¿QUÉ DEBEMOS CAMBIAR PARA QUE LAS PASTURAS SIGAN TENIENDO UNA PARTICIPACIÓN IMPORTANTE EN LA LECHERÍA DEL FUTURO?

Alvaro Santana[1], Alejandro Mendoza[1,2], Cecilia Cajarville[1], José Luis Repetto[1].

[1]Docente e investigador del Instituto de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la Republica (IPAV-UdelaR). [2]Programa de Producción de Leche, INIA La Estanzuela.

LAS PASTURAS Y LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE

En Uruguay el INALE[1] realizó una clasificación de los sistemas de producción de leche según su alimentación, dividiéndolos en 7 grandes grupos. Tres tipos comprenden a sistemas que se caracterizan por lograr un alto consumo de pastura, con más de 10 kg de MS por vaca masa (**VM**) por día, y cuatro tipos agrupan a sistemas con un alto consumo de suplemento, y solo 6 kg de MS de pastura por VM por día. Sólo en uno de estos 7 tipos de sistemas la pastura representa menos del 50% de la MS total anual consumida por ha VM. En los 6 tipos restantes, la pastura es más de la mitad y llega en alguno a representar un 85% de la MS total anual consumida por ha VM. Si entendemos los sistemas pastoriles como aquellos en los que la pastura comprende al menos el 50% de materia seca total anual consumida por año (García y Fulkerson, 2005), se puede decir que la gran mayoría de nuestros sistemas de producción de leche son pastoriles. Por lo tanto, el potencial de estos sistemas pastoriles para la producción de leche estará determinado por su producción de materia seca (**MS**) por ha, y del nivel de utilización y la eficiencia de transformación de esa MS en leche (Hodgson, 1990).

A nivel internacional se ha identificado a la utilización de altos niveles de pastura o forraje de cosecha directa como un factor importante para desarrollar sistemas de producción de leche sostenibles (IFCN, 2015). A nivel nacional, la producción y utilización de pastura se ha identificado como un factor clave en el los sistemas de producción lecheros y ganaderos con mayor ingreso de capital (FUCREA, 2015). Además el uso de sistemas pastoriles para la producción de leche y carne continuará siendo una característica distintiva de nuestro país, dadas sus ventajas sobre la composición del producto final, los aspectos vinculados al bienestar animal y cuidado del ambiente, y las características socio-culturales de nuestros productores. Sin embargo, en un marco de precios de la tierra elevados y tenencia en sistemas de arrendamiento (42 % de la superficie de los tambos está bajo arrendamiento), para que estos sistemas pastoriles continúen siendo viables, las restricciones más importantes que hoy presentan, como la producción total anual, la cantidad utilizada de la producida o las fluctuaciones anuales en producción y calidad, deben ser levantadas.

Esencialmente se pretende *diseñar estrategias de alimentación que maximicen el uso de los recursos de alimentación y la calidad del producto obtenido, minimizando el impacto ambiental.* Recientemente se ha comenzado a investigar sobre dietas parcialmente mezcladas (**PMR**), que combinan la pastura con una ración totalmente mezclada (**TMR**). El uso de dietas PMR permitiría: a) formular con precisión una dieta balanceada, b) incrementar el consumo total de nutrientes, lo que permitiría aumentar la producción individual, y c) lograr una mayor independencia de las variaciones climáticas, que son quienes determinan la producción de forraje de un predio. Adicionalmente, permitiría un mayor control de los pastoreos, lo que posibilitaría: a) usar de forma más eficiente este recurso durante épocas de escasez de forraje, lo que permitiría incrementar la dotación animal, y por tanto, la productividad por unidad de superficie; b) aumentar la eficiencia de uso de la pastura, al minimizar los efectos negativos de los animales sobre las mismas, como el pisoteo; c) aprovechar las ventajas intrínsecas que brinda la inclusión de pasturas en la dieta en términos de calidad de producto y bienestar animal.

