

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**COMPORTAMIENTO, CONSUMO Y VARIABLES
PRODUCTIVAS DE VACAS LECHERAS EN DIFERENTES
ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN**

por

Mateo CERIANI GUERRA

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magister en Ciencias Agrarias
opción Ciencias Animales

MONTEVIDEO
URUGUAY
Mayo 2019

Tesis aprobada por el tribunal integrado por: Ing. Agr. (Dra.) Ana I. Trujillo, Ing. Agr. (PhD.) Pablo Chilibroste y el D.M.V.(Dr.) Alejandro Mendoza el 3 de mayo de 2019.

Autor: Ing. Agr. Mateo Ceriani Guerra.

Directora: Ing. Agr. (PhD) Mariana Carriquiry

Co-director: Ing. Agr. (Dr.) Diego A. Mattiauda

AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo a mi familia principalmente a **Vale** mi gran compañera de viaje que siempre está para dar el empujón cuando uno quiere aflojar. Y a los amigos que siempre están con su apoyo incondicional.

Agradecer a Diego por haberme empujado a dar estos primeros pasos y a Mariana que siempre estuvo para dar su empujón.

Agradezco al equipo de becarios principalmente a Alejandra con quien arrancamos este camión “cinchando” las bateas para dar de comer..., también a Matías que dio su aporte desde varios lugares. A los tesisistas de grado que me enseñaron mucho durante este camino Gerard, Pablo P., Eduardo, Oliver, Pablo G., Sergio, Daniel, Damián y Álvaro. A las grandes charlas que permitieron que uno fuera creciendo de muchos puntos de vista, no necesariamente académicos. Y a todo el personal de la EEMAC que dio su apoyo, especialmente para Martín González y Nelson Méndez.

La realización de esta tesis fue posible gracias al apoyo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación ANII-FSA 12612 y ANII #POS_NAC_2015_1_109467 y beca de finalización del Comité Académico de Posgrado.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. PLANTEO DEL PROBLEMA	1
1.2. ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN	3
1.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CONSUMO	5
1.4. HIPÓTESIS y OBJETIVOS.....	8
1.4.1. <u>Hipótesis</u>	8
1.4.2. <u>Objetivos generales</u>	8
1.4.3. <u>Objetivos específicos</u>	8
1.5. ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS.....	9
2. <u>MILK PRODUCTION, INTAKE AND INGESTIVE BEHAVIOR OF HOLSTEIN COW FED TOTAL MIXED DIET OR PASTURE PLUS TOTAL MIXED DIET IN EARLY LACTATION</u>	10
2.1. ABSTRACT	10
2.2. INTRODUCTION	11
2.3. MATERIAL AND METHODS	13
2.4. RESULTS	18
2.5. DISCUSSION.....	22
2.6. CONCLUSION	25
2.7. CONFLICT OF INTEREST	25
2.8. ACKNOWLEDGMENTS.....	25
2.9. REFERENCES	26
3. <u>SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO O DIETA TOTAL MEZCLADA, EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE VACAS HOLSTEIN DURANTE LA LACTANCIA</u>	30
3.1. RESUMEN.....	30

3.2.	SUMMARY	31
3.3.	INTRODUCCIÓN.....	32
3.4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.5.	RESULTADOS	40
3.6.	DISCUSIÓN.....	48
3.7.	CONCLUSIONES.....	52
3.8.	AGRADECIMIENTOS	52
3.9.	REFERENCIAS	53
4.	<u>DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES</u>	57
4.1.	DISCUSIÓN GENERAL.....	57
4.2.	CONCLUSIONES.....	61
5.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	62

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de distintas estrategias de alimentación sobre la respuesta productiva, el consumo de MS y el comportamiento ingestivo de vacas Holando en dos épocas de partos. Se realizaron dos experimentos; experimento 1 (E1), 18 vacas primíparas de parto de otoño se asignaron a dos estrategias de alimentación durante 65 días pos parto (DPP): vacas en pastoreo de alfalfa suplementadas con 70% dieta total mezclada (DTM, G1.E1) o vacas en encierro alimentadas con 100% DTM *ad libitum* (G0.E1). El experimento 2 (E2), 24 vacas multíparas de parto de primavera se asignaron a dos estrategias de alimentación durante 180 DPP, luego fueron manejaron de igual manera hasta los 270 DPP: vacas en pastoreo de festuca o alfalfa suplementadas con concentrados o DTM (P1.E2) o vacas en encierro con 100% DTM *ad libitum* (P0.E2). En ambos experimentos se registró producción y composición de leche, peso vivo y estado corporal. También se registró el comportamiento ingestivo y el consumo de materia seca (CMS) variando la frecuencia según la duración de cada experimento. Los datos fueron analizados con un modelo mixto incluyendo tratamiento, DPP y su interacción como efectos fijos, el bloque y vaca como efectos aleatorios y fecha de parto como co-variable. Las medias se consideraron diferentes si $P < 0,05$. En el E1 la producción de leche fue superior para las vacas en 100% DTM, en cambio en el E2 no se encontraron diferencias entre tratamientos. En ambos experimentos el estado corporal fue menor para las vacas en pastoreo. En ambos experimentos el CMS fue similar entre tratamientos, mostrando un mayor tiempo dedicado a consumir alimento por las vacas en pastoreo más suplementación respecto a 100% DTM. Los resultados sugieren que es posible obtener resultados similares entre las estrategias de alimentación, pero el costo energético de la actividad de pastoreo podría traer asociados menor recuperación de reservas corporales a lo largo de la lactancia.

Palabras clave: Nutrición, vaca lechera, pastoreo, suplementación, comportamiento ingestivo

BIHAVIOR, INTAKE AND PRODUCTIVE VARIABLES OF DAIRY COWS ON DIFFERENT FEEDING STRATEGIES

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the effect of the different feeding strategies on animal performance, dry matter intake and ingestive behavior to Holstein cows on two calving seasons. Two experiments were conducted. In experiment 1 (E1) 18 primiparous cows calving in autumn were assigned to two feeding strategies during 65 days postpartum (DPP): cows grazed an alfalfa pasture supplemented with 70% of total mixed diet (TMR, G1.E1) or cows fed 100% TMR *ad libitum* in confinement (G0.E1). In experiment 2 (E2), 24 multiparous cows calving in spring were assigned to two feeding strategies during 180 DPP, then managed together in the same strategy up to 270 DPP: cows grazed fescue or alfalfa pastures and supplemented with concentrates or TMR (G1.E2) or cows fed TMR 100% *ad libitum* in confinement (G0.E2). In both experiments milk production and composition, body weight and body conditional score were recorded. Ingestive behavior and dry matter intake (DMI) were also recorded. Data were analyzed with a mixed model including treatment, DPP and their interaction as fixed effects, block and cow as the random effects and calving date as a co-variable. Means were considered to differ if $P < 0.05$. In E1, milk production was greater for G0 than G1 cows while in E2 milk production did not differ between treatments. In both experiments, body condition score was less for G1 than G0 cows while DMI was not different between treatments with G1 cows dedicating more time to eat than G0 cows. Results suggest that it is possible to obtain with grazing cows similar milk production than with TMR fed cows, however, the energy cost of the grazing activity could determine a slower recovery of body reserves throughout lactation.

Keywords: nutrition, dairy cow, grazing, supplementation, ingestive behavior

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEO DEL PROBLEMA

En Uruguay, la lechería representa el 8% del total de las exportaciones y es el cuarto rubro en orden de importancia (DIEA, 2018). El sector lechero nacional se caracteriza por productores medianos y pequeños (<200 ha), en su mayoría con mano de obra familiar (DIEA, 2018). La mayoría de la producción se remite a plantas, con destino (>60%) de la leche a la exportación (DIEA, 2018). Debido al énfasis exportador, los aspectos relacionados a cantidad y tipo de sólidos producidos, bienestar animal y control de costos de producción son centrales en la competitividad de los sistemas de producción y del sector en su conjunto. Este énfasis exportador lo condiciona como país tomador de precios, por lo tanto el desafío es lograr la mayor productividad y eficiencia posible en las etapas productivas del complejo para poder ser sustentable en el tiempo.

La lechería Uruguaya en la última década pasó por cambios importantes, dado principalmente por la competencia por el recurso suelos con otros rubros, el aumento del precio de la tierra (DIEA, 2011) y la búsqueda de satisfacer necesidades familiares crecientes. En respuesta a estos cambios los productores incrementaron la productividad (litros/ha), basada en un aumento de producción individual y de la carga animal (vacas/ha), lo que trae asociado un incremento significativo del uso de concentrados y reservas de forraje (DIEA, 2009). Sin embargo, el bajo costo de producción de leche del Uruguay, comparado a nivel internacional, se explica por la participación del forraje (cosecha directa más reservas) en la dieta de los animales que sigue manteniendo una proporción alta (Chilibroste, 2011). Según Chilibroste y Battegazzore (2014) los sistemas más intensivos de producción de leche tienen un 75% del forraje producido en el predio (50% cosecha directa + 25% producción de reservas) y son los que logran el mejor resultado económico.

Es así que sistemas de producción de base pastoril serían económicamente atractivos (Wales et al., 2013) y amigables con el medio ambiente y confort animal (Charlton et al., 2013). Sin embargo, es difícil satisfacer los requerimientos de vacas de alto potencial únicamente en pastoreo, debido a los bajos consumos de materia

seca (CMS) logrados en esas condiciones (Kolver y Muller, 1998). En investigaciones nacionales, el análisis de las curvas de lactancia (Chilibroste et al., 2002) sugiere que los animales no logran expresar su potencial productivo, seguramente en respuesta al desacople entre requerimientos-oferta de nutrientes, indicando períodos de sub-nutrición del rodeo principalmente a inicios de lactancia. Es así que, la suplementación con concentrados o dietas totalmente mezcladas (DTM) son necesarios para alcanzar los requerimientos de vacas lecheras de alto potencial (Wales et al., 2013, Peyraud y Delagarde, 2011, Kennedy et al., 2015).

En los últimos años se ha evaluado el uso estratégico de DTM en lactancia temprana en vacas paridas en otoño (Vibart et al., 2008, Meikle et al., 2013, Fajardo et al., 2015, Mendoza et al., 2016) y en vacas paridas en primavera (Sprunk et al., 2012, Kennedy et al., 2005), encontrando en promedio un aumento de producción entre 7 y 12% en las vacas alimentadas con DTM *ad libitum* comparado con vacas en pastoreo suplementadas con concentrado o con DTM. Sin embargo, los resultados en composición de leche son variables, no encontrando una respuesta clara a favor de una estrategia de alimentación (Fajardo et al., 2015, Mendoza et al., 2016, Meikle et al., 2013, Vibart et al., 2008).

La menor producción de leche cuando se trabaja con vacas en pastoreo podría estar explicada por el menor CMS total, lo que trae asociado un menor consumo de energía (Bargo et al., 2002, Fajardo et al., 2015), afectado por el nivel de suplementación. Vacas en pastoreo suplementadas con concentrado o DTM consumen entre un 5 y 20% menos MS respecto a vacas con 100% DTM (Bargo et al., 2002, Fajardo et al., 2015, Kennedy et al., 2015). Estos resultados indican que la cosecha de pasto podría limitar el CMS total. Sin embargo, Kennedy et al. (2005) no encontraron diferencias en CMS de vacas en pastoreo (acceso continuo, franja nueva luego de cada ordeño) suplementadas con concentrado frente a vacas en DTM. En ese sentido, Dall-Orsoletta et al. (2016) no encontraron diferencias en CMS para vacas con 6 horas de pastoreo más DTM respecto a vacas en DTM. Los diferentes resultados obtenidos podrían ser explicados por el comportamiento ingestivo, ya que el consumo de forraje en pastoreo se explica entre otros factores por el tiempo de pastoreo, tiempo de rumia y otras actividades (Gibb et al., 1997).

Si bien son escasos los estudios que comparan el comportamiento ingestivo de vacas lecheras en pastoreo suplementadas (con concentrados o DTM) respecto a vacas alimentadas con DTM *ad libitum*, estos permiten ver que la suplementación con 50% de DTM a vacas con un turno de pastoreo no modificó el tiempo de pastoreo o el peso de bocado respecto a suplementación con concentrados (Bargo et al., 2002). Sin embargo, el aumento en la oferta de DTM a vacas en pastoreo redujo el tiempo de pastoreo sin afectar el consumo de MS de pastura, implicando que a medida que aumentó la tasa de ingestión de DTM el CMS total aumentó (Wright et al., 2016). Los cambios en el CMS total y de forraje son determinantes de la productividad de las vacas lecheras y del beneficio de los productores. El estudio del comportamiento ingestivo en ambas estrategias de alimentación permitirá una mejor comprensión de estas variables.

1.2. ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN

A nivel mundial algunos grupos de investigación se encuentran estudiando las posibles combinaciones nutricionales para vacas lecheras de alta producción, que permita reducir costos de producción sin afectar los niveles productivos, contemplando el posible impacto ambiental y el bienestar animal. En muchos de los países del hemisferio norte es común que las vacas sean manejadas en estabulación con DTM, por lo que la mayoría de los estudios se han basado en la inclusión de forraje en las dietas ya sea mediante pastoreo directo o forraje cortado. Encontramos trabajos que estudian distintas etapas de lactancia desde lactancia completa (White et al., 2002), lactancia temprana, lactancia media (180 DPP) (Soriano et al., 2001; Wright et al., 2016) y trabajos que estudian distintas combinaciones de pastoreo con suplementación con concentrados o DTM (Bargo et al., 2002, Vibart et al., 2008, Kennedy et al., 2015).

Los resultados encontrados en la bibliografía son variables, dependiendo del nivel de inclusión de pasturas en la dieta así como del nivel de oferta de forraje y de suplementación. Vacas lecheras alimentadas con 100% DTM lograron 33% mayor producción de leche que vacas manejadas únicamente en pastoreo (Kolver y Muller, 1998). En cambio cuando la combinación fue con 50% DTM las diferencias en

producción se redujeron, encontrando valores de 16% mayor producción de leche en 100% DTM (Bargo et al., 2002), e incluso Dall-Orsoletta et al. (2016) trabajando con vacas F1 Jersey x Holstein no encontraron diferencias en producción de leche. En este sentido Vibart et al. (2008) no encontró diferencias significativas en leche corregida por grasa con vacas alimentadas con 32% de pastura y 68% de DTM respecto a 100% DTM. Otros trabajos combinan DTM y pastura según horas de acceso al pastoreo (Soriano et al., 2001) reportan que vacas a las que se les suministra 66% DTM luego del ordeño am y pastorean (34%) luego del ordeño pm logran resultados en composición de leche similares a 100% DTM.

