

## Estimación del consumo de pasto por vaca y por hectárea a nivel de predios lecheros: indicadores prácticos para toma de decisiones de manejo.

Ing Agron. Rémy Delagarde.

PEGASE, INRA-Agrocampus Ouest 16 Le ClosF-35590 Saint-Gilles  
 Instituto Nacional de Investigación Agronómica de Francia (INRA)  
 E mail: remy.delagarde@inra.fr

### RESUMEN

El consumo de pastura por parte de las vacas lecheras en pastoreo es multifactorial, no es fácil de medir, incluso en establecimientos experimentales, por lo que es difícil estimarlas en establecimientos comerciales. Ahora se dispone de varios modelos para predecir la ingesta de pasturas de vacas lecheras en pastoreo, teniendo en cuenta las características de las vacas, la calidad de las pasturas, las condiciones de pastoreo (disponibilidad de pasturas y disponibilidad de tiempo) y la estrategia de suplementación (concentrados y forrajes ensilados). Sin embargo, este enfoque requiere el registro de varias variables difíciles de obtener, en particular para cuantificar la disponibilidad y la calidad de la pastura y a menudo, software para los cálculos. Según el sistema de pastoreo, varios indicadores prácticos permiten calificar la intensidad del pastoreo, que es el grado de restricción de la ingesta en comparación con la ingesta *ad libitum* debido a las condiciones de pastoreo. Sin embargo, la mayoría de estos indicadores aún requieren mediciones en el campo, como la altura de la pastura antes y después del pastoreo, lo que también requiere mucho tiempo. Se ha desarrollado un método simplificado para ser utilizado por los propios productores para estimar en cada potrero, en cada pastoreo, y por lo tanto también a nivel de año, la cantidad de tasa de utilización de pasturas (kg MS/ha/año) así como la ingesta de pasto en base a cada vaca (kg MS/vaca/día), a partir de grabaciones simples de eventos de pastoreo, sin ninguna medida

en el campo. La experiencia del productor se requiere principalmente para estimar la cantidad de suplementos consumidos, el color de la pastura antes del pastoreo (como indicador de calidad) y la intensidad del pastoreo post-pastoreo (a través de 4 clases de intensidad). Este método se utiliza actualmente en establecimientos comerciales en Francia en varios proyectos, se desarrollará el próximo año en una versión para teléfono inteligente y podría adaptarse fácilmente a otras condiciones que no sean las condiciones europeas.

### 1. INTRODUCCIÓN

Para aumentar la eficiencia de los sistemas de pastoreo en ganado lechero, es necesario estimar mejor las variaciones de la ingesta de pasturas de acuerdo con las prácticas de manejo de pastoreo o alimentación. Se sabe que los factores de manejo del pastoreo (asignación de pasturas, altura de pastura antes y después del pastoreo, tiempo de acceso diario), que dependen principalmente de las decisiones del productor, afectan la ingesta diaria de pasturas, en interacción con las características de las vacas, el valor nutritivo de la pastura y la estrategia de suplementación. Como la ingesta de pasturas en el pastoreo siempre es difícil de medir, se pueden usar modelos predictivos precisos para ayudar a las decisiones, siempre que haya información de entrada disponible. Sin embargo, a nivel de establecimiento, la descripción precisa del estado de las pasturas y las condiciones de pastoreo, así como las características de los animales y la calidad de las pasturas, es inusual, lo que hace difícil predecir o estimar el

consumo. La estimación de la ingesta diaria o semanal por vaca puede ser importante para un punto de vista nutricional para el manejo de la producción de leche, pero estimar la ingesta anual de pasturas en cada potrero puede ser al menos tan importante para saber qué cantidad de pasturas se utiliza realmente en el pastoreo, lo que también permite cuantificar los efectos de las prácticas sobre la tasa de utilización de los pasturas a nivel del año. Nuestra hipótesis es que al proporcionar un método simple para calcular la cantidad de pasturas consumidas (en t MS/ha/año) por las vacas lecheras en pastoreo, en cada potrero, permitiría a los productores adquirir confianza en los sistemas de pastoreo y/o mejorar su manejo del pastoreo para una mejor eficiencia en el uso de pasturas. Los objetivos de este documento son 1) recordar las fuentes y rango de variación de la ingesta de pasturas debido a algunos factores principales, 2) describir los principales indicadores prácticos de la intensidad del pastoreo, como un determinante principal de la eficiencia del uso de pasturas y 3) describir un método nuevo y muy simplificado utilizado en Francia para estimar la ingesta de pasturas en sistemas de pastoreo a nivel de rodeo, potrero y año.