1. Instituto nacional de la Leche (INALE). Disponible en: http://anaxinale.org/innova-portal/file/5811/1/sistemas_de_produccion_uruguayos.pdf Último acceso: 11 de abril de 2017.

DIETAS PARCIALMENTE MEZCLADA (PMR): COMBINANDO PASTURA Y RACIÓN TOTALMENTE MEZCLADA (RTM)

Con el objetivo de estudiar el efecto del tiempo de acceso al forraje y el nivel de oferta de TMR sobre el consumo de materia seca (**CMS**) y la producción de leche, se analizó un conjunto de 18 dietas (tratamientos) de siete publicaciones (Bargo *et al.*, 2002 a y b; Capeleso, 2015; Fajardo *et al.*, 2015; Mendoza *et al.*, 2016 a y b; Pastorini, 2016; Pozo *et al.*, 2016; Santana *et al.*, 2017), seis de ellas realizadas a nivel nacional, sobre utilización de dietas PMR en vacas lecheras de alta producción (más de 20 L/vaca/d). De las 18 dietas, 4 son RTM y las otras 14 PMR y en ninguna la oferta de pastura fue limitante, siendo el nivel mínimo de oferta de 14 kg MS por animal por día a 5 cm del suelo y el máximo *ad libitum*. Las pasturas utilizadas fueron Raigrás (*Lolium multiflorum*, cv. INIA Bakarat o LE 284) o Avena (*Avena sativa, cv. Halley*), a excepción de Fajardo *et al.* (2015) que utilizaron praderas mezcla (*Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*) de calidad media, y Santana *et al.* (2017) que utilizo una pradera pura de alfalfa (*Medicago Sativa*, cv. Criola). Los datos utilizados contemplan diferentes estados de avance en la lactancia; a excepción de Pozo *et al.* (2016) y Santana *et al.* (2017), quienes trabajaron con animales de lactancia media (más de 150 días en lactancia), los demás trabajos fueron realizados con vacas en primer tercio de lactancia. Por último, los datos comprenden tanto vacas multíparas en la mayoría de los experimentos como primíparas en el caso de Capeleso (2015). En todos los reportes se informa sobre el consumo de alimentos (RTM y pastura) y la producción de leche y composición con lo que se calculó la leche corregida al 3,5% de grasa[2] (3,5 % LCG).

En condiciones donde la cantidad del forraje no es limitante, como ocurre en los trabajos de la base de datos analizada, el tiempo de acceso al forraje es un aspecto importante para lograr mayores consumos de forraje. Para las dietas PMR examinadas, por cada hora extra de acceso al forraje, el consumo de éste aumento 0,878 kg MS (Figura 1). Igualmente, para una misma cantidad de horas de acceso al forraje existen variaciones en cuanto a la cantidad de forraje consumido; por ejemplo, para 8 h de acceso al forraje hubo vacas que consumieron 8,1 kg MS de forraje y otras apenas 3,6 kg MS. Esto sugiere la existencia de otros factores, como el nivel de privación de RTM entendido como (nivel de privación = 100 - % de MS de RTM en el CMS total), que influyen en el CMS de forraje. De hecho, para esta serie de datos, por cada 1 % menos de MS de TMR consumida el CMS de forraje aumentó en 205 g (Figura 2).