Trabajos más recientes que evaluaron la combinación de pasturas con distintos niveles de concentrados en vacas en lactancia temprana de parto de primavera encontraron un 7% menor producción cuando se suplementaron con 8 Kg MS de concentrado y asignación de 14,1 kg MS de raigrás perenne respecto a 100% DTM (Kennedy et al., 2015). Sin embargo, trabajo con asignación de 30 kg MS de alfalfa y distintos niveles de suplementación con concentrado (Salado et al., 2017) obtuvieron una respuesta lineal en producción de leche al incremento en el nivel de concentrado de 3,5 a 10,5 kg y como resultado un mayor CMS total.

En Uruguay la mayoría de los sistemas de producción son de base pastoril por lo tanto se han estudiado distintos niveles de inclusión de DTM en las dietas, principalmente en otoño por ser una época de baja oferta de forraje y donde se concentran una proporción importante de partos. En los últimos años se trabajó en distintas estrategias de alimentación en busca de una mayor estabilidad de la producción que permita mejorar los resultados productivos en promedio sin que los costos se eleven demasiado. Trabajos recientes de Chilibroste et al. (2012), Meikle et al. (2013) encontraron un 7% menor producción de leche en vacas primíparas a inicio de lactancia cuando compararon distintos niveles de asignación de forraje (7,5, 15 y 30 kg MS/vaca/día) combinado con 15 kg MS de DTM respecto a vacas 100% DTM. En el mismo sentido, Fajardo et al. (2015) trabajando con vacas en pastoreo (una o dos sesiones) suplementadas con 50% DTM obtuvieron un 10% menos leche que vacas en 100% DTM. Trabajos que combinan DTM con acceso de 4 horas a

pasto cortado en comederos individuales no encontraron diferencias en producción de leche ni en CMS total respecto a DTM (Mendoza et al., 2016).

En general la mayoría de los trabajos encontraron mayor producción de leche y mayor estado corporal en vacas alimentadas con 100% DTM asociada a mayores consumos de MS y por lo tanto de energía. Sin embargo, la leche corregida por energía no siempre es mayor debido a que los resultados en contenido de sólidos mostraron gran variabilidad asociada a la composición de las DTM, proporción incluida en las dietas y el tipo de pasturas utilizada. Vacas en pastoreo suplementadas con concentrado resultan en mayor concentración de proteína y menor de grasa (Kennedy et al., 2005). Cuando se suplementó con 50% de DTM (14,5 kg MS/vaca/día) a vacas en pastoreo se obtuvo menor concentración de grasa y sin diferencias en proteína (Fajardo et al., 2015). Sin embargo, en vacas suplementadas con 17 kg MS/día de TMR (Bargo et al., 2002), o cuando se les ofreció pasto cortado durante 4 horas (Mendoza et al., 2016) no se encontraron diferencias entre tratamientos. De los trabajos anteriores se puede concluir que cuanto mayor es la proporción de pastura en la dieta los resultados en sólidos en leche son más variables ya que es más dependiente de la asignación de forraje y del nivel y tipo de suplemento con el que se combina, lo que en definitiva repercute en la estrategia llevada adelante por el animal para lograr satisfacer sus requerimientos al enfrentarse al “menú” de alimentos.

1.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CONSUMO

El mecanismo de adaptación de los animales a las distintas situaciones nutricionales a las que se enfrentan y su impacto en el consumo de materia seca es medular para evaluar las estrategias de alimentación. La principal respuesta del animal a cambios en la alimentación son cambios en el patrón de ingestión, por lo tanto el comportamiento de vacas lecheras en pastoreo se podría manipular, modificando el tiempo de acceso, o la asignación de forraje a los animales en la sesión de pastoreo (Chilibroste et al., 2015). Además se han identificado otros factores (ej: estado interno hambre/saciedad) que pueden modificar el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo frente a cambios en la

alimentación, en este trabajo se van a discutir la asignación de forraje, el nivel y tipo de suplemento (concentrados o DTM) y el tiempo de acceso al pastoreo.

La asignación de forraje es un factor importante que afecta el comportamiento animal, en general modificando el CMS total. Animales en pastoreo con muy baja asignación de forraje dedican menos tiempo a pastorear que animales con media y alta asignación, por lo que las asignaciones bajas resultan en una barrera para la cosecha de forraje (Peyraud et al., 1996). Sin embargo, Chilibroste et al. (2012) trabajando con vacas primíparas en baja, media y alta asignación de forraje y suplementadas con DTM a inicio de lactancia no encontraron diferencia en el tiempo de pastoreo. También hay efecto del momento del día en el que ingresan a pastorear, animales que pastorean en la mañana dedican más tiempo a rumiar que animales que pastorean en la tarde (Abrahamse et al., 2009), habiendo diferencias en el tiempo de pastoreo con diferentes horarios o momentos de ingreso a la pastura. Las sesiones de pastoreo al atardecer son más largas y con mayor peso de bocado (Gibb et al., 1998) explicado por el comportamiento natural de la especie y por un mayor contenido de carbohidratos y de MS de las pasturas (Abrahamse et al., 2009).

Al incorporar la suplementación a animales en pastoreo los cambios en comportamiento son importantes. Gibb et al. (2002) reportan que la suplementación con concentrados (1,2 a 6 Kg/día) no redujo el tiempo de pastoreo de vacas lecheras de parto de primavera que pastoreaban raigrás. Sin embargo, Bargo et al. (2003), al analizar diferentes trabajos, identifican que la suplementación con concentrados no afectó la tasa de bocado o el peso de bocado, pero si redujo el tiempo de pastoreo en comparación con dietas de solo pastoreo, siendo la reducción en promedio de 12 minutos por día por cada kg extra de concentrado. En el mismo sentido, Soca et al. (2014) encontraron que la suplementación con concentrado a vacas lecheras en pastoreo resultó en una reducción del tiempo de pastoreo pero no afectó el tiempo de rumia.

Si bien en los últimos años se ha estudiado la suplementación con DTM a vacas en pastoreo, son pocos los trabajos que estudiaron el comportamiento ingestivo y su efecto sobre el CMS. Wright et al. (2016) compararon niveles de asignación de forraje combinado con niveles de suplementación con DTM a inicio y fin de

lactancia y reportan que el incremento en la oferta de DTM disminuyó el tiempo de pastoreo pero no afectó el CMS de forraje. En cambio, al incrementar la asignación de forraje, no se afectó el tiempo de pastoreo, pero se encontró un incremento en la intensidad de pastoreo y el CMS de pastura, lo que resultó en un mayor CMS total ya que no se afectó el CMS de DTM.

A nivel nacional, Fajardo et al. (2015) trabajaron con vacas multíparas suplementadas con 15 kg MS/vaca/día de DTM, con dos tiempos de acceso a la pastura 6 horas am y 9 horas en una o dos sesiones de pastoreo (6 y 3 horas am y pm, respectivamente) encontraron mayor tiempo de pastoreo en relación al tiempo de acceso y menor tiempo de rumia con 6 horas de acceso a la pastura respecto a 9 horas. Sin embargo, no encontraron diferencias en el número de movimientos mandibulares totales, lo que indica que las vacas con menor tiempo de acceso dedican más tiempo efectivo a pastorear y lo hacen a mayor tasa; de igual manera, el CMS de forraje fue menor que las que accedieron 9 horas, logrando consumos similares de DTM. Por otro lado, Chilibroste et al. (2012) trabajando con vacas primíparas a inicios de lactancia en pastoreo suplementadas con 15 kg MS/vaca/día de DTM, evidencian que el peso de bocado es la determinante del CMS de forraje en las primeras semanas pos parto ya que la tasa de bocado y el tiempo dedicado a pastorear fueron muy bajos. Lo anterior implica que vacas primíparas a inicio de lactancia enfrentan severas restricciones para satisfacer los requerimientos de energía metabolizable en pastoreo con niveles de 15 kg MS/vaca/día de suplementación con DTM.

Si bien en los últimos años se ha trabajado en distintas estrategias de combinar pastoreo con distintos niveles de suplementación con concentrado o DTM. El efecto de las estrategias de alimentación en el comportamiento ingestivo no es del todo claro ya que el manejo del pastoreo (asignación de forraje y tiempo de acceso) combinado con el tipo y nivel de suplemento, resulta en respuestas diferente por parte de los animales en la distribución de las distintas actividades (pastoreo, rumia y otras actividades) lo que impacta sobre el CMS de pastura y total y finalmente en los resultados productivos.

En este sentido aparece una oportunidad de trabajar en dos estaciones contrastantes como son el otoño y la primavera; otoño reconocido en nuestra región como una estación de baja oferta de forraje por lo que la estrategia es consumir el escaso forraje disponible y complementar la diete con una alta suplementación. En cambio en primavera la situación es bien diferente, alta disponibilidad de forraje que permite maximizar la cosecha directa de pasto y suplementar con concentrados para balancear la dieta.

1.4. HIPÓTESIS y OBJETIVOS

1.4.1. Hipótesis

La suplementación en pastoreo (con concentrados o DTM) permite obtener resultados productivos y CMS similares a los alcanzados con 100% DTM. Estos CMS similares se logran a través de la adaptación del comportamiento ingestivo de los animales en cada estrategia de alimentación. Estos resultados se lograrán con estrategias diferentes en vacas paridas en otoño o en primavera.

1.4.2. Objetivos generales

Evaluar el efecto de las distintas estrategias de alimentación, pastoreo más suplementación vs. 100% DTM sobre la performance animal, el CMS y el comportamiento ingestivo de vacas Holando en lactancia temprana y durante la lactancia completa.

1.4.3. Objetivos específicos

1.4.3.1. Estudiar el efecto de la suplementación en pastoreo en vacas Holando primíparas paridas en otoño, suplementadas con 70% DTM respecto a 100% DTM, sobre: la respuesta productiva, el CMS y los cambios en el comportamiento ingestivo en lactancia temprana (Capítulo 2; Artículo 1).

1.4.3.2. Estudiar el efecto de la suplementación en pastoreo en vacas Holando múltiparas paridas en primavera suplementadas (con DTM o concentrado) respecto a 100% DTM, sobre: la respuesta productiva, el CMS y su

evolución y los cambios en el comportamiento ingestivo en la lactancia completa (Capítulo 3; Artículo 2).

1.5. ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS

Consiste en dos artículos científicos, el primero titulado “*Milk production, intake and ingestive behavior of Holstein cow fed total mixed diet or pasture plus total mixed diet in early lactation*” el cual fue enviado a la revista Animal Production Science y constituye el segundo capítulo de esta tesis. En el mismo se presenta los resultados del experimento 1, vacas primíparas en lactancia temprana y partos de otoño, donde se evaluó el efecto de la suplementación con DTM respecto a 100% DTM, sobre la producción y composición de leche, el CMS total y de forraje y el comportamiento ingestivo. El segundo artículo titulado “*Suplementación en pastoreo o dieta total mezclada, en el desempeño productivo y comportamiento ingestivo de vacas Holstein durante la lactancia*” el cual será enviado a la revista Veterinaria de la SMVU y constituye el tercer capítulo de la tesis. Se presentan los resultados del experimento 2, vacas multíparas de parto de primavera durante la lactancia completa, donde se evaluó el efecto de la suplementación con concentrado o DTM respecto a vacas 100% DTM sobre la producción y composición de leche, el CMS total y de forraje y el comportamiento ingestivo. En el cuarto capítulo de esta tesis se presenta una discusión general y conclusiones generales del problema en estudio.

2. MILK PRODUCTION, INTAKE AND INGESTIVE BEHAVIOR OF HOLSTEIN COW FED TOTAL MIXED DIET OR PASTURE PLUS TOTAL MIXED DIET IN EARLY LACTATION

Mateo Ceriani^{A,C}, Mariana Carriquiry^B, Alejandra Jasinsky^A, Pablo Chilibroste^A,
Diego.A. Mattiauda^A

^A Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, EEMAC, Universidad de la República, Ruta 3 km 363, Paysandú, PC 60000, Uruguay

^B Grupo de Nutrición, Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Garzón 780, Montevideo, Uruguay

^C Corresponding author. E-mail: mateo.ceriani@gmail.com

2.1. ABSTRACT

Context: Supplementation of grazing dairy cows in early lactation is needed in order to exploit cow genetic potential for milk production. Cow productivity and farmer profits in pasture-based dairy systems that incorporate supplementation with TMR are related to total and herbage dry matter intake (DMI) which are explained, among other factors, by animal behavior.

Aims: To evaluate the effect of two feeding strategies on milk production and composition, DMI and ingestive behavior.

Methods: Eighteen primiparous autumn calving Holstein cows were used in a randomized block design. Cows at calving were assigned to TMR fed *ad libitum* (G0) or grazing Lucerne (20 kg DM/d.cow) + 70% of *ad libitum* TMR diet (G1), during the first 65 days postpartum. All cows consumed 2.0 ± 0.11 kg DM/d of a commercial concentrate at each milking. Milk production was recorded daily and milk samples were obtained weekly to determine milk composition. Feed offered and refused were recorded daily from -21 to +65 days of lactation. Behavior was recorded by visual observation every 15 minutes at week 3 and 6 of lactation.

Key results: Although solid corrected milk yield tended to be greater for G0 than G1 cows and BCS was greater for G0 than G1 cows, total DMI did not differ between treatments. The proportion of time spent for feed consumption (pasture and TMR) was greater for G1 than G0 cows at week 3 of lactation, while it did not differ between treatments at week 6. In addition, the proportion of time dedicated to grazing as well as bite rate for G1 cows was greater for week 3 than 6. At week 3, G0 cows spent more time ruminating and idling at morning than G1 cows.

Conclusions: Despite the similar DM intake, solid corrected milk yield and BCS was decreased for G1 than G0 cows which would suggest greater energy expenditure in grazing cows, probably explained by the increased time dedicated to feed consumption.

Implications: In condition of limiting pastures, feeding primiparous dairy cows with TMR is an alternative to maintain a good performance.