## **2. Fuentes y rango de variación de la ingesta de pasturas en vacas lecheras**

La regulación de la ingesta de pasturas de las vacas lecheras es multifactorial y está relacionada con las interacciones entre las características del animal (que definen la capacidad de ingesta de la vaca), la calidad de la pastura (que define la ingestibilidad de la pastura), el manejo del pastoreo (que define la disponibilidad de pasturas y las condiciones de pastoreo) y la estrategia de suplementación (Poppi et al., 1987; Delagarde et al., 2011a).

### **2.1. Características de los animales y calidad del pasto.**

Las características de los animales que afectan positivamente su capacidad de ingesta (por ejemplo, su capacidad para consumir una dieta estándar) son la edad, la paridad, la producción potencial de leche y el peso corporal. Por el contrario, el puntaje de condición corporal, la etapa de la lactancia y la etapa de gestación tienen un efecto negativo en la capacidad de ingesta (Faverdin et al., 2011; INRA, 2018). La ingestibilidad del pasto (por ejemplo, su capacidad para ser ingerido por

un animal estándar) se basa en la familia botánica, la especie y la calidad, principalmente la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), y las concentraciones secundarias de proteína cruda y materia seca (INRA, 2018). La DMO es de importancia primordial debido a su efecto positivo y multiplicativo tanto en la concentración de energía neta como en la ingestibilidad, y por lo tanto en la ingesta diaria de energía neta. Con una digestibilidad similar, las leguminosas son un 10-15% más ingeribles que las gramíneas.

### **2.2. Condiciones de pastoreo.**

Las condiciones de pastoreo se pueden describir tanto por la disponibilidad de pasto (masa de pasturas y la asignación de pasturas) como por la disponibilidad de tiempo (tiempo de acceso diario al pasto).

En el pastoreo rotativo, la disponibilidad de los pastos se determina principalmente por la asignación diaria de pastos (en kg de MS/vaca/d, Pérez-Prieto y Delagarde, 2013), pero también por la masa de pasturas antes del pastoreo (Pérez-Prieto y Delagarde, 2012). La relación entre el consumo de pasturas/asignación de pasturas es curvilínea o exponencial, y el consumo de pasturas alcanza una meseta para una asignación de pasturas de 50 kg MS/vaca/d cuando la masa de pastura se estima a nivel del suelo de 20 a 25 kg de MS/vaca/d cuando la masa de pasto se estima por encima de 4-5 cm desde el nivel del suelo. En estas asignaciones de pasturas, las vacas pueden considerarse como alimentadas *ad libitum*, y el pastoreo puede definirse como laxo, con una tasa baja de utilización de pasturas y una altura de pastos post-pastoreo alta. En la práctica, los productores reducen voluntariamente o no la asignación de pasturas para controlar la altura de los pastos después del pastoreo y para aumentar la tasa de utilización de los pasturas en cada rotación, controlando así el estado y la calidad de pasturas el mayor tiempo posible durante la temporada de pastoreo. La consecuencia es una reducción de la ingesta diaria de pasturas en comparación con la ingesta *ad libitum*, en aproximadamente un 5% (por ejemplo, 1 kg de MS/d) para un manejo de pastoreo «equilibrado», en un 10% (por ejemplo, de 1.5 a 2 kg de MS/d) para una manejo de pastoreo severo, y en un 15% para un manejo de pastoreo muy severo (por ejemplo, -2.5 a 3 kg MS/d)

(Pérez-Prieto y Delagarde, 2013). Las variaciones relativas de la ingesta de pastos por hectárea son mucho más importantes. Una reducción del 10% de la ingesta diaria a través del aumento de la presión de pastoreo conduce a un aumento del 20% en la utilización de pasturas por hectárea durante un ciclo de pastoreo. A lo largo del año, se estima que las variaciones de la ingesta de pasturas o el rendimiento de leche por hectárea son 8 veces mayores que por vaca (McCarthy et al., 2011; Peyraud y Delagarde, 2013). Esto significa que las vacas tienen una gran capacidad para adaptar su comportamiento y para pastar más profundamente en pasturas cuando se restringe la asignación de pasturas. Solo necesitan tiempo para esto, y se ha estimado que cualquier aumento en el tiempo de residencia del 50% en un potrero en comparación con la situación *ad libitum* solo reduce la ingesta de pastura en un 10% (pastoreo severo), independientemente de la altura de los pastos antes del pastoreo (Delagarde, 2009). La implicación es que un manejo de pastoreo diseñado para maximizar la ingesta individual de vacas y la producción de leche es ineficiente para maximizar la utilización de pasturas y la producción de leche por hectárea (Romera y Doole, 2015), a menos que el nivel de suplementación sea mayor. Por lo tanto, en resumen, limitar la asignación de

pasturas para alimentar a las vacas solo al 90% de su nivel de ingesta voluntaria podría ser una buena pauta de pastoreo para alcanzar un buen equilibrio entre la producción de leche por vaca y por hectárea. Desafortunadamente, la asignación de pasturas no es fácil de medir y administrar todos los días a nivel de establecimiento, particularmente cuando cambia el nivel de suplementación. La sección 3 presenta varios indicadores prácticos de la intensidad del pastoreo, que podrían usarse en establecimientos comerciales para mejorar el manejo del pastoreo.

