modelo más detallado que explique de manera detallada la conducta de pastoreo del animal. Bailey & Provenza (2008) propusieron un modelo que jerarquiza el patrón de pastoreo de herbívoros: se identificaron 6 escalas jerárquicas, determinadas por las características del comportamiento y al tiempo dedicado en cada escala. La escala espacio temporal más pequeña corresponde al bocado, definida como la secuencia de prehensión del forraje mediante movimientos de mandíbula y lengua y finaliza con el movimiento de la cabeza (Galli et al., 2018). La estación

de pastoreo se establece cuando el animal deja de caminar, baja su cabeza y come una planta (Wan et al., 2015). Se describe como un semicírculo hipotético de plantas disponibles en frente del animal, que es posible alcanzar sin mover las patas delanteras (Bailey & Provenza, 2008). Un parche es un agregado de estaciones de pastoreo, separado de otros parches por una detención en la secuencia del pastoreo, cuando el animal busca dirigirse a un nuevo lugar (Bailey & Provenza, 2008). Los sitios de pastoreo, corresponden a la escala espacial en la cual se lleva adelante una sesión de pastoreo, definida como cambios en el comportamiento, pasando del pastoreo al descanso, rumia u otra actividad distinta al pastoreo (Bailey & Provenza, 2008). El área de pastoreo consiste en áreas centrales próximas donde los animales descansan y beben agua (Bailey & Provenza, 2008). Y finalmente encontramos la región de pastoreo. Cuando se trata de escalas espacio temporales mayores, las decisiones que tome el animal tendrán potencialmente mayor impacto sobre los procesos de pastoreo debido a que ocurren con poca frecuencia y determinan procesos a niveles inferiores (Bailey & Provenza, 2008). Al mismo tiempo los efectos del comportamiento a niveles jerárquicos inferiores podrán ser usados por el animal para desarrollar expectativas sobre las escalas superiores a través del uso de la memoria espacial. Así, los herbívoros integran información del comportamiento a niveles inferiores (bocado, estación de pastoreo y parche) para poder evaluar las alternativas a niveles mayores (sitios, áreas y regiones de pastoreo) (Bailey & Provenza, 2008).

El comportamiento ingestivo en pastoreo depende de las reacciones del animal a las variables de la interfase de éste con la planta (Chilibroste et al., 2015), esto implica la capacidad de los animales en pastoreo para modificar su comportamiento ingestivo cuando es requerido, con la finalidad de mantener un determinado nivel de consumo diario de forraje. Es justamente, en el componente “animal” donde intervienen distintos “mecanismos”, como el mecanismo de bocados y de distensión; el primero presenta un límite superior para el número y peso de bocados, y el de distensión asume un límite de llenado ruminal que cuando es alcanzado determina el consumo por el tiempo de retención (Kao et al., 2020).

Un factor que explica mucho del comportamiento de pastoreo es la selectividad (Tedeschi et al., 2019); (Cuchillo-Hilario et al., 2018), que fue definida como la remoción de algún o algunos componentes de la pradera, ya sean plantas o partes de ellas por sobre otras (Cuchillo Hilario et al., 2017; Gregorini et al., 2015). Esta se diferencia de preferencia, la cual se define como la acción de discriminar entre los componentes disponibles, sin restricción, presentes en un pastizal (Rivero et al., 2021); (Villalba et al., 2015). Lombardi et al. (2015) al respecto afirma que la búsqueda y selección abarcan en el movimiento del animal en el ambiente procesos cognitivos y sensoriales que hacen a la decisión de tomar un bocado en un lugar específico de la pastura. Es por ello que la selectividad no es un factor inherente al animal, sino que depende también de la pastura. El que un animal sea capaz de expresar su selectividad o no, depende de las características de la pastura y del manejo del pastoreo. Para Wan et al. (2015) la selectividad varía mucho con la heterogeneidad de la pastura, ya que para que un animal seleccione un bocado y rechace otro tiene que ser capaz de diferenciarlo, identificarlo y tomarlo, y se asume que cuando el animal pastorea busca los sitios de alimentación mientras camina ya que del total de esos sitios el animal selecciona unos y rechaza otros. Los atributos de la pastura posibilitarían que se exprese mejor la selectividad. Consecuentemente en pasturas que ofrecen bocados pequeños el tiempo de búsqueda sería limitante, mientras en aquellas que ofrecen bocados más pesados lo sería el tiempo de masticación (Wan et al., 2015). Cabe mencionar que los rumiantes son animales selectivos y el contenido de nutrientes que consumen es usualmente diferente al contenido de nutrientes ofrecido por la pastura (Allothman et al., 2019).