Keywords: dairy cattle, nutrition, animal behavior

2.2. INTRODUCTION

Pasture-based dairy systems are recognized as low cost and more environmental friendly and animal welfare conscious production systems (Dillon 2006; Wales et al., 2013). However, they are characterized by seasonal imbalances between supply and demand of nutrients and energy (Chilibroste et al. 2007; Wales et al. 2013). It has been shown that it is difficult to exploit cow genetic potential for milk production or to maintain a good body condition score (BCS) based only on grazing good quality pastures (Kolver y Muller 1998; Dillon et al. 2003; Peyraud y Delagarde 2011). This difficulty has been partially explained by the low dry matter intake (DMI), thus energy intake, obtained through grazing (Kolver and Muller 1998; Bargo et al. 2002a). Therefore, supplementation with concentrates or with a total mixed ration (TMR) is a strategy used to fulfill herd requirements at critical moments of lactation (e.g. early lactation) or at times of the year when pasture contribution is not high enough in quantity or quality to meet animal requirements (Peyraud and Delagarde 2011).

Research in early lactation (Vibart et al. 2008; Meikle et al. 2013; Fajardo et al. 2015) reported increases between 7 and 33% in milk yield for cows fed TMR *ad*

libitum in comparison with cows grazing and supplemented with TMR. However, changes in milk composition have been variable, with decreases in milk fat, increases in milk protein or no change in milk solids for TMR vs. grazing plus TMR. These contradictory results may be explained, at least partially, by the level of pasture inclusion in the diet and/or calving season.

Reduction in milk yield due to the inclusion of grazed pasture as part of the diet has been associated with a decrease in DMI (5 to 20% depending on the TMR supplementation level; Bargo et al. 2002b; Vibart et al. 2008; Fajardo et al. 2015). In addition, Soriano et al. (2001) reported changes of 14% in TMR intake of cows grazing and supplemented with TMR according to the time of access to pasture, with DMI being greater when the cows had access to pasture in the am vs. pm due to the lower herbage DMI. Herbage DMI by pasture-grazed cattle has been explained, among other factors, by ingestive behavior (grazing time, bite rate and mass) as well as by rumination time (Chilibroste et al. 2015).

Few studies have compared animal behavior in grazing dairy cows supplemented with TMR vs. cows fed TMR *ad libitum*. Bargo et al. (2002a) showed that TMR supplementation to grazing dairy cows did not modify grazing time or bite mass when compared with concentrate supplementation, when cows of both treatments grazed together in the morning. Wright et al. (2016) reported that as the offer of TMR to grazing cows increased (from 6 to 14 kg DM/cow), grazing time decreased while herbage DMI was not affected when the TMR/forage ratio was similar. This resulted in no changes in pasture DMI and an increase in total DMI as TMR intake rate increased (Wright et al. 2016).

The understanding of animal behavior in pasture-based dairy systems that incorporate supplementation with TMR would allow a better comprehension of changes in total and herbage DMI, which would finally determine cow productivity and farmer profits. Our hypothesis was that the inclusion of 30% pasture for grazing in the diet of Holstein cows supplemented with TMR would allow a productive performance similar to *ad libitum* TMR fed cows. The DMI of herbage and TMR, and animal behavior will explain, at least partially, productive performance results.

The aim of the present study was to evaluate the effect of feeding strategy in early lactation (100% TMR vs. grazing plus 70% TMR) on milk yield and composition, BCS, DMI and behavior of primiparous Holstein dairy cows calved in autumn.

2.3. MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out at the Experimental Station “Dr. Mario A. Cassinoni” of the Facultad de Agronomía (EEMAC - Universidad de la República, Paysandú, Uruguay, 32.38°S, 58.05°W) from February to May 2015. The experimental protocol was evaluated and approved by the Committee for Animal Experimentation (CEUA, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay).

Experimental design, animals and treatments

Eighteen primiparous autumn-calving Holstein cows of 528 ± 40 kg body weight (BW) and 3.2 ± 0.2 units BCS were selected. Animals were blocked (paired) before calving by expected calving date ($04/18/2015 \pm 11$); BW and BCS. At calving, cows were assigned to one of the two treatments in a randomized block design. Treatments were two feeding strategies during the first 65 days postpartum: control cows fed TMR *ad libitum* (G0) and cows grazing pasture and supplemented with 70% of G0 TMR (G1).

Feeding and grazing management

During the prepartum period, from -56 to -21 ± 6 days relative to calving, all cows grazed a second year pasture in order to obtain a BCS at calving between 3.0 and 3.5 (Edmonson et al. 1989). From -21 days to calving, cows were offered 12.3 kg DM/d of a total mixed diet based on 41.3 % of whole crop maize silage, 18.3% malt sprout, 18.0% on a pre-calving commercial concentrate and 21.9% moha (*Setaria italica*) hay.

During the experimental period, cows were assigned to treatments diets: G0 cows were housed individually with shade and water, and offered in individual feeders a TMR *ad libitum* (58:42 forage:concentrate ratio) formulated according to

NRC (2001) for a target milk production of 32 kg/d and a 10% feed refusal. The G1 cows were offered the same TMR as G0, with 70% of DM offered as TMR and 30% as harvested herbage under grazing conditions. The G1 cows had access to a second year perennial pasture of alfalfa (*Medicago sativa*, located 1.2 km from the milking parlor) for 6 h from 7:30 to 13:30 h; (after the morning milking), on a 3-days rotational system with a mean herbage allowance of 20 kg DM/cow.d (3 cm above ground level; Table 1). Herbage mass (kg DM/ha) was estimated monthly using a comparative yield method adapted from Haydock and Shaw (1975) with a 5-point calibration scale and 3 replicates for each point. This value was used to calculate the area required to provide the desired herbage allowance. The G1 cows received the TMR after the afternoon milking in the same conditions as G0 cows (housed individually with shade, water, and individual feeders). Both groups of cows (G0 and G1) consumed 2.0 kg DM/d of a commercial concentrate in the parlor at each milking (Table 1).

Table 1. Mean chemical composition of herbage representative of that selected by cows and samples of the total mixed ration and commercial concentrate offered to dairy cows

Mixed ration ingredients: corn silage (37.7%), alfalfa haylage (20.1%), sorghum grain 33.4%), corn grain (1.8%), wheat grain (1.2%), soybean expeller (3.6%), sunflower expeller (1.8%), and a salt, vitamin and mineral mix (0.4%)

CP: Crude protein, NIDN: Nitrogen insoluble detergent neutral, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, NEL: Net energy lactation

Component	Mixed ration	Herbage	Concentrate
DM (%)	40.2	22.7	89.3
CP (% of DM)	8.7	16.0	19.6
NIDN (% of DM)	2.0	3.4	3.8
NDF (% of DM)	33.6	41.6	28.4
ADF (% of DM)	21.3	29.7	10.9
Ether extract (% of DM)	4.4	2.6	2.7
Ash (% of DM)	5.0	10.9	8.1
NEL (Mcal/kg DM)	1.76	1.45	1.85

Animal and feed measurements

Cows were milked twice a day (5:00 and 15:30 h), milk production was recorded daily with a Waikato© milk-meter (2008 Waikato Milking Systems, USA Ltd.) and milking samples were obtained weekly in two consecutive milking (am/pm) to determine milk composition (fat, protein and lactose concentrations)-by mid-infrared spectrophotometry (NIRS, Milko-Scan, Fross Electric, Hillerød, Denmark). Cows BW and BCS were recorded every two weeks after the morning milking from -42 to +65 ± 6 days of lactation; BCS was determined by the same observer during the experimental period.

Amounts of TMR offered and refused were recorded daily from -21 to +65 ± 6 days of lactation to determine DMI of TMR. Sub-samples of feed offered and refused were collected daily, dried in a forced air oven at 60°C and milled to pass through a 2 mm screen and stored for chemical analyses.

Herbage samples representing the forage selected by cows over the final 3 days of each week were collected by hand plucking (Coates y Penning 2000) from areas adjacent to the grazing paddocks, at the approximate height at which the cows grazed in the previous paddock. The samples were dried at 60 °C in a forced air oven and milled to pass through a 2 mm screen before chemical analyses. In addition, samples of conserved forages and concentrates were collected if a new opening or shipment occurred.

Behavior activities were recorded at week 3 and 6 of lactation (+21 and +41 ± 6 days) during three consecutive days from 7:30 to 18:30 h (from access to pasture or TMR until sunset). The activities (grazing or eating, ruminating or other) for each individual cow were recorded by visual observation every 15 minutes. During the grazing periods the observers counted the number of bites during 1 minute (Chilibroste et al. 2012) and the procedure was repeated in all grazing cows until the end of the grazing activity. Individual herbage intake rate (IR) was calculated by dividing herbage intake by the average grazing time.

Laboratory analyses

Samples of TMR and refusals were composited weekly by treatment and week, respectively. All herbage, TMR and supplement samples were analysed to determine DM, N and ash (AOAC 2000) and neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) measured sequentially (Van Soest et al. 1991).

Calculations and statistical analysis

The net energy lactation (NEL) dietary concentrations were calculated based on chemical composition using NRC (2001) equations.

Individual herbage DMI was estimated by the difference between individual energy intake estimated using the cow's energy requirements (NRC, 2001), and individual energy intake supplied by TMR and concentrate, divided by herbage net energy lactation (NEL) concentration (Smit et al. 2005). Cow's energy requirements were estimated as the sum of maintenance requirements including energy requirement for

activity and retained energy for milk (based on milk yield and composition) and for body reserves (based on changes on BW and BCS).

All statistical analyses were conducted with SAS Systems programs (SAS University Edition; SAS Institute Inc., Cary, NC). Milk yield and composition, BW, BCS and DMI were analysed by repeated measures with a mixed model that included treatment, week (repeated measured), and interaction (treatment by week) as fixed effects, block as a random effect and calving date as a covariate. The number of observations of grazing or eating, ruminating or others activities were analyzed with the GENMOD procedure with a binomial distribution and a model that included treatment, hour, week and their interaction and block as fixed effects, and calving data or initial BW as a covariate. Least square means were separated using Tukey-Kramer tests ($\alpha = 0.05$) and means were considered to differ if $P \leq 0.05$ and tendencies were declared if $0.05 < P \leq 0.10$.

Weather

Weather data was collected at the Meteorological Station of EEMAC where daily minimum, maximum and mean temperatures and precipitation (mm), were recorded throughout the experiment.

Table 2. Milk yield, solid corrected milk (SCM) yield, milk composition, somatic cells count (SCC), body weight (BW) and body conditional score (BCS) according to feeding strategy in early lactation primiparous Holstein cows

^AG0: Cows fed a total mixed ration fed *ad libitum* and G1: Cows on pasture grazing and supplemented with 70% of the *ad libitum* offered of G0. ^BT = Treatment, W = week of lactation. ^CSCM = $12.24 \times \text{fat yield (kg)} + 7.10 \times \text{protein yield (kg)} + 6.35 \times \text{lactose yield (kg)} - 0.0345 \times \text{milk yield (kg)}$ according to Tyrrell and Reid (1965).

^{ab} Different letter within row indicate differ significantly ($P < 0.05$).

	Treatments ^A			P-value ^B		
	G0	G1	SE	T	W	T x W
Yield (kg/day)						
Milk	27.5a	25.6b	0.58	0.03	<.001	0.49
SCM ^C	27.9	25.6	0.83	0.07	<0.01	0.67
Fat	1.15	1.04	0.05	0.13	<0.01	0.70
Protein	0.86	0.82	0.03	0.27	0.01	0.58
Lactose	1.36a	1.24b	0.04	0.04	<0.01	0.43
Total solids	3.38	3.10	0.10	0.06	<0.01	0.63
Composition (%)						
Fat	4.17	4.17	0.16	0.99	0.02	0.83
Protein	3.16	3.30	0.06	0.09	<0.01	0.72
Lactose	4.98	4.92	0.07	0.58	0.71	0.93
Body weight (kg)	528	526	5.30	0.72	<0.01	0.78
BCS (units)	3.08a	2.98b	0.03	0.04	<0.01	0.73

2.4. RESULTS

Total rainfall during February, March, April and May was 62, 48, 37 and 124 mm, respectively, compared with a historic average of 131, 147, 103 and 77 mm (National Weather Direction period 1961 – 1990). The average of temperatures were 24, 22.3, 20.2 and 16 °C, for February, March, April and May, respectively, with the average temperature of April and May being slightly higher than the historical average.

Milk yield and composition, and cow body weight and condition score

Milk yield during the first 65 days of lactation was greater ($P = 0.03$) and solid corrected milk (SCM) yield tended to be greater ($P = 0.07$) for G0 than G1 cows (Fig. 1 A; Table 2). Milk protein concentration tended to be greater ($P = 0.09$) for G1 than G0 cows while milk fat and lactose concentration did not differ between treatments (Table 2). Fat and protein yield did not differ between treatment, but lactose yield was greater ($P = 0.04$) for G0 than G1 cows, and total solids yields tended ($P = 0.06$) to be greater for G0 than G1 cows (Table 2).

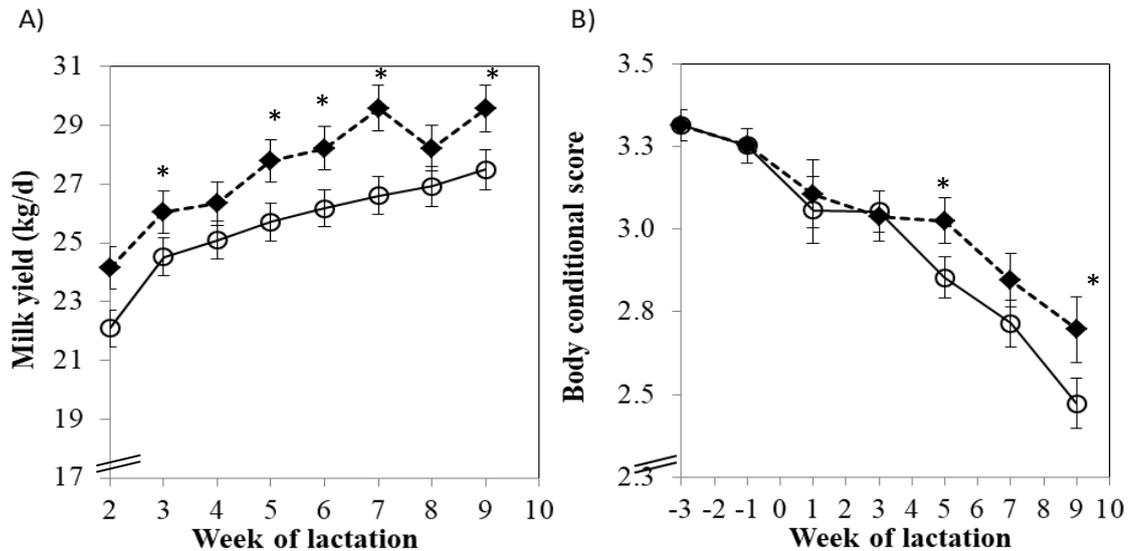


Fig. 1 Average milk production in the first 9 weeks of lactation (A) and change of body condition score (B) from dry off and first 9 weeks postpartum. Cows fed TMR (G0, dashed line, \blacklozenge), or grazing + TMR (G1, solid line, \circ). *significant differences

Cow BW decreased ($P < 0.01$) postpartum for all cows, reached a minimum at week 5 of lactation (35 days) and increased thereafter (data not shown), but postpartum BW did not differ between G0 and G1 cows (Table 2). In contrast, cow BCS decreased ($P < 0.01$) during the whole experimental period for both treatments, but throughout the postpartum period, BCS was greater ($P = 0.04$) for G0 than G1 cows (Table 2; Fig. 1 B).