La disponibilidad de tiempo puede ser limitante para la ingesta y la producción de leche cuando el tiempo de acceso diario al pasto está restringido (Chilibroste et al., 2007; Pérez-Ramírez et al., 2009; Mattiauda et al., 2019). Se ha demostrado que esta restricción es principalmente importante cuando el tiempo de acceso es inferior a 8 h, debido a la incapacidad de las vacas lecheras para mantener el tiempo de pastoreo y para compensar con un aumento correspondiente en la tasa de consumo de pasturas (Pérez-Ramírez et al., 2009; Delagarde et al., 2011a y 2011b). Las recomendaciones para el tiempo mínimo de acceso diario a las pasturas pueden variar según el nivel de suplementación y la altura del pasto, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tiempo de acceso al pastoreo mínimo recomendado (horas/día) para vacas lecheras según el nivel de suplementación y la altura del pasto pre-pastoreo (adaptado de Peyraud y Delagarde, 2013).

Suplementos ingeridos (forrajes + concentrados, kg MS/d)	0 <sup>(1)</sup>	5 <sup>(1)</sup>	10	15
Altura del pasto no limitante (> 8-10 cm) <sup>(2)</sup>	8-10 h	4-6 h	3-4 h	2-3 h
Altura del pasto limitante (< 8-10 cm) <sup>(2)</sup>	10-12 h	6-8 h	5-6 h	3-4 h

<sup>(1)</sup> Cuando el nivel de suplementación es bajo, dividir el tiempo de acceso en dos períodos por día, por ejemplo después de cada ordeño, permite reducir el tiempo total de acceso por 1 ó 2 h/d comparando a los valores de la tabla, sin efecto negativo sobre el consumo de pasto ó la producción de leche.

<sup>(2)</sup> Altura medida con un plato

#### 2.4. Suplementación.

El tipo y nivel de suplementación afecta en gran medida la ingesta de pasturas a través del efecto de sustitución entre pasturas y suplementos pastados (Faverdin et al., 2011; Delagarde et al., 2011b). Los principales factores



que afectan la tasa de sustitución y el rango de sustitución que se puede observar entre pasturas y los concentrados, entre pasturas y los forrajes conservados, según la intensidad del pastoreo, se describen en la siguiente sección (Delagarde, 2019).

### *2.5. Rango de variación de la ingesta de pasto y producción de leche.*

Finalmente, el rango de consumo de pasto entre vacas en el mismo rodeo (debido a la paridad, el peso, la producción de leche) puede ser de 5 a 6 kg MS/d, para un rango en la producción de leche de al menos 10 a 20 kg/d. El rango de ingesta de pasturas entre pasturas de diferente calidad (de pasturas de muy alta a baja calidad) puede ser de 3 a 4 kg MS/d, para un rango correspondiente en la producción de leche de 6 a 8 kg/d, debido al efecto multiplicativo de digestibilidad de los pastos sobre su concentración de energía y su ingestibilidad. El rango de ingesta de pasturas entre varios sistemas de pastoreo (presión de pastoreo baja a alta, administración de pasturas o tiempo de acceso diario) puede ser finalmente de solo 2 a 3 kg MS/d, con una variación correspondiente de producción de leche de 2 a 3 kg/d, porque la calidad del pasto seleccionado es relativamente insensible al manejo del pastoreo. Finalmente, estos rangos muestran que la ingesta, e incluso más producción de leche por vaca, se debe principalmente a las características de los animales y al tipo y calidad de las pasturas, y que el manejo del pastoreo solo afecta marginalmente a la ingesta y la producción. Esta es la razón principal por la que es esencial administrar y controlar la intensidad del pastoreo en los sistemas de pastoreo: los efectos leves relativos en el rendimiento por vaca en comparación con el gran efecto en el rendimiento por hectárea (McCarthy et al., 2011; Peyraud y Delagarde, 2013), determinando las eficiencias técnicas y económicas de los sistemas de pastoreo (Romera y Doole, 2015). ¿Pero cómo manejar este grado de intensidad de pastoreo en la práctica? Algunos indicadores que podrían usarse en la granja se describen en la siguiente sección.