El bocado fue definido como el acto de arrancar una cantidad de pasto por parte del animal, ignorando los movimientos de la quijada asociados inicialmente con la colocación del pasto en la boca y con la manipulación de este dentro de ella antes de tragarlo; y se inserta en el proceso de pastoreo al ser tomado (uno o varios) por parte del animal cuando este encuentra el sitio de alimentación (Chilibroste et al., 2015).

La TB y TP pueden ser medidos visualmente o automáticamente (Gregorini et al., 2015). La estimación visual de la TB requiere el registro de movimientos de la cabeza y sonidos asociados a la prehensión de la pastura. La medición visual para el TP está basada en registros de la actividad de pastoreo a diferentes intervalos (Delagarde & Lamberton, 2015). Rutter et al. (1997) desarrollaron un método para registrar la conducta de pastoreo automáticamente el cual tienen diversas ventajas como el escaso número de personas requeridas, menos operadores asociados a menor error, y un mayor detalle de la información.

La TB hace referencia al número de bocados que el animal en pastoreo realiza durante una determinada unidad de tiempo y por ello la hace un componente sensible en la conducta de pastoreo. Chilbroste et al. (2015) afirman que a medida que transcurre la sesión de pastoreo los animales buscan y caminan con mayor intensidad, lo que provoca una reducción en la velocidad de consumo y por ende en la TB. Moreira et al. (2019) ve en el aumento del número de los intervalos cortos para la toma de un bocado hacia el final de la sesión de pastoreo, una explicación para la disminución en la TB conforme transcurre la sesión de pastoreo.

Algunos autores también consideran que la TB está limitado por la velocidad del movimiento mandibular al masticar el bocado, dado por la morfología mandibular de cada animal; pero por debajo de cierto nivel, es la estructura de la pradera la que podría empezar a involucrarse ejerciendo una interacción (Kao et al., 2020; Piana & Marsden, 2014). Delagarde & Lamberton (2015), afirman que las modificaciones en la TB se dan en respuesta directa a cambios en la pastura y no a un intento del animal por compensar el menor peso de bocado, ya que el “costo fijo”, que es el tiempo de aprehensión, provocaría que aun cuando la TB aumente (menores tiempos de masticación), la tasa de consumo se reduzca y es justamente este mecanismo el que explicaría por qué la TB no tiene efecto compensador capaz de mantener la velocidad de ingesta frente a una reducción del peso de bocado. Algunos autores ven explicada la relación negativa entre la TB con la biomasa y altura de la pastura en el peso de bocado, principalmente porque la relación entre los movimientos de aprehensión y los movimientos mandibulares totales aumenta a medida que crece el peso del bocado (Kelln et al., 2021; Orr et al., 2001), trabajando con ovejas, encontraron que la tasa de movimientos mandibulares durante el pastoreo fue prácticamente insensible a las características de la pastura, donde los movimientos de prehensión representaron el 20 % de los movimientos mandibulares totales, cuando el consumo por bocado fue de 200 mg de MS, mientras que llegaron al 80% de los movimientos mandibulares totales con pasturas de poca altura y muy distribuida espacialmente. Chilbroste et al. (2015) encontraron que no siempre un aumento en el peso de bocado irá acompañado por disminución en la TB, ya que existe un rango de pesos de bocados (0,5 a 1,5 g/bocado) dentro del cual el animal es capaz de superponer aprehensión con masticación (movimientos mandibulares compuestos = MMC). También se han obtenido los mismos resultados trabajando con rangos más amplios del peso de bocado. Cuchillo-Hilario et al. (2018) obtuvieron para vacas en pastoreo continuo de rye grass, una disminución de la MB de 0,31 g materia orgánica (MO)/bocado en alturas de 7 o 9 cm a 0,23 g MO/bocado en alturas de 5 cm, mientras que ni la TB (76 bocados/min) ni el TP (604 min/día) fueron afectados por la altura de la superficie de la pastura. Gregorini et al. (2015) encontraron una disminución en la MB de 1,28 a 0,66 g MS/bocado en un experimento con reducciones en la altura de la superficie de la pradera (de 21 a 7 cm) y de 1 a 0,66 g MS/bocado en un segundo experimento con reducciones en la altura de la superficie de la pradera (de 11 a 6 cm), mientras que la TB no fue afectado (56 bocados/min en experimento 1; 62 bocados/min en experimento 2).