Table 3. Dry matter intake of mixed ration, herbage and concentrate according with feeding strategy in early lactation Holstein primiparous cows

^AG0: Cows fed a total mixed ration fed *ad libitum* and G1: Cows on pasture grazing and supplemented with 70% of the *ad libitum* offered of G0.

^BT = treatment, W = week of lactation, T x W = interaction treatment per week

^{ab} Difference letter indicate differ significantly ($P < 0.05$) within row.

	Treatments ^A				S.E.	P-value ^B		
	Week 3		Week 6			T	W	T x W
	G0	G1	G0	G1				
Total DMI (kg/d)	15.6	16.7	17.6	18.1	0.5 1	0.41	0.05	0.36
Mixed ration (kg DM/d)	11.6b	7.9d	13.6 a	9.7c	0.5 1	<0.01	<0.01	0.89
Concentrate (kg DM/d)	4.0	4.0	4.0	4.0	0.2 1	-	-	-
Herbage (kg DM/d)	0	4.80	0	4.40	0.8 6	-	0.85	-

Dry matter intake and animal behavior

Mean daily total DMI was not affected by treatment but increased overall ($P = 0.41$) by almost 2 kg DM/day from week 3 to 6 of lactation as TMR intake increased ($P < 0.01$) for both treatments (Table 3). However, herbage DMI of G1 cows remain unchanged from week 3 to 6 of lactation (Table 3), but IR was greater ($P < 0.01$) at week 6 than 3 of lactation for G1 cows (38.6 vs. 22.3 ± 3.7 g DM/min, respectively).

In the morning, when G1 cows were at pasture and G0 cows were housed and TMR-fed, the proportion of time used to eat was greater for the first than the latter ($P < 0.05$; Fig. 2 A) with a longer first session of eating for G1 than G0 (95 vs. 66 ± 25.6 minute, respectively, $P < 0.01$). The proportion of eating was greater ($P < 0.01$) for G1 than G0 cows at week 3, with both treatments showing a similar eating pattern during the morning, with increased eating observations during the first hour

after feed offering or access to pasture and decreased eating observations at the end of the morning session. However, at week 6, there was an interaction between treatment and hour as the proportion of eating observations were greater ($P = 0.03$) at hour 2 and lower ($P = 0.04$) at hour 4 for G1 than G0 cows (Fig. 2 A). Herbage bite rate in G1 cows during the morning was greater ($P = 0.01$) at week 6 than 3 of lactation (44 vs. 36 ± 1.32 bites/minute, respectively). In contrast, during the am session proportion of time, ruminating and idling was lower ($P = 0.04$) for G1 than G0 cows (Fig. 2 B and Fig. 2 C), but did not differ in week 6.

Nevertheless, in the afternoon, when both groups were fed TMR in confinement, the proportion of time eating, ruminating and idling did not differ between treatments and week of measurement (Fig. 3), as well as for the length of the first session in the afternoon (27.9 ± 7.7 minute $P = 0.95$).

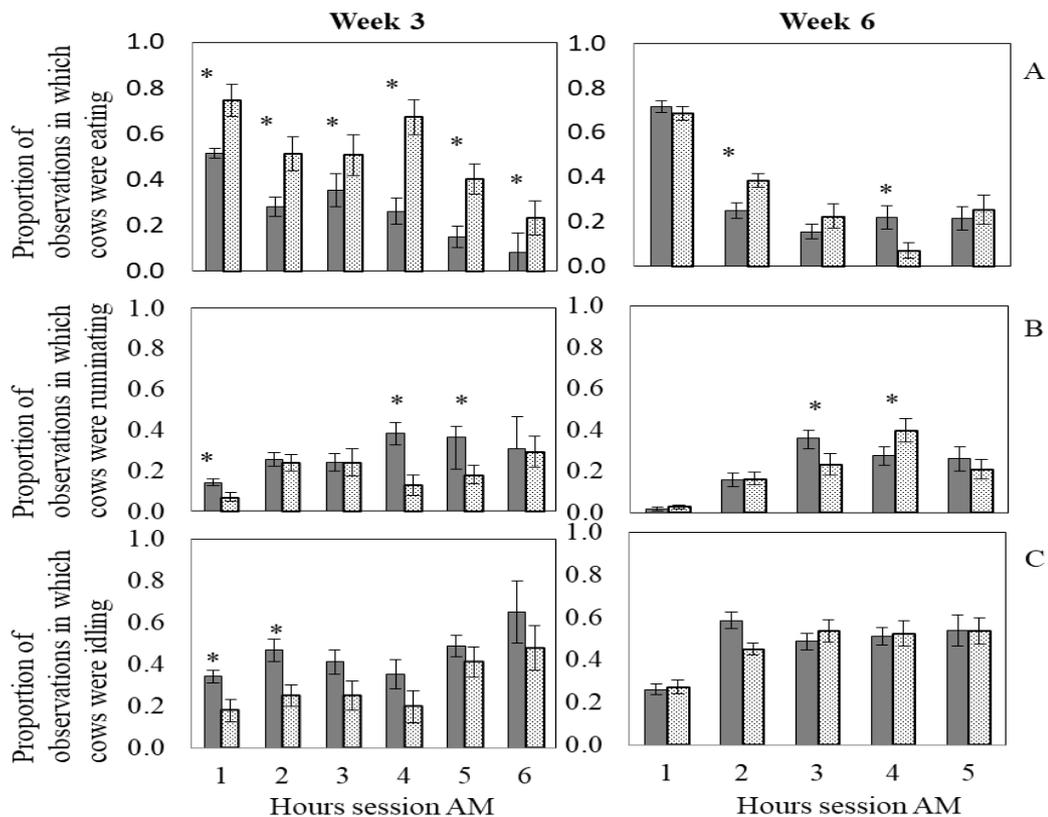


Fig. 2 The proportion of visual observations eating or grazing (A), ruminating (B) and idling (C) along the morning of cows fed TMR (G0, ■), or grazing + TMR (G1, □) at week 3 and week 6 of lactation. Within an hour * indicate difference $P < 0.05$

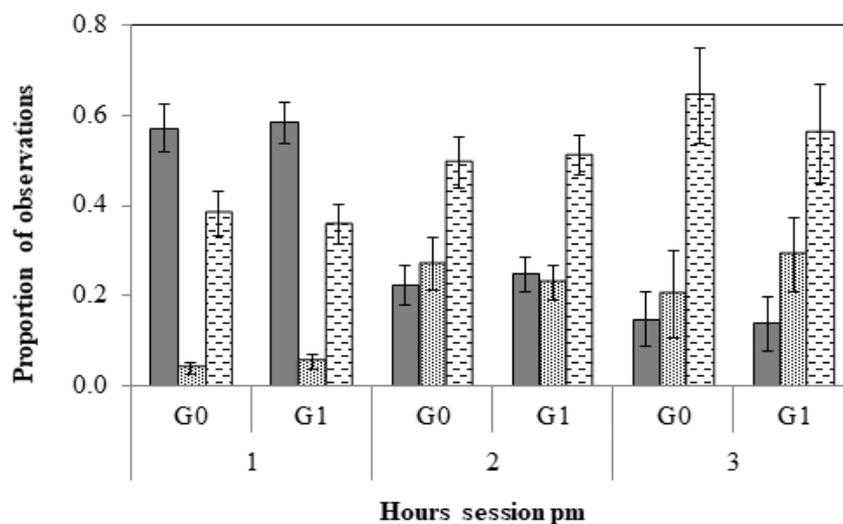


Fig. 3 Average of the proportion of visual observations activities along the afternoon for week 3 and 6, for all cows fed TMR (after afternoon milking), in early lactation. Eating (■), ruminating (▤) and Idling (□)

2.5. DISCUSSION

The inclusion of 30% pasture in the “menu” of Holstein cows fed on a TMR diet reduced milk production in the first 65 days of lactation, and tended to decrease SCM.

In the present experiment, G0 cows produced 7.4% more milk than G1 cows during the first 65 days of lactation. These results are similar with previous research comparing TMR vs. grazing plus TMR (Fajardo et al. 2015) which reported 10.4% increased milk yield for TMR cows due a greater DMI. However, in our work DMI was similar between treatments so the higher milk production could be explained by a more concentrated diet (0.08 Mcal/kg NEL) for G0 cows, as well as to a lower energy cost because of the absence of grazing and walking (Jasinsky et al. 2018). The lower energy intake and possible higher energy cost for G1 cows was reflected in BCS change, where both groups of cows lost BCS after calving during the first 65 days of lactation as expected (Dillon et al. 2003; Meikle et al. 2013). BCS loss was greater in grazing than TMR cows, which supports the idea of a lower energy balance of the G1 cows. In line with Fajardo et al. (2015) that reported 7.9% higher

SCM, in our work we also found a tendency to a higher SCM for G0 cows. This tendency could be explained by a trend for greater milk protein concentration for G1 compared to G0 cows. Previous reports indicated higher milk protein concentration in early lactation cows with pasture inclusion in the diet (Kennedy et al. 2005) due to the increase of crude protein (CP) content in the diet of grazing cows. In this work G1 and G0 cows consumed diets with 13.2 and 11.3% CP content which may partially explain the results in the protein content in milk.

The absence of difference between feeding strategies in total DMI indicated that G1 cows matched G0 intake by consuming 30% of the diet as alfalfa. In contrast, other authors reported in early lactation DMI was greater when they were fed 100% TMR (Bargo et al. 2002b; Vibart et al. 2008; Fajardo et al. 2015). The similar total DMI for G1 and G0 cows could be explained by the low proportion of herbage in the diet (30%) in the present research, while in previous experiments pasture inclusion represented 50 to 60% of the offered diet. However, Vibart et al. (2008) working with a similar proportion of grass inclusion to our study but in multiparous cows, reported greater total DMI in 100% TMR vs. grazing plus TMR cows. It is possible that the pasture allowance used in this study (20 kg DM/cow.day of herbage 3 cm above ground level), for 6 hour access to pasture, did not limit cow pasture harvesting as this allowance was 4-fold greater than herbage DMI (Baudracco et al. 2010). In line with our work, Kennedy et al. (2005) did not observe differences in total DMI between primiparous and multiparous cows on a TMR diet and grazing cows supplemented with 3kg DM/cow.day of concentrate in early lactation. Moreover, Dall-Orsoletta et al. (2016) did not report differences in total DMI of Jersey x Holstein mid-lactation cows fed 100% TMR vs. TMR plus 6 hour of pasture access, achieving herbage intakes of 6 and 7.4 kg DM/cow.day depending if it was a 6-hour grazing session or two 3-hour sessions.

Both treatments increased total DMI by 2.0 kg DM/cow.day from week 3 to 6 of lactation, which is coincident with NRC (2001), as lactation progresses cows increase DMI until week 10 to 14. The increase in total DMI was due to an increase in TMR intake since the consumption of grass and concentrate did not differ between periods.

The G1 cows achieved similar herbage intake in week 3 and 6 of lactation, despite access time to the pasture decreasing by 1 hour in week 6 due to poor pasture conditions associated with drought, which was explained by an 18% increase in bite rate from week 3 to 6 of lactation. Chilibroste et al. (2012) reported bite rate increment with lactation progress in primiparous cows, as well as in response to shorter access time to pasture (Chilibroste et al. 2015). This change in the bite rate resulted in increases in IR (+50% week 3 vs. week 6 respectively) which may be the strategy used by cows to compensate the shorter access time and bad conditions of sward (lower density of plant; data not shown). Indeed, values of herbage intake rate reported here are in agreement with values reported previously (Pérez-Ramírez et al. 2008; Mattiauda et al. 2013) in dairy cows when access time to the pasture was restricted to 4-hour/day.

In week 3, both cow groups presented a similar intake pattern, with a peak of eating activity in the first hour after access to pasture or feed, followed by an increase in rumination and rest. During the remaining time of the morning, about 50% of G1 cows could be found grazing while the percentage of G0 cows eating was less (Chilibroste et al. 2007). However, the overall proportion of time eating during the morning was 23% higher for G1 vs. G0. The greater proportion of time devoted to grazing was in detriment of rumination which agrees with Fajardo et al. (2015) that reported by decreasing access time to pasture, ruminating time was more affected than grazing time. Nevertheless, in week 6 of lactation there were no differences between treatments in the overall proportion of time grazing or eating, finding a higher proportion of G1 cows consuming at the beginning and inversely towards the end, probably explained by the difficulty presented for G1 cows in herbage harvesting due to the poor pasture conditions while G0 cows had easily accessible feed (DeVries et al. 2003). It is also possible that G1 cows knew that in the afternoon they would have TMR available and as pasture was scarce, they increased eating activity at the beginning of the morning grazing session and then “decided” to ruminate and idle (Distel et al. 2004).

On the other hand, in the afternoon when all cows were in confinement and received TMR, although cows come from very different nutritional situations, no

differences were found between treatments in the proportion of time dedicated to each activity. Ingestive behavior results showed a clear pattern in which during the first hour, 58% of the animals were eating and then this activity decreased towards or till sunset, when the proportion of cows ruminating and idling increased. This would indicate that G1 cows ate 70% of the TMR consumed by G0 cows in a few hours, which would lead to a higher intake rate. This higher intake rate would generate less mastication and digestibility of this important volume of feed, which was reflected in a higher heart rate and heat production of G1 than G0 cows during the night (Jasinsky et al. 2018). Cows are able to combine activities in a way to adapt to the feeding strategies imposed on them, achieving maximum consumption with the lowest possible energy cost.