## **3. Indicadores de intensidad del pastoreo**

### *3.1. Evolución intermedia de la producción de leche*

Bajo el sistema de pastoreo de bandas o cuando el tiempo de residencia en un potrero es

corto (1 a 4 días), no es posible relacionar la variación diaria de la producción de leche con la evolución del estado de pasturas y de las condiciones de pastoreo debido al efecto buffer del rumen. Sin embargo, bajo un sistema de pastoreo rotativo simplificado, con 8 a 12 días por potrero, la evolución diaria de la producción de leche se puede usar como una herramienta de decisión para cambiar de potrero (Hoden et al., 1986; Hoden et al., 1991). Como ejemplo, en la estación experimental de Le Pin-au-Haras en Normandía (Francia) del INRA, desde más de 30 años, la decisión de cambiar las vacas de un potrero a otro solo se toma cuando la producción de leche de rodeo de los últimos 3 días en el potrero promedian aproximadamente el 90% de la producción máxima de leche observada al momento de la introducción potrero. La intensidad del pastoreo se gestiona simplemente cambiando este umbral, por ejemplo, al 93% para un manejo laxo del pastoreo, o al 85% para un manejo del pastoreo severo. En esa situación, la producción de leche del último día alcanzó solo el 80% del día máximo. Este manejo no tiene un efecto perjudicial sobre la producción total de leche, la composición de la leche, el puntaje de condición corporal o el rendimiento reproductivo en comparación con el sistema de pastoreo en bandas a la misma tasa de acumulación (Hoden et al., 1986). Las principales limitaciones de este sistema son que se requieren grandes potreros (aproximadamente 10 ha para un rodeo de 100 vacas) y que el productor debe aceptar grandes variaciones de la producción de leche en el tanque.

### *3.2. Altura de pasturas.*

Medir la altura de pasturas es más fácil en la práctica que medir la masa y la tolerancia de pasturas, incluso si requiere mucho tiempo. Se ha demostrado que medir la altura de pastos pre-pastoreo o los pastos post-pastoreo solamente son malos indicadores del nivel de ingesta (Delagarde et al., 2001; INRA, 2018). Sin embargo, conocer las alturas de los pastos antes y después del pastoreo permite estimar la intensidad del pastoreo porque la ingesta de pasturas y la administración de pasturas están bien correlacionados con la proporción de altura de los pastos defoliada o con la altura de los pastos después del pastoreo expresada como una proporción de altura de pasturas de pastoreo (Delagarde et al., 2001). Esto implica, desde un punto de vista práctico, me-

dir la altura de los pastos antes y después del pastoreo, lo que no es tan simple. Se ha estimado que la ingesta no está limitada por las condiciones de pastoreo cuando menos del 50% de la altura de los pastos antes del pastoreo está deshojada, que el 60% de la altura defoliada puede considerarse como una estrategia de pastoreo severa y que el 70% de la altura defoliada puede considerado como un manejo de pastoreo muy severo (Figura 1 y Delagarde et al., 2001; INRA, 2010).