Como se ha enfatizado previamente, el objetivo no es únicamente maximizar la inclusión de forraje en la dieta, sino hacerlo sin resentir la productividad del individuo. Para lograrlo se precisa que la vaca consuma la mayor cantidad de pastura, dejando de comer lo menos posible de RTM (evitar sustitución), y que la concentración de nutrientes de la pastura sea similar o mejor que la de la RTM. Para los 5 experimentos revisados (Bargo *et al.*, 2002 a y b; Fajardo *et al.*, 2015; Mendoza *et al.*, 2016 a y b; Pastorini, 2016; Santana *et al.*, 2017) que tenían un tratamiento sólo con RTM, se calculó la tasa de sustitución de RTM por forraje para cada dieta PMR como: Tasa de Sustitución = (kg MS de RTM consumida en el tratamiento solo RTM – kg MS RTM consumida en el tratamiento PMR) / kg MS de pastura consumidos por el tratamiento PMR. Las tasas de sustitución fueron de 1 o mayores con excepción del tratamiento 4 h de acceso al forraje en el experimento de Mendoza et al. (2016), donde el nivel de inclusión de forraje logrado en la dieta fue bajo (2,8 kg MS forraje/d; Tasa de sustitución = 0,6). El hecho de que cada kg de MS de forraje consumido desplace 1 o más kg de MS de RTM de la dieta podría relacionarse a los niveles y la calidad relativos de fibra de los forrajes respecto a la RTM. Una situación alentadora para continuar investigando en relación a la calidad de las pasturas y RTM utilizadas en dietas PMR, es que, para niveles similares de CMS de forraje existen tasas de sustitución diferentes, lo que sugiere que podrían identificarse determinadas combinaciones de manejo (privación de RTM y horas de acceso al forraje) y alimentos (tipo y calidad de pastura y RTM) que potencien una respuesta aditiva en el CMS total (Figura 3). A modo de ejemplo, en la Figura 3 se señala dos casos donde los mismos 7 kg de MS de forraje consumidos significaron tasas de sustitución de 1 (Pastorini, 2016) y 1,5 (Santana et al., 2017). Cabe mencionarse que la asignación de RTM fue mayor en el caso de Pastorini (2016) (75% CMS total) que en el caso de Santana et al. (2017) (50% del CMS total), pudiendo influir además el tipo de pastura, ya que utilizaron Raigras cv. LE

2 - 3,5 % LCG = = 0,4324 • leche (kg) + 16,218 • Grasa (kg) Tyrrell and Reid (1965)

284 y Alfalfa cv. Criuola, respectivamente. También el grado de avance en la lactancia, ya que vacas en primer tercio de lactancia, como las utilizadas por Pastorini (2016) tienen mayores requerimientos nutricionales y podría contribuir a que los animales desarrollen preferencias por alimentos de mayor concentración energética y facilidad de ingestión como son las dietas RTM.

ESTRATEGIAS PARA AUMENTAR LA INCLUSIÓN DE PASTURA EN DIETAS PMR SIN DEPRIMIR EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO

En el desarrollo de estrategias que nos permitan aumentar la incorporación de forraje en dietas PMR de vacas lecheras de alta producción, sin deprimir el consumo y la productividad, algunos factores como la distribución del tiempo diario de pastoreo y el segado mecánico pre pastoreo están siendo estudiados.

Distribución del tiempo diario de pastoreo

El momento del día en el cual se restringe y se asigna el forraje generan diferentes patrones de ingestión y aporte de nutrientes que afectan la producción animal y por lo tanto son factores útiles en la manipulación de estímulos e incentivos moduladores de la conducta ingestiva (Gregorini et al. 2009; Chilibroste et al. 2007).

La distribución del tiempo de pastoreo en dos sesiones puede mejorar el aporte de nutrientes realizado por el forraje y/o la eficiencia de utilización de uso de los nutrientes para producir leche, modificando así la producción individual. El aporte de nutrientes realizado por el forraje podría verse mejorado por dos vías: por un aumento del consumo de forraje (kg MS) y/ por un aumento en la concentración de nutrientes en el forraje (kg nutriente / kg MS). El aumento del consumo podría suceder debido a cambios en el comportamiento de pastoreo (tiempo de pastoreo, tasa de bocado, peso de bocado, tasa de ingestión) al fraccionar el tiempo de pastoreo (Gregorini et al., 2009), mientras que los cambios en concentración de nutrientes podría realizarse mediante la asignación de horarios de pastoreo que capturen los ritmos circadianos de la concentración de los nutrientes en el forraje (Cajarville et al., 2015).

Por ejemplo, en el experimento llevada a cabo por Santana et al. (2017), el fraccionamiento de 8 h de acceso a una pastura de Alfalfa cv. Crioula en dos sesiones de 4 h permitió aumentar el CMS de forraje en 1,2 kg, pasando de 7,0 a 8,2 kg por vaca por día.