2.6. CONCLUSION

This work shows that when cows were supplemented with TMR plus 30% of pasture, in a restricted pasture condition, milk yield was reduced. Both feeding strategies obtained similar DMI, but grazing cows expended a greater proportion of time on searching/eating activities which suggests increased energetic expenditure. In addition, impaired digestive utilization of the TMR due to the more discontinuous feeding regime of the grazing cows could also explain differences obtained between grazing and TMR cows.

2.7. CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflicts of interest

2.8. ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Gerar Oberti, Pablo Parodi, Eduardo Dalmao, Martín Gonzales and Nelson Mendez for their assistance with the field work. The experiment was supported by the Agencia Nacional de Investigación e Innovación of Uruguay (ANII-FSA 12612 and POS_NAC_2015_1_109467).

2.9. REFERENCES

- AOAC (2000). Official methods of analysis, 17th edn. (Association of Analytical Chemists International: Washington, DC).
- Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW (2002a) Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science* **85**, 2948-2963.
- Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW (2002b) Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science* **85**, 1777-1792.
- Baudracco J, Lopez-Villalobos N, Holmes CW, Macdonald KA (2010) Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **53**, 109-133.
- Chilibroste P, Gibb MJ, Soca P, Mattiauda DA (2015) Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: Do they follow a predictable pattern? *Animal Production Science* **55**, 328-338.
- Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A (2012) Effect of herbage allowance on grazing behaviour and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology* **173**, 201-209.
- 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.
- Coates DB, Penning P (2000) Measuring animal performance. «Field and laboratory methods for grassland and animal production research.» (Eds L 't Mannelje, RM Jones) pp. 353-402. (CABI: Wallingford).
- Dall-Orsoletta AC, Almeida JGR, Carvalho PC, Savian J V, Ribeiro-Filho HM (2016) Ryegrass pasture combined with partial total mixed ration reduces enteric methane emissions and maintains the performance of dairy cows during mid to late lactation. *Journal of Dairy Science* **99**, 1-10.
- DeVries TJ, von Keyserlingk MAG, Beauchemin KA (2003) Short Communication: Diurnal Feeding Pattern of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* **86**,

4079-4082.

- Dillon P (2006) Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows. *Fresh Herbage for Dairy Cattle*, Vol. 18, pp. 1-26. Springer, Dordrecht, the Netherlands.
- Dillon P, Buckley F, O'Connor P, Hegarty D, Rath M (2003) A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livestock Production Science* **83**, 21-33.
- Distel RA, Soca PM, Demment MW, Laca EA (2004) Spatial-temporal arrangements of supplementation to modify selection of feeding sites by sheep. *Applied Animal Behaviour Science* **89**, 59-70.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G (1989) A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* **72**, 68-78.
- 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. *Livestock Science* **181**, 51-57.
- Haydock K, Shaw N (1975) Correction - The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **15**, 663-670.
- Jasinsky A, Mattiauda DA, Ceriani M, Casal A, Carriquiry M (2018) Energy partitioning in primiparous Holstein cows with or without grazing pastures in early lactation. *Journal of Dairy Science* **101**, 319.
- Kennedy E, O'Donovan M, Murphy JP, Delaby L, O'Mara F (2005) Effects of grass pasture and concentrate-based feeding systems for spring-calving dairy cows in early spring on performance during lactation. *Grass and Forage Science* **60**, 310-318.
- Kolver ES, Muller LD (1998) Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science* **81**, 1403-1411.
- Mattiauda DA, Tamminga S, Gibb MJ, Soca P, Bentancur O, Chilibroste P (2013)

- Restricting access time at pasture and time of grazing allocation for Holstein dairy cows: Ingestive behaviour, dry matter intake and milk production. *Livestock Science* **152**, 53-62
- Meikle A, Adrien M de L, Mattiauda DA, Chilibroste P (2013) Effect of sward condition on metabolic endocrinology during the early postpartum period in primiparous grazing dairy cows and its association with productive and reproductive performance. *Animal Feed Science and Technology* **186**, 139-147.
- NRC (2001) National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. edn. pp 381 (National Academy of Sciences: Washington, DC)
- Pérez-Ramírez E, Delagarde R, Delaby L (2008) Herbage intake and behavioural adaptation of grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding regimes. *Animal* **2**, 1384-1392.
- Peyraud JL, Delagarde R (2011) Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. *Animal* **7 Suppl 1**, 57-67.
- Smit HJ, Taweel HZ, Tas BM, Tamminga S, Elgersma a (2005) Comparison of techniques for estimating herbage intake of grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* **88**, 1827-1836.
- Soriano FD, Polan CE, Miller CN (2001) Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration diet. *Journal of Dairy Science* **84**, 2460-2468.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* **74**, 3583-3597.
- Vibart RE, Fellner V, Burns JC, Huntington GB, Green JT (2008) Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *The Journal of Dairy Research* **75**, 471-480.
- Wales WJ, Marett LC, Greenwood JS, Wright MM, Thornhill JB, Jacobs JL, Ho CKM, Auldish MJ (2013) Use of partial mixed rations in pasture-based dairying in temperate regions of Australia. *Animal Production Science* **53**, 1167-1178.
- Wright MM, Auldish MJ, Kennedy E, Dunshea FR, Hannah M, Wales WJ (2016) Variation in feeding behaviour and milk production among dairy cows when supplemented with 2 amounts of mixed ration in combination with 2 amounts of

pasture. *Journal of Dairy Science* **99**, 6507-6518.

SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO O DIETA TOTAL MEZCLADA, EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE VACAS HOLSTEIN DURANTE LA LACTANCIA

SUPPLEMENTATION IN GRAZING OR MIXED TOTAL DIET, IN THE PRODUCTIVE PERFORMANCE AND INGESTIVE BEHAVIOUR OF HOLSTEIN COWS DURING LACTATION

Mateo Ceriani^{1*}, Mariana Carriquiry¹, Alejandra Jasinsky¹, Diego A. Mattiauda¹.

¹Departamento de producción animal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, EEMAC, Ruta 3 km 363, Paysandú, CP 60000, Uruguay.

² Departamento de producción animal, Grupo de Nutrición, Facultad de Agronomía, Animal, Universidad de la República, Garzón 780, Montevideo, Uruguay.

* Autor para correspondencia, Mateo Ceriani. mceriani@fagro.edu.uy

3.1. RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos estrategias de alimentación sobre la respuesta productiva y el comportamiento ingestivo de vacas lecheras. Veinticuatro vacas multíparas de parto de primavera fueron asignadas a dos tratamientos durante 180 días pos parto (DPP); **P1**: pastoreo de *Festuca arundinacea* o *Medicago sativa* en dos (18 h) o una (10 h) sesiones de pastoreo dependiendo del estrés calórico (30 o 20 kg MS/vaca/día; parcelas semanales) y suplementadas con concentrado o dieta total mezclada (DTM) o **P0**: 100% DTM en encierro. Luego de los 181 DPP todas las vacas fueron manejadas en pastoreo de festuca (10 h y 20 kg MS/vaca/día) suplementadas con DTM. La producción de leche fue registrada diariamente y se tomaron muestras para análisis de composición. El peso vivo y el estado corporal fueron registrados quincenalmente. El alimento ofrecido y rechazado y la actividad fueron registrado a los 50, 80, 120, 180 y 260 DPP. Los datos fueron analizados con un modelo mixto, tratamiento, DPP y su interacción como efectos fijos, el bloque y vaca como efectos aleatorios y fecha de parto como co-variable. La producción de leche y la energía en leche no difirieron entre tratamientos, pero si hubo interacción tratamiento por

semana de lactancia. El CMS no fue diferente entre tratamientos. No obstante las vacas P1 dedicaron mayor proporción de tiempo a consumir alimento respecto a P0. La estrategia de alimentación no afectó los resultados productivos, explicado por mayor tiempo dedicado a consumir forraje por las vacas en pastoreo.

Palabras claves: vacas lecheras, nutrición, comportamiento animal

3.2. SUMMARY

The effect of two feeding strategies on the productive response and the ingestive behavior of dairy cows were evaluated. Twenty-four multiparous cows calving in spring were assigned two treatments during 180 days postpartum (DPP): (P1) cows grazed *Festuca arundinacea* or *Medicago sativa* in two (18 h) or one (10 h) session (30 or 20 kg DM/cow/day) depending on heat stress and were supplemented with concentrate or a total mixed diet (TMR) or (P0) cows fed 100% TMR in confinement. After 181 DPP, all cows grazed on a pasture of *Festuca arundinacea* (20 kg DM/cow/day) and were supplemented with TMR. Milk production was recorded daily, and milk samples were obtained to determine milk composition. Cow body weight (BW) and body condition score (BCS) were recorded every two weeks. Amount of feed offered and refused and ingestive behavior were recorded at 50, 80, 120, 180 and 260 DPP. Data were analyzed with a mixed model including treatment, DPP and its interaction as fixed effects, block and cow as random effects and date of delivery as co-variable. Milk production and energy output in milk did not differ between treatments but were affected by the interaction between treatment and DPP as were greater for P1 than P0 cows during early lactation. Dry matter intake did not differ between treatments but P1 cows dedicate more time to eat than P0 cows. The feeding strategy did not affect the productive results, explained by the greater time spent eating food for grazing cows.

Keywords: dairy cattle, nutrition, animal behavior

3.3. INTRODUCCIÓN

En los últimos años los sistemas de base pastoril han tomado importancia a nivel mundial por ser las pasturas el alimento más económico para vacas lecheras, lo que contribuye a bajar los costos de producción (Wales y col., 2013), además de las características nutricionales del producto final (la leche) de animales alimentados en base a pasturas para la alimentación humana. Estos sistemas en primavera disponen de forraje en cantidad y calidad que podría representar una proporción importante de la dieta de vacas lecheras. Sin embargo, la alimentación únicamente en base a pasturas tiene limitaciones en el potencial de consumo de energía y consecuentemente en la producción de estos animales (Kolver y Muller, 1998). Por otra parte, en esta región el cambio en las condiciones ambientales hacia fines de primavera genera posibles situaciones de estrés térmico sobre los animales (Saravia et al., 2003) además de una importante pérdida de calidad de las gramíneas templadas.

La suplementación con concentrados en la lactancia temprana, resulta en incrementos en producción (McEvoy y col., 2008) y mayor producción en el total de la lactancia (Kennedy y col., 2007). En este sentido, Kennedy y col. (2005) reportaron resultados similares en producción de leche (27,8 kg/día) y consumo de materia seca (CMS) total (15,7 kg MS) en vacas de parto de primavera con acceso a pasturas de alta calidad (asignación 15,1 kg MS/vaca/día sobre 4 cm de suelo) suplementadas con 3 kg MS/vaca/día de concentrado, respecto a vacas alimentadas con 100% DTM en estabulación (19,7 kg MS/vaca/día). Es posible lograr 35 kg de leche por vaca y CMS total de 23.8 kg MS/vaca/día con cosechas de forraje de 14.2 kg MS/vaca/día en vacas en pastoreo (asignación 30 kg MS/vaca/día sobre 3 cm de suelo) suplementadas con 10,5 kg de concentrado (Salado y col., 2017).

La suplementación con DTM permite volúmenes más grandes de suplementación que los concentrados ya que incorpora fibra en la mezcla y generan mejores resultados productivos explicados por mayor CMS total (Bargo y col., 2002). En este sentido vacas en pastoreo con asignaciones de 30 kg MS/vaca/día suplementadas con 50% DTM logran producciones promedio de 32 kg/día y CMS de 22,7 kg MS/vaca/día (Bargo y col., 2002; Fajardo y col., 2015). Trabajos en lactancia

media con vacas F1: Jersey x Holstein no encontraron diferencias en CMS para vacas con 6 horas de acceso a la pastura suplementadas con DTM respecto a las alimentadas con 100% DTM (Dall-Orsoletta y col., 2016). Wright y col. (2016) tampoco encontraron diferencias, con CMS total de 20,4 kg MS/vaca/día y 17,9 kg de leche/vaca en promedio para vacas con asignación de 22 kg MS/vaca/día de forraje y suplementadas con 8,7 kg MS de DTM.

Son escasos los trabajos que estudiaron el comportamiento ingestivo y la distribución de actividades a lo largo del día en pastoreo más suplementación en el total de la lactancia. Bargo y col. (2002) reportaron menor tiempo de pastoreo en las vacas suplementadas con concentrado a base de grano de maíz sin efecto en la tasa de bocado promedio (55 bocados/min) ni en el peso de bocado (0,57 g MS/bocado). En la misma línea Wright y col. (2016) encontraron menor tiempo total de consumo (426 vs. 390 minutos) en vacas suplementadas con DTM, conforme aumentó la suplementación con DTM, sin diferencias en la tasa de bocado y sin efecto en la masa de bocado (0,6 g MS/bocado).

La caracterización del comportamiento ingestivo de animales suplementados permitirá entender cuáles son las decisiones que toman los mismos según al “menú” de alimentos al que se enfrentan, lo cual permitirá definir estrategias de manejo para maximizar el consumo de pasto con buenos resultados productivos y con menores costos de producción. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las diferentes estrategias de alimentación, (pastoreo + suplementación vs. 100% DTM) sobre el CMS total, el comportamiento ingestivo, la producción y composición de la leche, peso vivo (PV) y estado corporal (EC) en la lactancia completa de vacas paridas en primavera.

3.4. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC) de Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay, 32.38°S, 58.05°W. El protocolo experimental fue evaluado y aprobado por el Comité de Experimentación Animal (No. 021130-001914-15, CEUA, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay).

Diseño experimental animales y tratamientos

Se trabajó con 24 vacas Holstein multíparas, seleccionadas del rodeo de la EEMAC. Las vacas fueron bloqueadas por fecha probable de parto (18/08/2015 \pm 11), PV (665 \pm 65), EC (3,0 \pm 0,4), producción de leche en la lactancia previa y número de lactancias (16 vacas de 2^{da} y 8 de 3^{ra}). El diseño experimental fue en bloques completos al azar con dos tratamientos y 3 repeticiones (grupos de 4 vacas). Al parto las vacas fueron asignadas aleatoriamente a 2 estrategias de alimentación durante 180 \pm 11 días pos parto (DPP): vacas en pastoreo de pasturas perennes suplementadas con concentrados o DTM (**P1**) y vacas alimentadas con DTM *ad libitum* (tratamiento control, **P0**). Luego de los 180 DPP todas las vacas se sometieron al mismo régimen y pastorearon en la tarde y fueron suplementadas con DTM en la mañana.