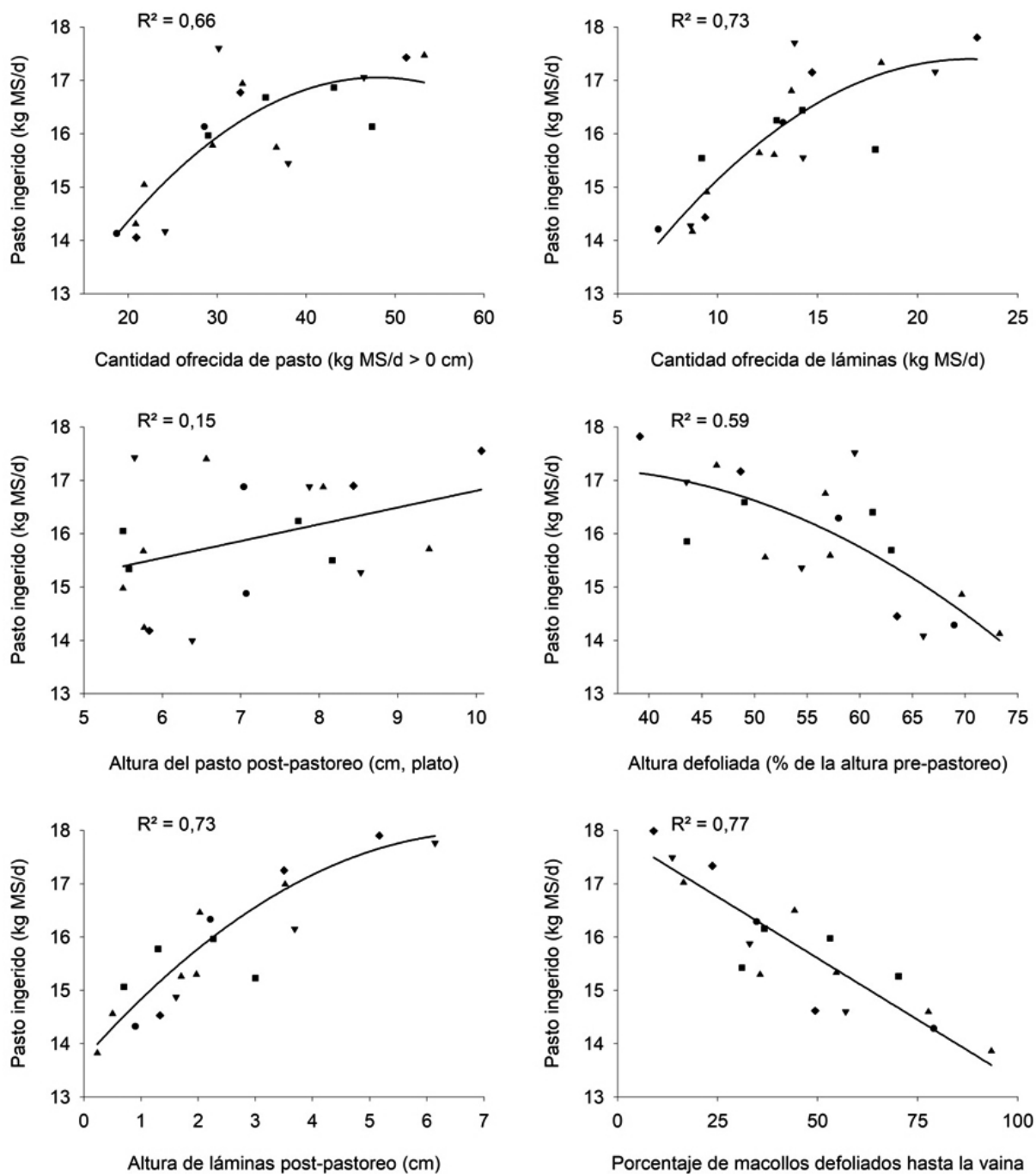
### 3.3. Estructura del pasto

La estructura de los pastos post-pastoreo por si misma puede ser un buen estimador de la intensidad del pastoreo y la ingesta de pasturas, debido a que estas características se relacionan a la dificultad de las vacas para pastar durante el proceso de pastoreo, debido a la mayor proporción de vaina, tallo o material muerto en la dieta seleccionada. La ingesta diaria por vaca está correlacionada positivamente con la altura de la lámina foliar de pastoreo (Figura 1), probablemente como un indicador de la masa de pastoreo, también bien relacionada con la ingesta (Penning et al., 1991 y 1994). En nuestras condiciones, la ingesta comienza a disminuir cuando la altura post-pastoreo es inferior a 4 a 5 cm, independientemente de la altura del tallo o la vaina. Una altura promedio de solo 2 a 3 cm es indicativo de un manejo severo del pastoreo (Figura 1). Sin embargo, este indicador es difícil de obtener en el establecimiento porque todavía lleva tiempo. Finalmente, la ingesta diaria de pasturas también se correlaciona negativamente con la proporción de vástago, donde la planta ha sido totalmente defoliada, con condiciones de pastoreo laxas, medias, severas y muy severas cuando esta proporción es aproximadamente 0-25%, 25-50%, 50-75% y 75-100%, respectivamente (Figura 1). La ventaja de este indicador es que no se requiere ninguna herramienta y solo la observación visual es suficiente. En otoño e invierno, el pasto permanece en una etapa vegetativa cualquiera que sea su época de rebrote, la altura de la vaina de las especies principales es demasiado baja para potencialmente ser defoliada. En ese caso, la altura de los pastos post-pastoreo *per se* puede limitar la ingesta de pasturas, como sucede con el manejo del pastoreo continuo, cuando la al-

tura de los pastos disminuye hasta 3 a 4 cm.

### 4. Estimación del consumo de pasto en predios lecheros

Al menos en las condiciones europeas, las encuestas han demostrado que el hecho de que los productores no sepan cuantas pasturas son consumidas en cada potrero a nivel de año es potencialmente una limitante para utilizar más pastoreo en sus sistemas, en comparación con los sistemas de alimentación basados en forrajes conservados, donde el rendimiento forrajero es mucho más conocido, aumentando la confianza. En una red nacional que reúne a investigadores y asesores (RMT Prairies Demain), decidimos desarrollar un nuevo método simplificado, llamado HerbValo, para estimar el consumo de pasturas y principalmente la utilización de pasturas (kg MS/ha/año) en sistemas lecheros de pastoreo sin ninguna medición directa en pasturas (Delagarde et al., 2017).