La eficiencia de utilización de uso de los nutrientes para producir leche podría aumentar al mejorar la sincronía de nutrientes (Trevaskis et al., 2001) y generar una mayor estabilidad ruminal mediante dos factores: a) el pastoreo vespertino, que aportaría mayor cantidad de componentes solubles del forraje y b) el fraccionamiento del tiempo de pastoreo, que conduciría a un consumo alternado de forraje y TMR?.

Recientemente Pozo et al. (2017) demostraron una disminución del N excretado en la orina al cambiar el turno de pastoreo de la mañana hacia la tarde, utilizando 4 h de pastoreo en Raigrás cv. LE 284. Esta disminución podría asociarse a una mejor utilización del N para síntesis microbiana a nivel ruminal, por el aumento constatado de dos puntos porcentuales de los carbohidratos solubles de la pastura, que pasaron de 6,9 a 8,9 % de MS entre la mañana y la tarde, respectivamente.

Segado pre pastoreo

El segado pre pastoreo de alfalfa es utilizado a nivel de campo para disminuir los riegos de meteorismo espumoso en pastoreos de alfalfa. Esta práctica podría contribuir a disminuir la distención ruminal y contribuir así a minimizar los factores de disconfort que podrían limitar el CMS (Forbes, 2005). Además el segado pre pastoreo contribuiría a disminuir el esfuerzo de cosecha que deben realizar los animales al ofrecer la planta ya cortada y podría mejorar la tasa de consumo por unidad de tiempo, así como contribuir a mantener tasas altas de consumo por más tiempo.

El segado pre pastoreo puede modificar los patrones de consumo de los animales. Al ofrecer una pastura segada se limita la capacidad de selección de los animales, dificultando tanto la elección de algunas plantas en detrimentos de otras, así como entre partes de una misma planta, obligando al consumo de mayor proporción de tallos. Estos cambios en los patrones de consumo podrían derivar en una menor concentración de nutrientes por kg MS consumido si la pastura se encontrara en un estadio vegetativo avanzado, donde hayan sucedidos

aumentos en la lignificación de los tallos. Por el contrario, si el estado vegetativo es temprano y los tallos son mayoritariamente tiernos, no existirían grandes impactos en la calidad de la pastura consumida.

Esta práctica de segado pre pastoreo de alfalfa puede ser especialmente relevante en verano, donde la posibilidad de lograr similares CMS por vaca en menor tiempo puede contribuir a tener sesiones de pastoreo concentradas en las horas más frescas. Además, la posible mejora en la eficiencia de cosecha (kg MS consumida/kg MS disponibles) puede ser particularmente importante en escenarios de alto remanente y endurecimiento de la pastura.

No está claro cuál podría ser el impacto de esta técnica en la velocidad de tránsito del alimento por el tracto digestivo. Por un lado, al ofrecer el alimento segado disminuiría la capacidad de conminución del alimento en los bocados de masticación ingestiva, pero es sabido que la mayor conminución sucede durante la rumia en los eventos de masticación conminutiva. Danelón et al. (2002) estudiaron la tasa de pasaje y retención de las partículas solidas y no encontraron diferencias entre ofrecer la alfalfa en pie o segada pre pastoreo, a excepción de un mayor tránsito a nivel de omaso pero sin diferencias en la retención en rumen o en el total del tracto digestivo.