Manejo de la alimentación y el pastoreo

Durante el preparto, desde los -49 a los -21 \pm 11 DPP, las vacas fueron manejadas en pasturas de manera de cubrir los requerimientos para mantenimiento, gestación y mantener el EC al parto entre 3,0 y 3,5. A partir de los -21 DPP las vacas seleccionadas fueron manejadas en un único grupo, donde se les ofreció 12,8 kg MS/vaca/día de una DTM preparto, basada en ensilaje de maíz (42,8%), heno de moha (*Setaria itálica*, 13,8%), brote de malta (21,9%), un concentrado comercial preparto (20,7%; grano de maíz 20%, grano de trigo 13%, expeler de soja 40%, expeler de girasol 22% y sales 5%), pre mezcla de sales, vitaminas y minerales (0,9%) además contaban con heno de moha a voluntad.

Desde el día 0 a los 180 DPP las vacas fueron asignadas a los siguientes tratamientos: tratamiento P1, vacas en pastoreo + suplementación, presentaron cambios en la dieta a medida que avanzó la primavera debido al estado de las pasturas y las condiciones ambientales. Desde 0 a 113 DPP pastorearon de 8:00 a 16:00 y de 18:00 a 4:00 horas una festuca (*Festuca arundinacea*) de primer año, localizada a 1,5 km de la sala de ordeño, en parcelas semanales (7 días de duración) en doble turno de pastoreo, con una asignación de forraje de 30 kg MS/vaca/día (3 cm sobre suelo; Tabla 1). Luego del ordeño de la mañana y 20 minutos previo al ingreso a la pastura las vacas P1 fueron suplementadas en comederos individuales

con 5,4 kg MS/vaca/día de un concentrado comercial (32% grano de maíz, 31% grano de cebada, 32% expeler de soja y 5% de pre mezcla de sales minerales) con el objetivo de balancear la dieta para lograr el potencial de producción de 40 kg de leche. Desde los 114 y hasta los 180 DPP, las condiciones ambientales fueron desfavorables para el doble turno de pastoreo, por lo que las vacas P1 pasaron a un solo turno de pastoreo de 18:00 a 04:00 horas para evitar las horas de mayor estrés calórico). Se tomó como nivel crítico para estrés calórico cuando el índice de temperatura y humedad (ITH) se encontró por encima de 72 (Johnson y col., 1961) durante 3 días consecutivos por más de 5 horas. En este período las vacas tenían acceso a una alfalfa (*Medicago sativa*) de segundo año localizada a 1,2 km de la sala de ordeño, en parcelas semanales con una asignación de forraje de 20 kg MS/vaca/día (3 cm sobre el suelo; Tabla 1) y se les suministró entre las 8:00 y 14:00 horas una DTM (50% del ofrecido *ad libitum*; Tabla 2), en corrales grupales con sombra y agua disponible. El tratamiento P0, vacas encerradas en grupos de cuatro en corrales de 8 x 22,6 m con acceso a agua y sombra, donde se les ofreció una vez al día una DTM *ad libitum* (40:60 forraje: concentrado, Tabla 2) en comederos grupales (2,4 m de frente). La DTM fue formulada de acuerdo a NRC (2001) para una producción de leche de 40 kg/día y un rechazo de 15-20%.

A partir de los 180 y hasta los 270 DPP las vacas P0 y P1 pasaron a manejarse en forma conjunta, en pastoreo de festuca de segundo año de 16:30 a 04:00 horas, con una asignación de 20 kg MS/vaca/día (sobre 3cm de suelo) en parcelas semanales, suplementadas luego del ordeño de la mañana con 15,3 kg/MS/día de DTM (50% de la DTM *ad libitum* antes de los 180 DPP) el encierro (dimensiones 16 x 45m).

Durante los 180 DPP todas las vacas fueron ordeñadas dos veces al día 5:00 y 17:00 horas, luego de los 180 y hasta el final del período experimental las vacas fueron ordeñadas a las 4:00 y 16:00 horas.

Tabla 1. Masa de forraje promedio y composición química de las muestras de hand-clipping de la pastura durante la lactancia temprana (0 - 113), lactancia media (114 - 180) y lactancia tardía (181 - 270).

DPP	0 -113 ^A	114-180 ^B	181-270 ^A
Masa de forraje kg/ha	2530 ± 488	1380 ± 328	2344 ± 291
MS (%)	26,4 ± 0,36	26,4 ± 0,76	28,3 ± 0,23
MO (%)	88,7 ± 0,04	91,1 ± 0,08	90,9 ± 0,04
PC (%)	14,2 ± 3,08	23,3 ± 3,12	10,1 ± 0,91
FDN (%)	54,7 ± 0,47	30,1 ± 0,21	56,6 ± 0,22
FDA (%)	30,1 ± 1,64	24,7 ± 2,07	32,2 ± 1,58
ENL, (Mcal/kg)	1,58 ± 0,03	1,68 ± 0,03	1,48 ± 0,03

^A Pastoreo de festuca, ^B Pastoreo de alfalfa, DPP: días pos parto, MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, FDN: Fibra detergente neutro, FDA: Fibra detergente ácido y ENL: energía neta de lactación

Determinaciones en los animales

La producción de leche individual se registró diariamente (2008 Waikato Milking Systems, USA Ltd.) y durante los ordeños am y pm se colectaron muestras de leche, semanalmente desde el parto hasta los 90 DPP, quincenalmente desde los 91 hasta los 180 DPP y mensualmente desde los 181 hasta los 270 DPP para el análisis de composición (grasa, proteína, lactosa y nitrógeno ureico en leche (MUN), (NIRS, Milko-Scan, Fross Electric, HillerØd, Denmark). En todas las vacas cada 14 días, se registró el EC (Edmonson y col., 1989) con una escala de 5 puntos y el PV (balanza Hook AT 150) desde los -30 hasta los 270 ± 11 DPP. El CMS de DTM y concentrado se determinó por diferencia entre la MS ofrecida y rechazada a los 50, 80, 120, 180 y 260 DPP.

Durante los períodos de medición de consumo, se registró la conducta en pastoreo y estabulación, durante 3 días consecutivos (desde el acceso a la pasturo o encierro y hasta la caída del sol), registrando las actividades come o pastorea, rumia y otras actividades por apreciación visual cada 10 minutos (Chilibroste y col., 2012) y también el número de bocados en un minuto en las vacas en pastoreo.

Tabla 2. Ingredientes y composición química de las muestras de DTM para los cinco periodos de medición de consumo para los tratamientos P0 y concentrado para P1

DPP	0 – 113		114- 180		181 - 270
Tratamiento	P0	P1 ¹	P0	P1	P0 - P1
<i>Ingredientes</i>					
Ensilaje maíz	36,2	...	29,4	23,3	23,4
Henolaje alfalfa	...	...	17,5	19,0	...
Heno de alfalfa	...	...	...	...	12,4
Heno de moha	4,1	...	...	...	...
Grano* de sorgo	22,6	...	22,5	20,8	28,3
Grano* de maíz	7,4	32	6,1	11,8	11,5
Grano* de cebada	4,8	31	4,0	11,5	11,1
Expeller de girasol	8,2	...	6,7	...	...
Expeller de soja	14,8	32	12,3	11,8	11,5
Pre mezcla de sales	1,9	5	1,5	1,8	1,8
<i>Composición química</i>					
MS (%)	45,7	87,0	40,5	41,5	50,0
MO (%)	94,0	93,0	94,0	93,4	95,2
PC (%)	12,7	16,8	13,1	11,1	12,5
FDN (%)	33,6	28,5	34,0	32,1	29,7
FDA (%)	20,1	9,3	22,4	22,0	18,8
ENL (Mcal/kg)	1,70	1,83	1,66	1,64	1,76

¹Concentrado comercial ofrecido a las vacas P1 en la lactancia temprana, Tratamientos P0= 100% Dieta total mezclada, P1: Pastoreo + suplementación, DPP= días posparto *molidos o quebrados.
MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, FDN: Fibra detergente neutro, FDA: Fibra detergente ácido y ENL: energía neta de lactación.

Determinaciones en los alimentos

Se determinó mensualmente la masa de forraje disponible mediante la técnica de doble muestreo adaptado de Haydock y Shaw (1975), cortando cinco escalas y tres repeticiones por encima de 3cm, con cuadro de 30*30cm y tijera eléctrica (tijera combinada GSL35; Black&Decker). Para establecer el área de las parcelas se estimó semanalmente la masa de forraje utilizando los registros del Rising Plate Meter (RPM; Ashgrove Co., Palmerston North, New Zealand) en 70 puntos por cada parcela y aplicando el cálculo de regresión obtenido con las medidas de doble muestreo.

Para estimar la calidad del forraje consumido por las vacas, se colectaron muestras representativas del forraje seleccionado por los animales en los momentos de determinación del consumo, en áreas adyacentes a las parcelas de pastoreo, a la altura aproximada a la que las vacas pastoreaban mediante la técnica de hand-clipping, adaptado de Coates y Penning (2000). Las muestras fueron secadas en estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 horas y molidas con malla de 2 mm para posterior análisis de composición química MS, N, extracto etéreo (EE), nitrógeno indigestible en detergente neutro (NIDN), nitrógeno indigestible en detergente ácido (NIDA) y cenizas (AOAC, 2000) y fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA) (Van Soest y col., 1991).

También se tomaron muestras de la DTM o suplementos ofrecidos y de los rechazos en los momentos de determinación del consumo, y de los componentes principales cuando se registraron nuevas partidas de concentrado y/o forraje conservados. Todas las muestras fueron tratadas de igual manera que las muestras de forraje para el análisis de composición química.

Cálculos y análisis estadístico

En las vacas en pastoreo, el CMS de forraje fue estimado a través de la diferencia entre energía consumida estimada mediante los requerimientos de cada vaca NRC (2001), para mantenimiento, lactación menos el consumo individual de energía del suplemento (concentrado o DTM), dividido la concentración de energía del forraje (Smit y col., 2005). Para los mismos momentos se calculó el largo de la primer

sesión de pastoreo, la proporción del tiempo dedicado a cada actividad; come o pastorea, rumia u otras actividades (incluye descanso, actividades sociales y consumo de agua), así como las tasas de bocado para las vacas en pastoreo. Para el cálculo del largo de la primer sesión de consumo, se tomó el tiempo entre que la vaca tiene acceso al alimento y el primer registros visual donde cada vaca se encuentra haciendo otra actividad distinta a comer. Para el cálculo de leche corregida por energía (LCE) se utilizó la ecuación $LCE\ 3,5\ \% = 12,95 \times \text{grasa (kg)} + 7,65 \times \text{proteína (kg)} + 0,327 \times \text{leche (kg)}$ según, Tyrrell y Reid (1965).

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS University Edition (SAS Institute Inc., Cary, NC), usando un diseño de bloques completos al azar con un modelo mixto y un análisis de medidas repetidas en el tiempo. Las variables de distribución normal (variables productivas, CMS, etc.) se analizaron usando el procedimiento MIXED con un modelo que incluyó el tratamiento, tiempo (DPP) y su interacción como efectos fijos, el bloque como efecto aleatorio y la fecha de parto como covariable. Los registros de pastoreo o consumo, rumia u otras actividades, realizados visualmente fueron analizados como la probabilidad de la actividad en el tiempo de acceso usando el procedimiento GENMOD con distribución binomial y el modelo incluyó tratamiento, tiempo (DPP) y sus interacciones como efectos fijos, el bloque como efecto aleatorio y la fecha de parto como covariable. Las medidas de mínimos cuadrados se separaron mediante las pruebas de Tukey – Kramer (alfa = 0,05) y se consideró que las medias diferían si $P \leq 0,05$ y las tendencias se declaraban si $0,05 < P \leq 0,10$.

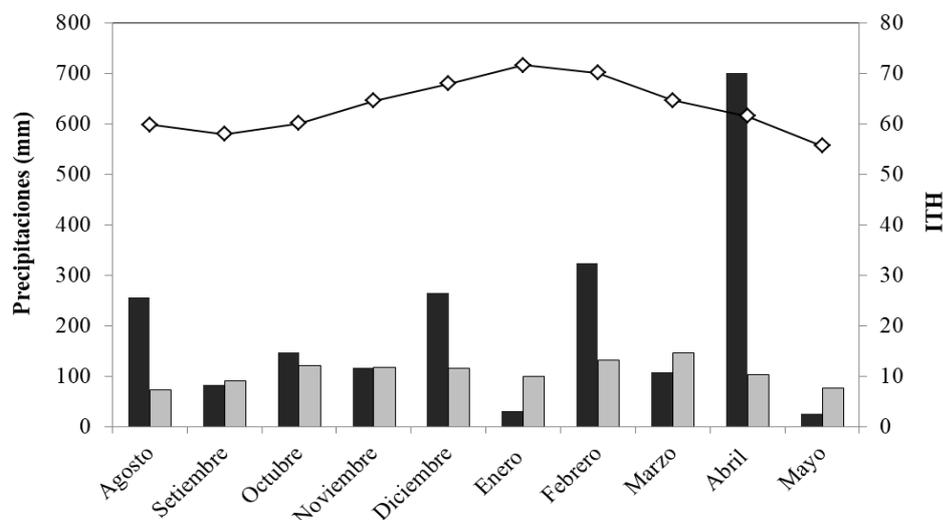


Figura 1. Resumen de condiciones ambientales del período experimental. Promedio de precipitaciones mensuales (barras negras ■), promedio de precipitaciones de la serie histórica 2004 -2014 (barras grises □) y promedio mensual del índice de temperatura y Humedad (ITH) (línea sólida —).

3.5. RESULTADOS

Las precipitaciones no presentaron mayor variación respecto a la serie histórica salvo en el mes de abril donde llovieron 700 mm, lo cual está muy por encima de lo esperado para esa época del año. El ITH en promedio alcanzo valores dentro de lo esperable en esta estación del año, alcanzando valores máximos de 68, 72 y 70 en diciembre, enero y febrero, respectivamente (Figura 1).

Características de los alimentos

Los resultados del análisis químico de las muestras de forraje variaron entre las especies de pasturas utilizadas; el promedio el nivel de PC fue menor para festuca respecto a alfalfa, en cambio FDN y FDA fue mayor en festuca (Tabla 1). La masa de forraje en promedio fue de 2458 ± 459 kg MS/ha para festuca y de 1380 ± 328 kg MS/ha para alfalfa.