**Figura 1.** Variación del consumo de pasto de vacas lecheras según la disponibilidad de pasto y varios indicadores prácticos de la intensidad del pastoreo (◆ ■ ▲ ▼ ● : ensayos 1 a 5) (adaptado de Delagarde et al., 2001)

#### 4.1. Marco general del método.

El principio general del método es trabajar al nivel de cada potrero y a nivel del año, registrando en cada rotación o ciclo de utilización de pasturas (pastoreo o corte) las informaciones necesarias para calcular fácilmente la pastura utilizada por hectárea (consumida o cortada). Para un evento de pastoreo, el cálculo se basa en el producto entre el número de días de pastoreo por hectárea (tamaño del ro-

deo  $\times$  tiempo de residencia / área de potrero) y la ingesta promedio diaria de pastura (IP, en kg MS/día) de la vaca promedio en el rodeo. La ingesta de pasturas se estima a partir de un enfoque simplificado del sistema francés de alimentación INRA (INRA, 2010). Para poder usar el método en establecimientos comerciales, donde hay muy poca información cuantitativa o mediciones disponibles, nume-

rosas fórmulas han sido reemplazadas por una serie de pocas variables, con un máximo de 3 o 4 clases por cada variable, lo que permite al productor elegir fácilmente entre ellos. Las clases fueron definidas para ser claramente distinguibles por los productores o asesores, y para tener un efecto sustancial en la ingesta de pasturas. En promedio, pasar de una clase a otra afecta la ingesta de pasturas en un 5%. Lograr una mayor precisión en establecimientos no sería posible sin mediciones adicionales.

#### 4.2 Cálculo del consumo diario de materia seca

El consumo de pasto (PI, en kg MS/d) de la vaca promedia del rodeo se calcula con la fórmula siguiente:  $PI = [(CC/VL) \times eSEV] - (CS_i \times TS_i) \times eTA \times DN$

Donde CC es la capacidad de consumo (en Unidad Lastre/d, INRA, 2018) de la vaca, VL el valor lastre del pasto (en Unidad Lastre/kg MS), eSEV el efecto de la intensidad del pastoreo (ver abajo),  $CS_i$  la cantidad ingerida del suplemento  $S_i$  (kg MS/d),  $TS_i$  la tasa de sustitución entre el pasto y el suplemento  $S_i$ , eTA el efecto del tiempo de acceso diario (TA, h/d) al pastoreo ( $eTA = 1 - e^{(-0.235 \times TA)}$ ), y DN la

proporción del consumo diario que afectar al potrero de día (0.6) ó de noche (0.4) cuando son diferentes.

**La capacidad de consumo se estima** a partir del peso vivo (PV, kg) y de la producción de leche potencial (PLpot, kg/vaca/año) con una ecuación simplificada derivada de INRA (2010). Ejemplos de capacidad de consumo pueden verse en la Tabla 2.

$$CC = 0.963 \times [ 13.9 + (PV - 600) \times 0.015 + (0.15 \times PLpot / 305) ]$$

Para simplificar, el peso vivo puede estimarse a partir de tablas tomando en cuenta la raza y el tamaño del rodeo comparado al tamaño estándar de la raza (pequeño, promedio, grande). La producción de leche potencial se puede estimar solamente con una precisión de 2000 kg/año/vaca (5000-7000, 7000-9000, 9000-11000). Se puede estimarse rápidamente con la fórmula siguiente:

$$PLpot = PLo - CAC + 2500.$$

Donde PLo es la producción de leche observada (por ejemplo 7300 kg/vaca/año) y CAC el consumo anual de concentrados (por ejemplo 1400 kg/vaca/año).

**Tabla 2.** Ejemplos de capacidad de consumo de vacas lecheras (en UL/d, INRA, 2018). Como el valor lastre de 1 kg MS de pasto de buena calidad es por definición de 1 UL, los valores de la tabla pueden ser en kg MS/d para vacas alimentadas a voluntad con este pasto de buena calidad.

Peso	Producción de leche potencial (kg/vaca/año y kg/vaca/d)						
	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Vivo	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Kg	13	16	20	23	26	30	33
400	12.4	12.9	13.3	13.8	14.3	14.8	15.2
500	13.8	14.3	14.8	15.3	15.7	16.2	16.7
600	15.3	15.8	16.2	16.7	17.2	17.6	18.1
700	16.7	17.2	17.7	18.1	18.6	19.1	19.6

En las condiciones oceánicas de Europa, el valor lastre del pasto depende del tipo de praderas (4 clases), que se define una vez al año, y, por cada tipo, de su calidad (proporción de hojas), que se puede estimar visualmente por su color (desde todo verde hasta todo amarillo) (Tabla 3, Jeulin et al., 2001). El color debe estimarse antes del pastoreo.



**Tabla 3.** Ejemplos de valor lastre del pasto (Unidad Lastre/kg MS) según el tipo de pradera y el color de la pradera antes del pastoreo. El valor lastre es un valor relativo a un forraje de referencia (1 UL/kg MS). La ingestibilidad aumenta cuando el valor lastre disminuye (INRA, 2018).