Boval & Sauvart (2021) especuló además que la profundidad de bocado puede ser la variable que determina la reducción en la tasa de consumo cuando la altura es reducida. Trabajos más detallados confirmaron que la profundidad de bocado está muy relacionada a la altura de la pastura (Bonnet et al., 2014). También la altura de la pastura es considerada como la variable más directamente asociada al peso de bocado y al consumo (Lombardi et al., 2015) y es la restricción más importante para la masa del bocado en pasturas templadas con su efecto mayor en la profundidad del bocado más que en el área de bocado

(Prache & Peyraude, 2015). Estas afirmaciones concuerdan con los resultados obtenidos por autores que observaron una disminución en la MB al reducir la altura de la pastura, en vacas lecheras suplementadas (Bonnet et al., 2014) y no suplementadas (Cuchillo-Hilario et al., 2018); (Villalba et al., 2015) y (Delagarde & Lamberton, 2015), basados en experimentos conducidos principalmente con raigrás perenne, encontraron que incrementos de altura tienen un efecto positivo en el tamaño de bocado y así en la tasa de consumo, mientras que una baja densidad y bajo contenido de hoja tienen un efecto negativo en el tamaño de bocado. Moreira et al. (2019) encontraron que a medida que la altura disminuye, el peso de bocado declina. Pero otros autores también afirman que la relación que existe entre la altura de la pastura y el peso de bocado no es constante debido a que una misma altura puede determinar diferentes pesos de bocados dependiendo de las especies que la componen, de su estructura, de su estado fenológico e incluso según el manejo del pastoreo: continuo vs. rotativo (Orr et al., 2001).

En pasturas altas el efecto de la altura es más importante, pero en pasturas cortas el efecto de la densidad se incrementa (Chilibroste et al., 2015). Por eso algunos autores afirman que conjuntamente con la altura hay otros factores adicionales que afectan el consumo del animal en pastoreo, como la densidad de la pastura (McCarthy et al., 2016).

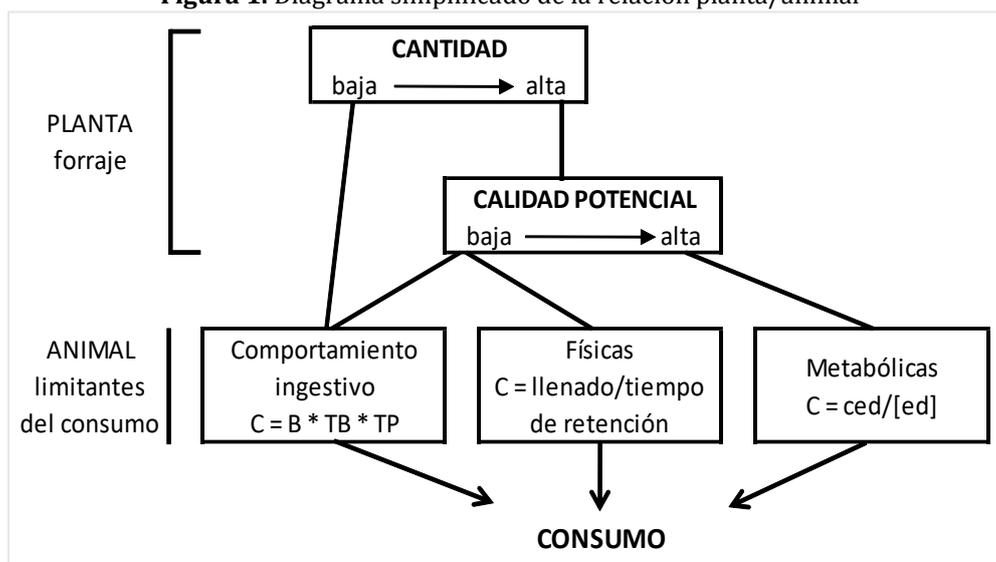
Los animales en pastoreo tienden a compensar una baja tasa de consumo aumentando el TP diario y de este modo, la ingesta diaria es menos sensible que la tasa de consumo frente a condiciones limitantes de la pastura, aunque no pocas veces esta compensación es insuficiente (Chilibroste et al., 2015). El TP diario es función de la calidad y de la disponibilidad del forraje (Alothman et al., 2019). Wan et al. (2015) corrobora lo anteriormente dicho al concluir que los animales reducen el TP diario a medida que la digestibilidad del forraje decrece y el tiempo de retención ruminal aumenta, en cambio cuando la cantidad de forraje es restringida, el animal compensa aumentando el TP. Se ha afirmado que a medida que la altura de la pastura disminuye, el peso de bocado declina y puede ser compensado dentro de ciertos límites por un aumento en el TP y en la tasa de bocado. Las posibilidades de compensación son limitadas debido a que se hace sumamente complicado que los animales puedan superar tiempos de pastoreo de 10 – 11 h/día (Rivero et al., 2021), ni aumentar la tasa de cosecha más allá de lo que le permite su anatomía bucal (Chilibroste et al., 2015).