Durante la lactancia temprana (0 – 113 DPP) el “menú” de las vacas P0 estuvo compuesto por 60% concentrados y 40% forrajes conservados con una composición química promedio de $45,7 \pm 1,4\%$ MS, $12,7 \pm 0,1\%$ PC y $33,6 \pm 1,0\%$ FDN, en

cambio para P1 fue de 27% concentrados y 73 % forraje cosecha directa, composición promedio de $42,4 \pm 1,6\%$ MS, $14,9 \pm 2,2\%$ PC y $47,8 \pm 1,7\%$ FDN. En lactancia media (114 – 180 DPP) las vacas P0 consumieron una composición similar de alimentos, en cambio las vacas P1 tuvieron acceso a un nuevo “menú” de alimentos logrando consumir 39% de concentrado, 29% de forrajes conservados y 32% de forraje por cosecha directa, lo cual resulto en 5,8% mayor contenido de MS, 16,4% menor FDN y un nivel similar de PC ($36,6 \pm 2,6\%$ MS, $14,9 \pm 0,2\%$ de PC y $31,4 \pm 1,2\%$ de FDN). En la lactancia tardía (181 – 270 DPP) todas las vacas consumieron 46% de concentrados, 26% de forraje conservados y 28% de forraje cosecha directa, con una composición química promedio de $44 \pm 1,5\%$ MS, $11,9 \pm 0,2$ PC y $37,2 \pm 1,3\%$ FDN (Tabla 2).

Producción y composición de leche, estado corporal y peso vivo

La producción de leche durante los 270 días de lactancia no presentó diferencias entre tratamientos (Figura 2A), pero si una importante interacción entre tratamiento y la semana pos parto (SPP). La producción de leche de P1 fue mayor ($P < 0,05$) que P0 en las primeras 4 SPP y menor en las semanas 12, 13, 15, 16 y 22 SPP. La concentración de grasa y proteína no presentó diferencias entre tratamientos, mientras que la concentración de lactosa fue mayor $P = 0,03$ en P0 respecto a P1. La producción de proteína fue mayor para P0 respecto a P1, en cambio la producción de grasa y lactosa no presentó diferencias entre tratamientos (Tabla 3). El contenido promedio de MUN fue menor ($P = 0,02$) para las vacas P0 respecto a P1 (Tabla 3). En promedio la leche corregida por energía no presentó diferencias entre tratamientos (Figura 2B), pero al igual que los demás componentes de la leche presentó interacción ($P < 0,01$) significativa tratamiento por (SPP).

Tabla 3. Producción de leche, leche corregida por energía (LCE), composición de leche, estado corporal y peso vivo según dos estrategias de alimentación a lo largo de 270 días en lactancia de vacas Holstein

	Tratamientos ^A			P-valor ^B		
	P0	P1	EE	T	S	T x S
Producción (kg/día)						
Leche	31,0	30,2	0,73	0,41	<0,01	<0,01
LCE 3,5% ^C	31,6	31,7	0,68	0,91	<0,01	<0,01
Grasa	1,04	1,07	0,04	0,50	<0,01	0,01
Proteína	1,05a	0,99b	0,02	0,03	<0,01	<0,01
Lactosa	1,67	1,60	0,04	0,14	<0,01	<0,01
Sólidos totales	3,75	3,68	0,06	0,49	<0,01	<0,01
Composición (%)						
Grasa	3,23	3,33	0,10	0,50	<0,01	0,03
Proteína	3,23	3,09	0,06	0,12	<0,01	<0,01
Lactosa	5,06a	4,93b	0,04	0,03	<0,01	<0,01
MUN (mg/dl)	17,3b	20,4a	0,54	0,02	<0,01	<0,01
NEL (Mcal/día)	22,2	21,8	0,46	0,65	<0,01	<0,01
Peso vivo (kg)	604	589	9,84	0,30	<0,01	<0,01
Condición corporal	2,7	2,6	0,06	0,24	<0,01	<0,01

^ADTM: vacas alimentadas con 100% dieta total mezclada *ad libitum* y PAS: vacas en pastoreo suplementadas con 70% de DTM. ^BT= Tratamientos, S=semana de lactancia. ^CLCE 3,5 % = $12,95 \times \text{grasa (kg)} + 7,65 \times \text{proteína (kg)} + 0,327 \times \text{leche (kg)}$ según, Tyrrell and Reid (1965).

^{ab}Diferentes letra entre columnas indica diferencias significativas ($P < 0,05$).

Durante los 270 días experimentales el PV y el EC no difirió entre tratamientos (Tabla 3), pero ambas variables presentaron interacción significativa tratamiento por SPP. El EC decreció luego del parto, alcanzando el mínimo ($2,53 \pm 0,06$ unidades) en la SPP 5 y 11 para P0 y P1, respectivamente. Las vacas P0 luego del mínimo recuperan EC hacia la semana 13 y luego se mantienen en ese nivel hasta el final del experimento, en cambio las vacas P1 prácticamente se mantienen en el nivel mínimo alcanzado hasta el final del experimento (Figura 2C).

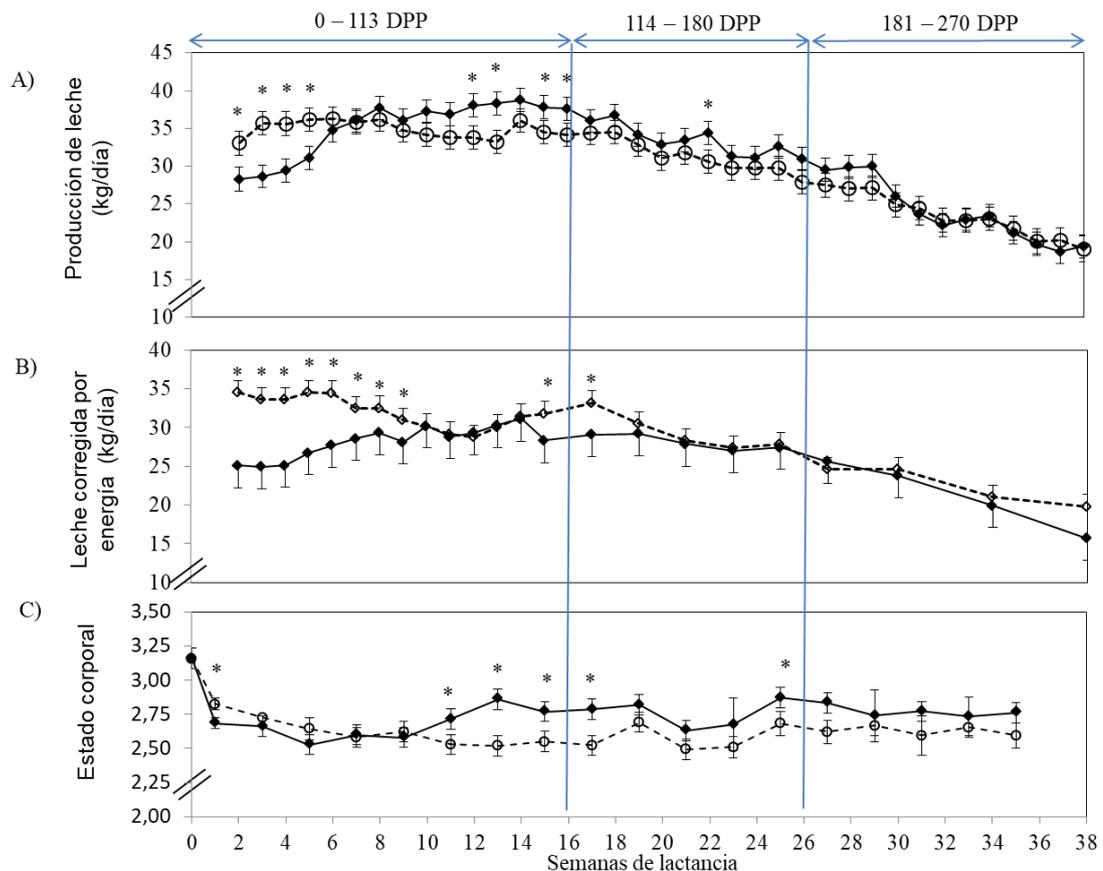


Figura 2. Promedio de producción por semana pos parto: A) producción de leche, B) leche corregida por energía y C) estado corporal de vacas en diferentes estrategias de alimentación: vacas en 100% DTM (línea continua —) y vacas en pastoreo más suplementación (línea discontinua ---). * Indica diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos.

Consumo y comportamiento ingestivo

El CMS no difirió entre tratamientos a lo largo de los 270 DPP con un promedio de $20,6 \pm 0,62$ kg MS/vaca/día, sin embargo; presentó cambios a medida que avanzó la lactancia. (Tabla 4). Durante la lactancia temprana (0 - 113 DPP) las vacas P1 consumieron en promedio $14,9 \pm 0,48$ kg MS/vaca/día de pasturas y en lactancia media (114 - 180 DPP) $6,6 \pm 0,48$ kg MS/vaca/día. Luego de los 180 DPP ambos grupos de vacas consumieron en promedio $19,8 \pm 0,73$ kg MS/vaca/día, compuesto de $5,5 \pm 0,49$ kg MS/vaca/día de pastura y $14,3 \pm 0,47$ kg MS/vaca/día de DTM.

Tabla 4. Efecto de la estrategia de alimentación en 270 días de lactancia sobre el consumo de materia seca total, dieta total mezclada, concentrado y pastura

DPP ³	Tratamientos ¹												P-valor ²		
	P0			P1						SE	T	M	T x M		
	50	80	120	180	50	80	120	180							
Consumo (kg MS/día)															
Total	21,7a	22,2a	21,0ab	19,6bc	21,2ab	19,4bc	21,1ab	19,0c	0,62	0,10	<0,01	0,22			
DTM	21,7a	22,2a	21,0ab	19,6b	...	...	13,1c	13,9c	0,47	<0,01	...	...	
Concentrado	...	...	...	...	5,4	5,4	...	...	0,10	...	...	...
Pastura	...	...	...	...	15,8a	14,0b	8,0c	5,1d	0,48	...	<0,01	...

¹ Tratamientos: P0= 100% dieta total mezclada, P1: Pastoreo más suplementación

²T= tratamiento, M= momento de medición

³DPP = días posparto

Letras diferentes indican diferencias significativas dentro de la fila $P < 0,05$

El comportamiento ingestivo presentó cambios en la proporción del tiempo dedicada a cada actividad a lo largo de los 5 momentos (50, 80, 120, 180 y 260 DPP) de registro de actividad, independientemente del tratamiento (Figura 3A). En la lactancia temprana (50 y 80 DPP) hubo una mayor proporción de vacas consumiendo respecto a lactancia media (120 y 180 DPP) pero similares a la lactancia tardía (260 DPP). La proporción de tiempo dedicada a otras actividades varió inversamente a la actividad de consumir alimento, ya que en los primeros momentos de medición fue baja, creciendo hacia los 180 DPP y vuelve a disminuir a los 260 DPP (Figura 3C). En cambio la proporción de tiempo dedicado a la rumia ($27 \pm 1.2\%$) fue prácticamente constante a lo largo de todos los momentos de medición de comportamiento y en promedio sin diferencias entre tratamientos (Figura 3B).

Si separamos la actividad entre el turno de la mañana (datos no presentados) y el turno de la tarde para todos los momentos de medición, surge que en la mañana no hay diferencias en la proporción de cada actividad (32,5, 29,8 y 37% consumo, rumia y otras actividades, respectivamente) para ambos tratamientos. El largo de la primera sesión de la mañana tampoco presentó diferencias ($P > 0,05$) entre tratamientos ($51,3 \pm 3,83$ minutos para P0 y P1, respectivamente). En cambio, en la tarde las vacas P0 dedicaron menor proporción del tiempo total a consumir respecto a las vacas P1 (49 vs. $78 \pm 1,7\%$), que resultó en mayor tiempo de rumia (22 vs. $11 \pm 1,2\%$) y otras actividades (29 vs. $11 \pm 1,2\%$) de las vacas P0 respecto a P1. El largo de la primer sesión de la tarde en promedio fue menor ($P < 0,05$) para P0 respecto a P1 (33 vs. 58 ± 37 minutos).

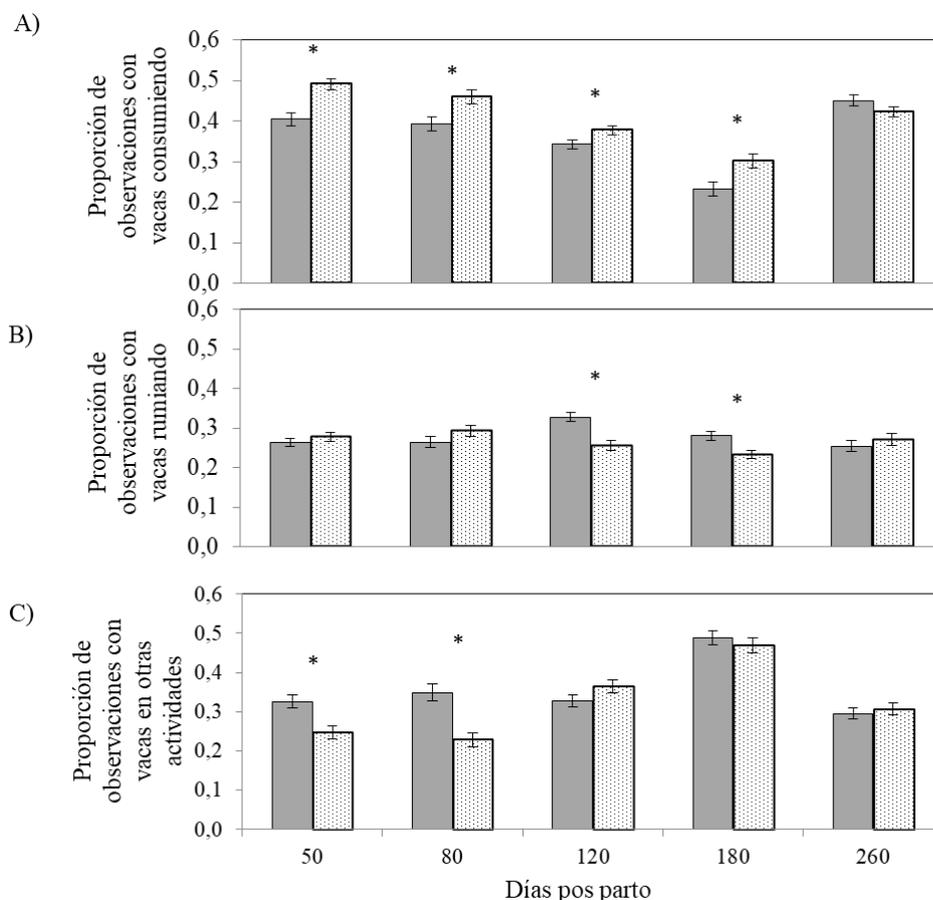


Figura 3. Comportamiento ingestivo para los cinco momentos de registro de actividad, A) proporción de observaciones con vacas pastoreando o comiendo, B) proporción de observaciones con vacas rumiando y C) proporción de observaciones con vacas en otras actividades para las diferentes estrategias de alimentación: vacas en pastoreo más suplementación (▨) y vacas en 100% DTM (■) * Indica diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$) dentro del momento (días pos parto).