Danelón et al. (2002) estudiaron en vacas secas (en Argentina) el efecto del pre segado de alfalfa y oreado hasta 35-40% de MS, y reportaron que si bien la digestibilidad *in vitro* de la materias seca (**DIVMS**) fue mayor cuando la alfalfa fue muestreada en pie (72,2% vs 65,5% DIVMS) respecto a aquella segada, el CMS y MO fue mayor cuando se ofreció la alfalfa segada. Además los animales que consumieron la alfalfa segada ingirieron 13% más de fibra y 16% menos de PC. Estos autores concluyen que el corte mecánico de alfalfa pre pastoreo mejora la eficiencia de utilización y el CMS sin alterar la tasa de pasaje de las partículas por el tracto digestivo. En relaciona al la fermentación ruminal estos autores encontraron un cambio en el perfil de fermentación, sin modificaciones del pH medio o la concentración total de ácidos grasos volátiles (**AGVs**). La fermentación en el tratamiento con segado pre pastoreo tuvo mayor proporción de ácido acético en detrimento del propionato, respecto a cuándo los animales consumieron la alfalfa en pie. Cuando los animales consumieron la alfalfa segada pre pastoreo, el pH ruminal se encontró por debajo de 6,2 durante el 6,3% del tiempo (en 24 h) mientras que cuando consumieron la alfalfa en pie este porcentaje fue de 18,7% del tiempo. Es destacable que en condiciones de pastoreo directo el CMS de alfalfa estuvo más influenciado por él % de humedad, que por la velocidad de fermentación o la tasa de pasaje a través del tracto digestivo.

En Irlanda, Mohammed et al. (2009) trabajando con vacas lecheras Holando multíparas en lactación, compararon el pastoreo directo de raigrás perene contra el suministro de la misma pastura segada pre pastoreo y sin oreo (17,9 vs 18,2 % MS sin segar y segada respectivamente). El segado aumentó levemente él % de fibra detergente neutro (**FDN**) pero fundamentalmente disminuyó el % de proteína cruda (**PC**)/kg MS pasando de 24,1% a 19,8 % entre el raigrás en pie o segado respectivamente. Este trabajo reporta similar CMS para el pastoreo en pie y pre segado (18,7 kg vs 17,9 kg CMS), pero diferencias importantes de producción a favor del consumo del raigrás en pie respecto al pre segado (18,7 kg vs 17,9 kg CMS), sin efecto en él % de sólidos en leche. A nivel del ambiente ruminal, el consumo del raigrás en pie indujo menores valores medios de pH respecto al consumo pre segado (6,32 vs 6,79), sin diferencias en las concentraciones totales de AGVs. Los autores enfatizaron la mayor eficiencia del consumo de la pastura en pie en términos de su capacidad para generar mayor cantidad de ácido rumenico en la grasa láctea, un componente nutracéutico con importantes propiedades beneficiosas para la salud humana.

Los efectos del segado pre pastoreo sobre el CMS y la producción son contradictorios y posiblemente se relacionen al tipo de pastura segada y el manejo al segado, especialmente el tiempo de oreo y el % MS alcanzado en el forraje. Por otro lado, a nivel de la digestión de nutrientes y la fermentación ruminal, el elemento más constante parecería ser la alteración del perfil de fermentación, sin mayores cambios en el pH o la concentración total de AGVs. El efecto más consistente del segado parecería estar en los cambios de composición química del forraje, incrementando el % de MS y fibra, y disminuyendo el % de PC (Da-

nelón et al., 2002; Mohammed et al., 2009); asimismo, ocurriría en paralelo una solubilización de la PC (Danelón et al., 2002). Estos cambios podrían interpretarse como negativos en primera instancia, dado que existen reportes de la correlación negativa y positiva de la degradación ruminal de la alfalfa deshidratada con los niveles de fibra y PC respectivamente (Repetto et al., 2003). Pero el nivel de deterioro en el aporte de nutrientes estaría en relación al tiempo de oreo, y podría ser compensado por aumentos en el nivel de CMS.

CONSIDERACIONES FINALES

Se han realizado avances significativos en la comprensión de los sistemas de alimentación a base de PMR para vacas lecheras de alta producción. Una mejora de nuestro entendimiento del comportamiento alimenticio y los procesos digestivos y metabólicos asociados a la producción de leche, son la clave para desarrollar sistemas de alimentación adaptados a nuestras condiciones de producción, y que maximicen el uso de los recursos de alimentación y la calidad del producto obtenido, minimizando el impacto ambiental.