Saha et al. (2019), al hablar de la calidad de las pasturas, afirman que cambios en la composición química del forraje verde disponible en cada rebrote, en especial en el contenido de fibra, van a modificar el consumo de MS y la producción del animal. Li et al. (2016), encontraron que en las pasturas con mayor edad de rebrote se obtuvo mayor consumo de materia seca como resultado de tapices más altos y más densos que determinaron tasas de bocado y tiempos de pastoreo menores, mientras que Menegazzi et al. (2021), encontraron que, en pasturas de menor altura, el TP aumentó progresivamente. Kelln et al. (2021) muestran que los animales con acceso a las pasturas de mayor densidad hicieron una mejor utilización del forraje disponible y lograron mayor consumo de materia seca. Consecuentemente el tiempo de cosecha (tiempo requerido para tomar un bocado, manipularlo y masticarlo antes de tragarlo) pasa a ser el principal factor influyente en la tasa de consumo (Alothman et al., 2019). Con respecto a la influencia de la disponibilidad de la pastura en el TP, Andriamasinoro et al. (2016) observaron que el TP aumenta a medida que disminuye la biomasa o la altura de la pastura, pero puede no haber respuesta a variaciones en biomasa, o esa respuesta podría ser una curvilínea, donde el TP máximo se obtiene con cantidades intermedias de biomasa. El consumo se ve restringido cuando las alturas son muy bajas y los mecanismos de compensación no son suficientes. Tedeschi et al. (2019) indica que, para los ovinos, el consumo se restringe cuando la pastura está por debajo de los 6 cm; y para los vacunos, cuando está por debajo de los 9 cm. El estrato inferior a 5 cm representa el menos disponible para el animal, porque con alturas menores no tendrá posibilidades físicas de cosechar la cantidad de forraje que necesita dentro del TP (Moreira et al., 2019).

Es importante conocer el contenido de fibra de la pastura y su efecto en la conducta de pastoreo y por ello ha sido motivo de estudio de varios autores. Kao et al. (2020) afirma que incrementos en el tiempo de cosecha en pasturas con edades de rebrote avanzadas se debieron a un aumento en el tiempo para seleccionar. (Piana & Marsden, 2014) encuentran que un nivel de fibra alto en la pastura causa un aumento en el tiempo de toma, manipulación y masticación del bocado. Chilibroste et al. (2015) determinaron que los alimentos más fibrosos requieren más tiempo de masticación por unidad de peso y por lo tanto se puede esperar que la relación hoja/tallo, material vivo/muerto y la madurez de los tejidos influyan en el tiempo de masticación. Se ha concluido también que a medida que la planta madura, se da un progresivo incremento en los constituyentes estructurales que no son digeridos en el retículo rumen y/o con una tasa de pasaje más lenta, que finalmente da a lugar una disminución en el consumo; es decir que el exceso de fibra en la dieta limita el consumo voluntario (Moreira et al., 2019). Sin embargo, Costa et al. (2020) encontraron resultados contradictorios al observar una correlación positiva ($p < 0,01$) entre el consumo de materia seca (CMS) y los porcentajes de nutrientes digestibles totales (NDT) y FDN de la dieta consumida, resultados que se ven explicados por los efectos físicos que interfiere sobre el consumo (Tedeschi et al., 2019).