Color	<i>Gramineas-Leguminosas Anuales</i>	<i>Solo Gramíneas Anuales</i>	<i>Praderas perennes buena calidad</i>	<i>Praderas perennes media calidad</i>
Verde	0.90	0.95	0.95	1.00
Verde dominante	0.95	1.00	1.00	1.05
Verde-Amarillo	1.00	1.05	1.05	1.10
Amarillo	1.05	1.10	1.10	1.15

El efecto de la intensidad del pastoreo (eSEV, Tabla 4) resulta directamente de las decisiones del productor. Esta intensidad del pastoreo debe ser evaluada por la experiencia del productor, después de un pastoreo, cuando el rodeo abandona definitivamente el potrero, mediante una simple observación visual de la estructura del pasto: cuanto menos hojas quedan, el pastoreo es más severo (Delagarde et al., 2001). La tasa de sustitución varía con la naturaleza del suplemento y disminuye al aumentar la intensidad del pastoreo, ya que las vacas no son alimentadas *ad libitum* cuando

el pastoreo es severo (Tabla 4) (Delagarde et al., 2011b; INRA, 2018; Delagarde 2019).

Finalmente, el número y la complejidad de los datos de entrada requeridos con el método HerbValo es mucho menor que los del modelo INRA completo (INRA, 2018) o del modelo semicompleto basado en alturas de los pastos pre-pastoreo y post-pastoreo (INRA, 2010). Las variables requeridas para los tres modelos se resumen en la Tabla 5.

#### 4.3. Uso actual y futuro del método HerbValo.

**Tabla 4.** Efecto de la intensidad del pastoreo sobre la restricción de consumo de pasto (eSEV, expresado en proporción de la capacidad de consumo) y sobre la tasa de sustitución entre el pasto y los diferentes tipos de suplementos\*

Manejo del pastoreo (intensidad)	eSEV	Tasa de sustitución				
		CO	FD	EM, FV	FO, EH	PA
Liberal	1.00	0.5	0.8	1.0	1.1	1.8
Balanceado	0.94	0.4	0.7	0.9	1.0	1.6
Severo	0.88	0.3	0.6	0.8	0.9	1.4
Muy severo	0.82	0.2	0.5	0.7	0.8	1.2

Suplementos: CO: concentrados; FD: forrajes deshidratados; EM: ensilaje de maíz; FV: forraje verde; HE: heno de calidad; EP: ensilaje de pasto; PA: paja ó heno de mala calidad

HerbValo actualmente está diseñado para vacas lecheras, vacas de cría, cabras lecheras o sistemas de producción de ovejas, con diferentes versiones adaptadas a cada tipo de rumiante (Delagarde et al., 2017). Se han desarrollado varias herramientas prácticas para utilizar el método en los establecimientos. La primera herramienta es un formulario estandarizado por potrero, diseñado para registrar eventos de pastoreo o corte en cada uso de potrero durante todo el año, directamente por los productores, a partir de datos fáciles de



obtener. Se requieren de cinco a diez minutos para completar la información de un rodeo en un potrero. Se encuentra disponible un formulario complementario para describir las características generales del rodeo y los potreros, que es completado solo una vez al año. La última herramienta es una hoja de Excel para calcular automáticamente el uso de pasturas por evento, por potrero, por temporada o por año, según los datos registrados en los formularios. En 2019, se siguen más de 300 potreros en establecimientos comerciales en dos proyectos en curso, asignados en las principales regiones lecheras france-

sas. Estas herramientas serán reemplazadas el próximo año por una aplicación web para teléfono inteligente para simplificar el registro de datos, para automatizar los cálculos con información instantáneamente disponible para el productor y para construir una base de datos nacional sobre el uso de pasturas en sistemas de producción de ruminantes de pastoreo (proyecto nacional HerbValo). Los cálculos parecen robustos en comparación con el modelo de ingesta completa (Delagarde et al., 2017), y permiten estudiar la variabilidad de utilización de pasturas, entre potreros, estaciones y entre años (Delagarde et al., 2018).

**Tabla 5.** Variables necesarias para predecir el consumo de MS de vacas lecheras en sistemas pastoriles.

Categoría de variables	Modelo completo (Grazeln, Delagarde et al., 2011, INRA, 2018)	Modelo semi simplificado (INRA, 2010)	Modelo para predios lecheros (HerbValo, Delagarde et al., 2017)
Vacas	Peso vivo, producción lechera potencial, estadio de lactancia, estado de gestación, condición corporal, edad	Peso vivo, producción lechera potencial	Raza, índice de tamaño (n=3), índice de producción lechera (n=5)
Pradera	Tipo, especie, composición química	Valor lastre y energético	Tipo (n=4) × Color (n=4)
Manejo pastoreo	Fitomasa y altura de corte, área oferta o tiempo de residencia, tiempo de acceso al pastoreo	Altura del pasto pre-pastoreo y post-pastoreo	Índice de intensidad (n=4) Tiempo de acceso al pastoreo (h/d)
Suplementación	Cantidad y valor nutritivo de cada suplemento	Cantidad y valor nutritivo de cada suplemento	Cantidad de cada familia de suplemento (kg/d)