Pese a los esfuerzos realizados son pocos los casos (Santana et al., 2017) donde se ha logrado incluir más de un 30% de forraje en la dieta PMR y mantener el nivel total de consumo y producción de leche. Igualmente existen alternativas de manejo como la distribución de horario diario de pastoreo y tecnológicas como el segado y acondicionamiento pre pastoreo que pueden contribuir a aumentar el consumo de forraje sin deprimir la producción. Hoy en día se está comenzando a trabajar en aspectos relacionados al estudio de las preferencias (capacidad de elección cuando no existen restricciones) de las vacas lecheras por diferentes pasturas que, conjuntamente con los estudios de comportamiento, podrían contribuir a maximizar la inclusión de forraje. Por último el continuar profundizando el análisis de las características físico químicas de las pasturas y RTM utilizadas permitirá levantar las restricciones alimenticias y potenciar la complementariedad entre los alimentos para minimizar la sustitución y propiciar respuestas de tipo aditivas entre los alimentos en las dietas PMR.

Este proceso de generación de conocimiento contribuye en definitiva, a generar información que permita establecer los coeficientes técnicos para orientar a técnicos y productores al momento de seleccionar la combinación de alimentos que permita obtener un mayor beneficio en relación al costo.

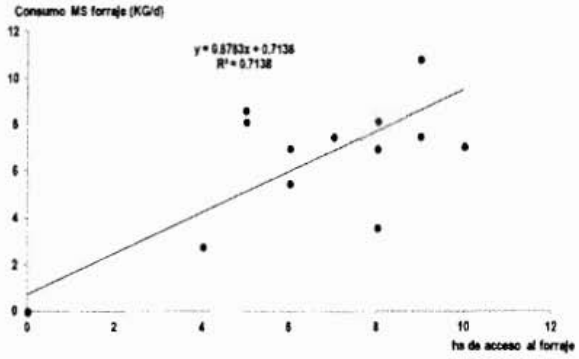

Figura 1. Relación entre las horas de acceso al forraje y el consumo de MS de forraje en dietas PMR de vacas lecheras de alta producción. (Bargo *et al.*, 2002 a y b; Capeleso, 2015; Fajardo *et al.*, 2015; Mendoza *et al.*, 2016 a y b; Pastorini, 2016; Pozo *et al.*, 2016; Santana *et al.*, 2017).

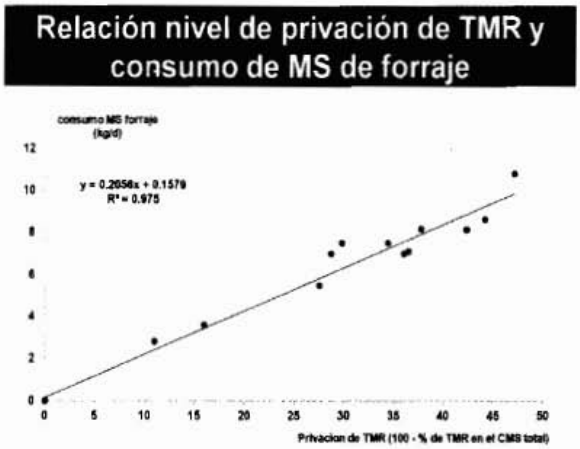

Figura 2. Relación entre la privación de TMR y el consumo de MS de forraje en dietas PMR de vacas lecheras de alta producción. (Bargo *et al.*, 2002 a y b; Capeleso, 2015; Fajardo *et al.*, 2015; Mendoza *et al.*, 2016 a y b; Pastorini, 2016; Pozo *et al.*, 2016; Santana *et al.*, 2017).