Chilibroste et al. (2015) consideran que el TP está limitado por: 1. La biomasa disponible por animal y por día. 2. Los controles físicos y metabólicos. 3. El tiempo máximo de pastoreo diario. En los casos 1 y 2, el animal aumenta su TP, a una tasa de consumo dada, en respuesta a una mayor biomasa disponible o por su mayor capacidad de consumo. (Andriamasinoro et al., 2016) mencionan que el TP, TB y masa de bocado (MB) disminuyen bajo condiciones pobres de pastura. Entonces, la variación del TP, también sería una respuesta a variaciones en la pastura y no un mecanismo de compensación (Chilibroste et al., 2015). Kelln et al. (2021) obtuvieron mayor TP con baja altura de la pastura. En el caso 3, nos situamos cuando existe baja tasa de consumo, donde aparentemente no actuarían los controles físicos y metabólicos. En estos casos para explicar el TP, se ha hablado del efecto de fatiga o de la necesidad de disponer de tiempo para otras actividades. Al respecto, Menegazzi et al. (2021) mencionan que la mayor limitante del TP para compensar una reducción en la MB es el tiempo requerido por otras actividades como la rumia. Consecuentemente se afirma que un incremento en el TR puede considerarse un aumento en el costo de cosecha (Chilibroste et al., 2015). Y el aumento en el costo de cosecha, si bien no afecta directamente la tasa de consumo, afecta el consumo total diario al reducir el tiempo disponible para el pastoreo (Galli et al., 2018).

A modo de resumen, Moore citado por Tedeschi et al. (2019) propone un diagrama simplificado de la relación planta-animal. En éste se sugiere al carácter del forraje como factor determinante para el consumo cuando la oferta de forraje es alta, ya que, si la calidad es baja, el factor limitante será la capacidad de distensión ruminal, y si es alta, la limitante será dada por los mecanismos metabólicos. En caso inverso, si la cantidad de forraje es baja, el carácter (calidad) del forraje puede tener poco o ningún efecto sobre el consumo, debido a que el consumo es afectado por el comportamiento ingestivo del animal a través de limitaciones en el peso de bocado, la TB y/o el tiempo de pastoreo. Este tipo de limitaciones también podría darse en condiciones de alta cantidad de forraje, pero de baja disponibilidad efectiva o accesibilidad.

Figura 1. Diagrama simplificado de la relación planta/animal

C = consumo; B = peso de bocado; TB = tasa de bocado; TP = tiempo de pastoreo; ced = consumo de energía digestible; [ed] = concentración de energía digestible.

4. CONCLUSIONES

La estructura de la pastura puede estar dada por datos globales como la densidad, biomasa total, altura del canopeo, cobertura y digestibilidad; sin embargo, esto puede llegar a ser insuficiente, dado que la estrecha relación e interdependencia entre estas variables determina que no es factible cambiar una sola variable sin modificar al menos una de las restantes.

Entender la interfase planta – animal nos permitirá visualizar con claridad los mecanismos de acción del comportamiento ingestivo animal, y así poder manejar este proceso con resultados convenientes.

Los residuos animales en las actividades productivas pecuarias han sido catalogados como una de las principales causas de contaminación ambiental (emisión de gas metano), por lo que es necesario entender el comportamiento animal ante la pastura a que se le expone, para poder empezar a encontrar relaciones que nos permitan manejar estas consecuencias negativas.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Curación de datos: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Análisis formal: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Investigación: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Metodología: Gutiérrez-Arce, F. y Rojas-Vásquez, Z.