## CONCLUSIÓN

La complejidad de la regulación de la ingesta de pasturas por el pastoreo de vacas lecheras hace que sea imposible medirlo directamente en establecimientos comerciales. Las opciones de manejo de pastoreo por parte del productor tienen relativamente pocos efectos en la ingesta diaria y en la producción de leche por vaca en comparación con los efectos intrínsecos de las características de los animales y la calidad de las pasturas. Pero las opciones de manejo del pastoreo tienen grandes efectos en la eficiencia del uso de los pasturas a mayor escala (t MS/ha/año), por lo tanto en

la eficiencia del sistema de producción. El número de indicadores prácticos para ayudar a los productores a manejar mejor el pastoreo no es fácil de medir, pero el conocimiento de la altura de los pastos antes y después del pastoreo puede definir el grado de intensidad del pastoreo o la restricción de la ingesta de pasturas. La estimación de la ingesta de pasturas por vaca, potrero, hectárea, temporada y por año sin ninguna medida en los potreros es ahora posible en establecimientos comerciales utilizando un método simplificado pero robusto llamado HerbValo, a través del registro de eventos de pastoreo durante toda la temporada de pastoreo.

## Bibliografía

- Chilibruste P., Soca P., Mattiauda D.A., Bentancur O., Robinson P.H., 2007. Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47, 1075-1084.
- Delagarde R., 2009. Outils et indicateurs pour calculer et concilier ingestion des vaches laitières et valorisation de l'herbe au pâturage. *Fourrages*, 198, 175-190.
- Delagarde R., 2019. Consumo de materia seca de vacas lecheras en sistemas que combinan pastoreo, concentrados y forrajes conservados: tasa de sustitución y respuesta en producción. XLVII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, 6 y 7 de Junio de 2019.
- Delagarde R., Peyraud J.L., Parga J., Ribeiro Filho H.M.N., 2001. Caractéristiques de la prairie avant et après un pâturage: quels indicateurs de l'ingestion chez la vache laitière ? *Rencontres Recherches Ruminants*, 8, 209-212.
- Delagarde R., Faverdin P., Baratte C., Peyraud J.L., 2011a. GrazeIn: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rotational and continuously stocked grazing management. *Grass and Forage Science*, 66, 45-60.
- Delagarde R., Valk H., Mayne C.S., Rook A.J., González-Rodríguez A., Baratte C., Faverdin P., Peyraud J.L., 2011b. GrazeIn: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 3. Simulations and external validation of the model. *Grass and Forage Science*, 66, 61-77.
- Delagarde R., Caillat H., Fortin J., 2017. HerbValo, une méthode pour estimer dans chaque parcelle la quantité d'herbe valorisée par les ruminants au pâturage. *Fourrages*, 229, 55-61.
- Delagarde R., Robic Y., Leurent-Colette S., Delaby L., 2018. HerbValo, a method for calculating annual pasture utilisation by dairy cows at paddock level. *Grassland Science in Europe*, 23, 968-970.
- Faverdin P., Baratte C., Delagarde R., Peyraud J.L., 2011. GrazeIn: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 1. Prediction of intake capacity, voluntary intake and milk production during lactation. *Grass and Forage Science*, 66, 29-44.
- Hoden A., Muller A., Journet M., Faverdin P., 1986. Pâturage pour vaches laitières. I. Comparaison des systèmes de pâturage "rationné" et "tournant simplifié" en zone normande. *Bulletin Technique CRZV Theix INRA*, 64, 25-35.
- Hoden A., Peyraud J.L., Muller A., Delaby L., Faverdin P., 1991. Simplified rotational grazing management of dairy cows: effects of rates of stocking and concentrate. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 116, 417-428.
- INRA, Institut National de la Recherche Agronomique, France, 2010. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Tables INRA. QUAE Editions, Versailles, France.
- INRA, Institut National de la Recherche Agronomique, France, 2018. Alimentation des ruminants. QUAE Editions, Versailles, France.
- Jeulin T., Lescoat P., Alinat C. 2001. Evolution et estimation visuelle de la valeur nutritive d'une prairie de ray-grass anglais en condition de pâturage tournant. *Rencontres Recherches Ruminants*, 8, 221.
- Mattiauda D.A., Gibb M.J., Carriquiry M., Tamminga S., Chilibruste P., 2019. Effect of timing of corn silage supplementation to Holstein dairy cows given limited daily access to pasture: intake and performance. *Animal*, 13, 127-135.
- McCarthy B., Delaby L., Pierce K.M., Journot F., Horan B., 2011. Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal*, 5, 784-794.
- Penning P.D., Parsons A.J., Orr R.J., Treacher T.T., 1991. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass and Forage Science*, 46, 15-28.