Relación h de acceso al forraje y tasa de sustitución de TMR por forraje

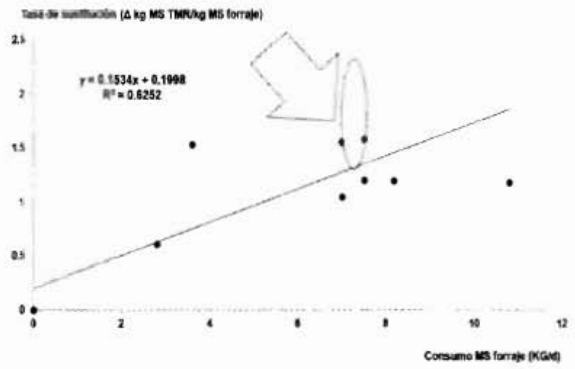

Figura 3. Relación entre el consumo de MS de forraje y la tasa de sustitución de RTM por forraje en dietas PMR de vacas lecheras de alta producción, (Bargo *et al.*, 2002 a y b; Fajardo *et al.*, 2015; Mendoza *et al.*, 2016 a y b; Pastorini, 2016; Santana *et al.*, 2017).

BIBLIOGRAFÍA

- Bargo F., Muller L.D., Kolver E.S., Delahoy J.E., Cassidy T.W. (2002a). Milk response to concentrate suplementation of high producing dairy cow grazing. J. Dairy Sci. 85:1777-1792.
- Bargo F., Muller L.D., Delahoy J.E., Cassidy T.W. (2002b). Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. J Dairy Sci 85: 2948–2963.
- Cajarville C,Britos A, Errandonea N, Gutiérrez L, Cozzolino D, Repetto JL. (2015): Diurnal changes in water-soluble carbohydrate concentration in Lucerne and tall fescue in autumn and the effects on in vitro fermentation. New Zeal. J. Agric. Res. 58: 281–291.
- Capelleso. (2015). Tesis de maestria. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal/Nutrição de Ruminantes, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), pp 56.
- Chilibroste P, Soca P, Mattiauda DA, Bentancur O, Robinson PH. (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
- Danelón JL, Locatelli ML, Gallardo M, Guaita S. (2002). Herbage intake and ruminal digestion of alfalfa: a comparison between strip and zero grazed dairy cows. Livest. Prod. Sci. 74: 79–91.
- Fajardo M, Mattiauda DA, Motta G, Genro TC, Meikle A, Carriquiry M, Chilibroste P. (2015). Use of mixed rations with different access time to pastureland on productive responses of early lactation Holstein cows. Livest. Sci. 181: 51–57.
- Foobres J.M. (2005). Voluntary feed intake and diet selection. En: Dijkstra J; Fobres J.M; France J. Quantitativ aspects of rumiant digestión and metabolism. CAB International 2ª ed., Cambrige, USA, Cap.23, pp 607-661.
- FUCREA. Federación Uruguaya de Grupos Crea. (2015). 33ª Jornada de información económica. 30 de octubre de 2015. Sala de conferencias del LATU. Acceso en: http://www.fucrea.org/informacion/index.php?StartPos=6&TypeId=15&ClassId=36. Restringido.
- Garcia SC; Fulkerson WJ. (2005). Opportunities for future Australian dairy systems: a review. Aust. J. Exp. Agric. 45: 1041–1055.
- Gregorini P, Soder KJ, Kensinger RS. (2009). Effects of rumen fill on short-term ingestive behavior and circulating concentrations of ghrelin, insulin, and glucose of dairy cows foraging vegetative micro-swards. J. Dairy Sci. 92:2095–2105.
- Hodgson J. (1985). The control of herbage intake in the grazing ruminant. Proc. Nutr. Soc. 44:339-346.
- IFCN. (2014). FAO and IDF. World mapping of animal feeding systems in the dairy sector. Rome.
- Mendoza A; Cajarville C; Repetto JL. (2016ª). Digestive response of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. J. Dairy Sci. 99:1–11.
- Mendoza A; Cajarville C; Repetto JL. (2016b). Short communication: Intake, milk production, and milk fatty acid profile of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. J. Dairy Sci. 99:1938–1944. Disponible en:
- Mohammed R, Stanton CS, Kennelly JJ, Kramer JKG, Mee JF, Glimm DR, O'Donovan M, Murphy JJ. (2009). Grazing cows are more efficient than zero-grazed and grass silage-fed cows in milk rumenic acid production. J. Dairy Sci. 92: 3874–3893.
- Pastorini, M. (2016). Combinación de diferentes niveles de forraje fresco y ración totalmente mezclada en dietas de vacas lecheras: efecto sobre el desempeño productivo y eficiencia de utilización de los nutrientes. Tesis de Maestría en Producción Animal. Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay 57p.
- Pozo C.A., Kozloski G.V., Cajarville C., Sprunck A. R., Ketenjian Y.A., Cuffia M., Re-