Supervisión: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Validación: Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Redacción - borrador original: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.
Redacción - revisión y edición: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alothman, M., Hogan, S. A., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K. N., O'Donovan, M., Tobin, J., Fenelon, M. A., & O'Callaghan, T. F. (2019). The "Grass-Fed" Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods*, 8(8), 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>
- Andriamasinoro, L., Andriamandroso, H., & Bindelle, J. (2016). A review on the use of sensors to monitor cattle jaw movements and behavior when grazing. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20(1), 273–286. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13058>
- Bailey, D. W., & Provenza, F. D. (2008). Mechanisms determining large-herbivore distribution. In H. H. T. Prins & F. Van Langevelde (Eds.), *Resource Ecology* (Vol. 23, pp. 386–400). Wageningen UR Frontis Series. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6850-8_2
- Bonnet, O., Meuret, M., Tischler, M., Cezimbra, I., Azambuja, J., & Carvalho, P. (2014). Continuous bite monitoring: a method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions. *Animal Production Science*, 55(3), 339–349. <https://doi.org/10.1071/AN14540>
- Boval, M., & Sauvant, D. (2021). Ingestive behaviour of grazing ruminants: Meta-analysis of the components linking bite mass to daily intake. *Animal Feed Science and Technology*, 278. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115014>
- Chilibroste, P., Gibb, M. J., Soca, P., & Mattiauda, D. A. (2015). Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: do they follow a predictable pattern? *Animal Production Science*, 55(3), 328–338. <https://doi.org/10.1071/AN14484>
- Costa, O., Ferreira, O., Henrique, D., Vaz, R., Fluck, A., Paris, W., Kroning, A., Griffith, L., & Matos, O. (2020). Morphophysiology of forage peanut submitted to different intensities of defoliation on grazing with sheep. *Trop Anim Health Prod*, 52(2), 547–554. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02041-7>
- Cuchillo-Hilario, M., Wrage-Mönnig, N., & Isselstein, J. (2018). Forage selectivity by cattle and sheep co-grazing swards differing in plant species diversity. *Grass and Forege Science*, 73(2), 320–329. <https://doi.org/10.1111/gfs.12339>
- Cuchillo Hilario, M., Wrage-Mönnig, N., & Isselstein, J. (2017). Behavioral patterns of (co-)grazing cattle and sheep on swards differing in plant diversity. *Applied Animal Behaviour Science*, 191, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.02.009>
- Delagarde, R., & Lamberton, P. (2015). Daily grazing time of dairy cows is recorded accurately using the Lifecorder Plus device. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.01.014>
- Favorito, J. E., Grossl, P. R., Davis, T. Z., Eick, M., & Hankes, N. (2021). Soil-plant-animal relationships and geochemistry of selenium in the Western Phosphate Resource Area (United States): A review. *Chemosphere*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128959>
- Galli, J. R., Cangiano, C. A., Pece, M. A., Larripa, M. J., Milone, D. H., Utsumi, S. A., & Laca, E. A. (2018). Monitoring and assessment of ingestive chewing sounds for prediction of herbage intake rate in grazing cattle. *Animal*, 12(5), 973–982. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002415>
- Gregorini, P., Villalba, J. J., Provenza, F. D., Beukes, P. C., & Forbes, J. M. (2015). Modelling Preference and