petto J.L. (2017). *Impact of tannins and grazing schedule on nitrogen partitioning in lactating dairy cows.* Aceptado en: Annual Meeting of the American Association of Dairy Science, Pittsburgh, Estados Unidos.
• Pozo CA, Cajarville C, Repetto JL, Cuffia N, Ramirez A, Kozloski GV. (2016). *Pasture allocation time and tannins in a partial mixed ration: intake and performance of dairy cows.* En: 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Belfast, Reino Unido.
• Repetto JL, Gonzalez J, Cajarville C, Alvir MR, Rodrigez CA. (2003). Relationship between ruminal degradability and chemical composition of dehydrated Lucerne. Anim. Res. 52: 27–36.
• Santana A; Cajarville C; Mendoza A; Repetto JL. 2016. Combination of legume-based herbage and total mixed ration (TMR) maintains intake and nutrient utilization of TMR and improves nitrogen utilization of herbage in heifers. Animal, pp 1 – 9. doi:10.1017/S1751731116001956.
• Santana A; Dayuto J , García M, Salaberry E, Cajarville C; Mendoza A; Repetto JL. (2017). Production and dry mater intake of dairy cows in mid lactation with different allocation time at grazing in lucerne (*Medicago Sativa*). Aceptado en: Annual Meeting of the American Association of Dairy Science, Pittsburgh, Estados Unidos, 2017.
• Trevaskis LM, Fulkerson WJ and Gooden JM. (2001). Provision of certain carbohydrate-based supplements to pasture-fed sheep, as well as time of harvesting of the pasture, influences pH, ammonia concentration and microbial protein synthesis in the rumen. Aust. J. Exp. Agric. 41: 21–27.

PROGRAMACIÓN NUTRICIONAL PARA EL DESARROLLO REPRODUCTIVO DE LAS VAQUILLONAS

Robert A. Cushman.

Nutrition and Environmental Management Research Unit USDA, ARS, U.S. Meat Animal Research Center Clay Center, NE, U.S.A.

PROGRAMACIÓN DEL DESARROLLO

La programación del desarrollo es el proceso biológico por el cual factores ambientales influyen en el desarrollo de los órganos y tejidos del cuerpo. Hay dos áreas de la programación del desarrollo que están siendo investigadas por su aplicabilidad en los sistemas de producción de carne para mejorar el desempeño de las vaquillonas de reemplazo: la programación fetal y la programación nutricional (Cushman et al., 2015, Leroy et al., 2015, Sinclair et al., 2016). La programación fetal abarca el área del desarrollo que influencia la calidad de los gametos o el desarrollo del embrión/feto y afecta el desempeño de la progenie del individuo. La programación nutricional influye directamente en el individuo durante el primer año de vida e impacta en su desempeño posterior. Aunque hay otros desencadenantes ambientales que estimulan la programación del desarrollo, la mayoría de los investigadores creen que las intervenciones nutricionales serían las más fácilmente adaptables a los sistemas de producción de carne, para mejorar el rendimiento de las vaquillonas.

PROGRAMACIÓN DEL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE VAQUILLONAS.

Aunque la heredabilidad de la mayoría de las características reproductivas es baja, hay un gran número de estudios que utilizan genómica funcional y genética molecular para demostrar que las redes genéticas están involucradas en la regulación de la función reproductiva (Fortes et al., 2010). Por lo tanto, la baja heredabilidad de las características reproductivas es el resultado del gran impacto que tienen los factores ambientales sobre las mismas, (Fortes et al., 2016, Weller et al., 2016a, Weller et al., 2016b).