- Diet Selection Patterns by Grazing Ruminants: A Development in a Mechanistic Model of a Grazing Dairy Cow, MINDY. *Animal Production Science*, 55, 360–375. <https://doi.org/10.1071/AN14472>
- Kao, P. T., Darch, T., McGrath, S. P., Kendall, N. R., Buss, H. L., Warren, H., & Lee, M. R. F. (2020). Chapter Four - Factors influencing elemental micronutrient supply from pasture systems for grazing ruminants. *Advances in Agronomy*, 164, 161–229. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.06.004>
- Kelln, B. M., Penner, G., Acharya, S., McAllister, T., & Lardner, H. (2021). Impact of condensed tannin-containing legumes on ruminal fermentation, nutrition, and performance in ruminants: a review. *Revista Canadiense de Ciencia Animal*, 101(2). <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0096>
- Li, Y., Fan, J., Hu, Z., Shao, Q., & Harris, W. (2016). Comparison of evapotranspiration components and water-use efficiency among different land use patterns of temperate steppe in the Northern China pastoral-farming ecotone. *International Journal of Biometeorology*, 60, 827–841. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1076-9>
- Lombardi, D., Vasseur, E., Berthiaume, R., DeVries, T., & Bergeron, R. (2015). Feeding preferences and voluntary feed intake of dairy cows: Effect of conservation and harvest time of birdsfoot trefoil and chicory. *Journal of Dairy Science*, 98(10). <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9427>
- McCarthy, B., Delaby, L., Pierce, K. M., McCarthy, J., Fleming, C., Brennan, A., & Horan, B. (2016). The multiyear cumulative effects of alternative stocking rate and grazing management practices on pasture productivity and utilization efficiency. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3784–3797. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9763>
- Menegazzi, G., Giles, P., Oborsky, M., Fast, O., Mattiauda, D., Genro, T., & Chilibroste, P. (2021). Effect of Post-grazing Sward Height on Ingestive Behavior, Dry Matter Intake, and Milk Production of Holstein Dairy Cows. *Animals*, 11. <https://doi.org/10.3389/anim.2021.7426>
- Moreira, T., Nicolino, R., Meneses, R., Fonseca, G., Rodriguez, L., Filo, E., & Carvalho, A. (2019). Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10369–10378. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16215>
- Orr, R. J., Cook, J. E., Champion, R. A., & Rook, A. J. (2001). Intake Characteristics and Performance of Contrasting Grass Varieties Continuously Stocked with Sheep. *XIX International Grassland Congress*. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4417&context=igc>
- Piana, R. P., & Marsden, S. J. (2014). Impacts of cattle grazing on forest structure and raptor distribution within a neotropical protected area. *Biodiversity and Conservation*, 23, 559–572. <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0616-z>
- Prache, S., & Peyraude, J. (2015). Foraging Behavior and intake in temperate cultivated grassland. *XIX International Grassland Congress*. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4127&context=igc>
- Rivero, J., Grau-Campanario, P., Mullan, S., Held, S., Stokes, J., Lee, M., & Cardenas, L. (2021). Factors Affecting Site Use Preference of Grazing Cattle Studied from 2000 to 2020 through GPS Tracking: A Review. *Sensors*, 21(8). <https://doi.org/10.3390/s21082696>
- Rutter, S. M., Champion, R. A., & Penning, P. D. (1997). An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Applied Animal Behaviour Science*, 54(2–3), 185–195. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01191-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01191-4)
- Saha, S., Amalfitano, N., Sturaro, E., Schiavon, S., Tagliapietra, F., Bittante, G., Carafa, I., Franciosi, E., & Gallo, L. (2019). Effects of Summer Transhumance of Dairy Cows to Alpine Pastures on Body Condition, Milk Yield and Composition, and Cheese Making Efficiency. *Animals*, 9(4).

<https://doi.org/10.3390/ani9040192>.

- Schären, M., Seyfang, G. M., Steingass, H., Dieho, K., Dijkstra, J., Hüther, L., Frahm, J., Beineke, A., Soosten, D. vo., Meyer, U., Breves, G., & Dänicke, S. (2016). The effects of a ration change from a total mixed ration to pasture on rumen fermentation, volatile fatty acid absorption characteristics, and morphology of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *99*(5), 3549–3565. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10450>
- Snow, V. O., Rotz, C. A., Moore, A. D., Martin-Clouaire, R., Johnson, I. R., Hutchings, N. J., & Eckard, R. J. (2014). The challenges and some solutions to process based modelling of grazed agricultural systems. *Environmental Modelling & Software*, *62*, 420–436. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.03.009>
- Tedeschi, L. O., Molle, G., Menendez, H. M., Cannas, A., & Fonseca, M. A. (2019). The assessment of supplementation requirements of grazing ruminants using nutrition models. *Translational Animal Science*, *3*(2), 811–828. <https://doi.org/10.1093/tas/txy140>
- Villalba, J. J., Provenza, F. D., Catanese, F., & Distel, R. A. (2015). Understanding and manipulating diet choice in grazing animals. *Animal Production Science*, *55*(3), 261–271. <https://doi.org/10.1071/AN14449>
- Wan, H., Bai, Y., Hooper, D. U., Schönbach, P., Gierus, M., Schiborra, A., & Taube, F. (2015). Selective grazing and seasonal precipitation play key roles in shaping plant community structure of semi-arid grasslands. *Landscape Ecology*, *30*(1767–1782). <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0252-y>