Para el análisis del comportamiento ingestivo se agrupó por etapa de lactancia, ya que en cada etapa la alimentación para cada tratamiento fue similar (en composición del “menú” de alimentos ofrecido) y además no se encontró efecto del momento de medición. En la lactancia temprana (50 y 80 DPP, P0 = DTM en la mañana y en la tarde y P1 = doble turno de pastoreo) no se encontró efecto del momento de medición, pero P0 dedicó menos proporción del tiempo a consumir (34 vs. $44 \pm 1,68\%$) y rumiar (28 vs. $33 \pm 1,38\%$) respecto a P1; no obstante, las vacas

P0 estuvieron en otras actividades mayor ($P < 0,05$) proporción del tiempo respecto a P1 (38 vs. $23 \pm 1,83\%$) en el total de las horas de observación (Figura 3B). Al separar la actividad en los turnos de consumo, en el turno de la mañana no se encuentran diferencias entre tratamientos, pero cuando analizamos el turno de la tarde, las vacas P0 dedican menor proporción del tiempo a consumir (34 vs. $87 \pm 5,4\%$) respecto a P1, siendo para las últimas muy baja la proporción de rumia y otras actividades (8 y 5%, respectivamente). En cambio, las vacas P0 repartieron el tiempo de rumia y otras actividades (34 y $32 \pm 1,8\%$) casi en partes iguales. El mayor tiempo dedicado a pastorear fue asociado a una tasa de bocados de $44 \pm 1,4$ bocados/minuto. El largo de la primer sesión de la tarde fue notoriamente mayor para P1 respecto a P0 (74 vs. $34 \pm 4,9$ minutos), y la duración de la primer sesión de la tarde se incrementó hacia los 80 DPP ($24 \pm 5,3$ minutos) en ambos tratamientos. En lactancia media (120 y 180 DPP) las vacas P0 dedicaron menor proporción del tiempo a consumir ($17,9$ vs. $24,2 \pm 1,4\%$, $P < 0,01$), pero mayor a rumiar ($35,5$ vs. $27,6 \pm 1,3\%$, $P < 0,01$) respecto a P1, sin diferencias entre tratamientos en el tiempo en otras actividades (Figura 3C).

La menor proporción de consumo en el total del día es resultado de una menor proporción de consumo ($34,8$ vs. $54,7 \pm 1,4\%$, $P < 0,01$) de las vacas P0 respecto a P1 en el turno de la tarde, cuando las vacas P1 se encontraban en pastoreo. Sin embargo, no hubo diferencias en el turno de la mañana, cuando ambos tratamientos consumían DTM en el encierro. El largo de la primer sesión de la mañana no fue diferente ($P = 0,35$) entre tratamientos, en cambio la primer sesión de la tarde presentó una tendencia ($P = 0,06$) a ser menor para las vacas P0 respecto a P1 ($33,4$ vs. $41,8 \pm 5,6$ minutos). La tasa de bocado promedio para las vacas P1 fue de $32 \pm 1,4$ bocados por minuto.

En lactancia tardía (luego de los 180 DPP) cuando todos los animales tenían acceso a las mismas condiciones de alimentación, no se encontraron diferencias ($P > 0,05$) entre los tratamientos previos, en la proporción del tiempo dedicado a cada actividad (29,8, 33,9 y 36,3% para consumo, rumia y otras actividades, respectivamente), ni en el largo de la primera sesión de la mañana ($44 \pm 6,7$ minutos) y de la tarde ($66 \pm 5,6$ minutos), ni en la tasa de bocado ($46 \pm 1,09$ bocados/minuto).

3.6. DISCUSIÓN

La producción de leche no fue diferente entre tratamientos a lo largo de los 270 días experimentales. Esto puede estar en parte explicado por la asignación de forraje (30 kg MS/vaca/día) a la que accedían las vacas P1 y disponibilidad promedio de 2170 kg MS/ha, reportado en la bibliografía como no limitante para expresar el potencial de cosecha de forraje. A lo anterior se le agrega que el tiempo de acceso a la pastura no parece haber sido limitante. Estos resultados no concuerdan con lo reportado por White y col. (2002), quienes al analizar cuatro lactancias completas de vacas de parto de otoño y primavera encontraron un 11% menos producción de leche en vacas en pastoreo más suplementación respecto a vacas 100% DTM. Sin embargo, también se debería considerar no solo las buenas condiciones de P1 sino que la curva de producción obtenida para las vacas P0 difiere de una curva fisiológica esperada en condiciones de encierro, ya que no presentó un pico de producción al inicio de la lactancia como es esperable (Chilibroste y col., 2002). El retraso en llegar al pico obtenido en este trabajo es similar a lo obtenido por Meikle y col. (2013), si bien estos autores encuentran un retraso de 3 semanas mientras que en nuestro caso llevó 6 semanas lograr el nivel de producción de las vacas P1. La ausencia de una curva de producción típica puede estar explicada por: 1) período de acostumbramiento a la situación de encierro debido a que las vacas ingresaban directamente del pastoreo a los corrales experimentales a medida que parían, además de los cambios en jerarquías del grupo por nuevos ingresos de animales, y 2) la oferta de DTM fue aumentando gradualmente para evitar riesgos de acidosis ruminal al inicio de la lactancia (primeras 4 semanas), pero este incremento no fue lo suficiente para cubrir el incremento en consumo, provocando un incumplimiento del protocolo en las primeras 4 semanas ya que las vacas consumieron la totalidad de la DTM ofrecida, lo que lleva a suponer que hubo una cierta restricción alimenticia.

La grasa en leche fue similar en ambos tratamientos a pesar del mayor contenido de FDN en la dieta para las vacas en pastoreo, lo que coincide con lo reportado por Mendoza y col. (2016), que también encontraron un mayor contenido

de FDN en la dieta que incluyó forraje fresco. Aunque en nuestro trabajo las diferencias en FDN se explican principalmente en la lactancia temprana donde las vacas P1 consumían la mayor parte de su dieta en base a pasturas, etapa en la cual gran parte de la grasa de la leche tiene como origen reservas corporales (Palmquist et al., 1993), por lo que es posible que no se exprese la diferencia encontrada en contenido de FDN de las dietas. La mayor producción de proteína obtenida en P0, podría estar explicada por un uso más eficiente de la energía consumida, ya que el nivel de PC en el promedio de la dieta fue restrictivo para este grupo de vacas. En contraposición, Kennedy y col. (2005) encontraron mayor producción de proteína en vacas en pastoreo debido al mayor nivel de PC en la dieta, explicado por el contenido de PC de las pasturas. Por otro lado, los niveles de energía metabolizable consumida fueron similares para ambos grupos de vacas, quizás el mayor costo de energía de mantenimiento por actividad de caminata y pastoreo reportado por Jasinsky y col. (2018) resultó en uso de aminoácidos como fuente de energía, como resultado del menor balance energético de las vacas P1.

La mayor concentración de lactosa en leche de las vacas P0 respecto a P1 es consistente con vacas alimentadas en 100% DTM, pero los valores de concentración de lactosa obtenidos en este trabajo son superiores a los encontrados en la bibliografía (Fajardo y col., 2015; Kennedy y col., 2015; Mendoza y col., 2016). Salado y col. (2017) encuentran una respuesta lineal de la concentración de lactosa al incremento en el nivel de concentrados en la dieta, pero no reportan valores mayores a 4,94% de lactosa, sin embargo los resultados se encuentran dentro de los rangos máximos (5,3%) reportados por Alessio y col. (2016) en un relevamiento del rodeo lechero de Brasil. El mayor nivel de MUN obtenido para las vacas P1 respecto a P0 se podría explicar por un mayor nivel de PC en la dieta de vacas que pastorean, lo que concuerda con Bargo y col. (2002) que encuentran variación en los resultados de MUN según el nivel de PC de las pasturas a las que acceden las vacas. Era esperable obtener en las vacas P0 valores inferiores a los obtenidos ya que se encontraban con un nivel de PC en la dieta bastante restrictivo. Ambos tratamientos resultaron en niveles mayores de MUN respecto a otros trabajos que comparan vacas en pastoreo más suplementación y DTM (Bargo y col., 2002; Vibart y col., al. 2008).

Ambos grupos de vacas perdieron PV y CC luego del parto tal como era esperable a inicios de lactancia (Dillon y col., 2003; Meikle y col. 2013). Sin embargo, las vacas P1 no logran recuperar EC hasta el fin del período experimental, lo cual puede traer consecuencias a nivel reproductivo (no se analiza en este trabajo).

El comportamiento ingestivo resultado de las estrategias de alimentación a lo largo de la lactancia deja claro que la estrategia seguida por las vacas P1 para lograr los resultados productivos similares a P0, fue incrementar la proporción del tiempo dedicado a consumir en detrimento del tiempo de otras actividades; aunque es posible que el tiempo de descanso fuera compensado en las horas de la noche cuando no se registró actividad (Gibb, 2006). La mayor proporción del tiempo de consumo de las vacas P1 podría ser el principal factor que explique el resultado similar en CMS total entre tratamientos. El similar CMS total coincide con otros trabajos (Kennedy y col., 2005; Dall-Orsoletta y col., 2016) que no encuentran diferencias en el consumo de MS de vacas suplementadas con concentrados o DTM, si bien estos trabajos reportan CMS totales inferiores a los logrados en este experimento, explicado por animales de menor potencial de producción. Los autores explican el CMS similar por la alta digestibilidad de la materia orgánica de la pastura comparada con la DTM, además las características de estructura y manejo de la pastura que favorecieron la cosecha de forraje por los animales.

En la lactancia temprana cuando los tratamientos fueron bien contrastantes (pastoreo vs. DTM) las vacas P1 dedicaron mayor tiempo a consumir alimentos en el total de las horas de observación. La similitud en el tiempo de consumo entre tratamientos en el turno de la mañana podría estar explicada por un menor consumo de pastura al inicio del turno de pastoreo como consecuencia de haber consumido el concentrado (5,4 MS kg/vaca/día) previo al ingreso a la pastura, lo que podría generar un estado interno diferente (hambre/saciedad) generando cambios en la conducta en la primera sesión (Mattiauda y col., 2018). Lo anterior se ve reflejado en la proporción de vacas pastoreando en la primer hora de acceso a la pastura donde encontramos un 58% de vacas en actividad de pastoreo, cuando sería esperable al inicio de la sesión encontrar 90-100% de las vacas en actividad de pastoreo (Chilibroste y col., 2007). En cambio para las vacas P0, encontramos el 80% de las

vacas en actividad de consumo en la primer hora de acceso al encierro, momento en que se enfrentan a los comederos con el total de la DTM, resultado que concuerda con DeVries y col. (2003).

Las diferencias en el comportamiento ingestivo están explicadas por las grandes diferencias encontradas en la proporción de actividades del turno de la tarde, donde la mayoría de las vacas en pastoreo permanecen en esa actividad hasta que se oculta el sol. Lo anterior fue asociado a una primer sesión más larga de las vacas P1 y mayor tasa de bocado que en la mañana, lo que es consistente con trabajos previos; vacas en pastoreo presentan sesiones más largas y mayor tasa de bocado al atardecer (Gibb y col., 1998), explicado por el comportamiento natural de la especie y por un mayor contenido de MS de las pasturas en horas de la tarde (Abrahamse y col., 2009).

En la lactancia media los tratamientos fueron menos contrastantes que en la lactancia temprana; en la mañana ambos grupos de vacas consumían DTM en encierro, y no se encontraron diferencias en la proporción de actividad de consumo, lo que podría implicar que no hubo efecto de la alimentación diferencial en la tarde. El grupo P1 en la tarde ingresaba a pastorear (situación diferente a la de la mañana) lo que podría estimular el hábito natural de los rumiantes (Gregorini y col., 2017), en cambio las vacas P0 vuelven al encierro a consumir lo que rechazaron de DTM en la mañana, lo cual podría no ser tan estimulante como si se ofreciera nuevamente DTM en la tarde (DeVries y col., 2003). El menor estímulo podría reafirmarse con el 20% menos tiempo que duró la primera sesión de la tarde para las vacas P0 respecto a P1. La mayor proporción de vacas consumiendo y una primer sesión de la tarde más larga, podrían explicar los resultados similares en CMS total entre los tratamientos, logrando las vacas P1 un 30% de su dieta en base a pastoreo de alfalfa. También quizás el mayor largo de la primer sesión esta explicado por mayor dificultad de los animales para cosechar el alimento respecto a las vacas en DTM.

La distribución de las actividades (come, rumia y otras actividades) entre los tratamientos fue similar luego de los 180 DPP; esto sugiere que las vacas P0 (manejadas en encierro durante los primeros 180 DPP) se adaptaron rápidamente a la inclusión de un turno de pastoreo en la tarde. La adaptación podría explicarse por la

experiencia previa de las vacas P0, manejadas en pastoreo en la lactancia anterior y quizás también por haber sido manejadas conjuntamente vacas P0 y P1 (luego de los 180 DPP) ocurrió algo de “copia” de la actividad (Gregorini y col., 2017). La tasa de bocado y largo de primera sesión fueron similares entre tratamientos y muestran la plasticidad de las vacas lecheras en lactancia tardía para adaptarse al “menú” de alimentos que se les ofrece. Se destaca que en este período la proporción de vacas en actividad de consumo se incrementó para ambos tratamientos respecto a los períodos anteriores y esto se dio asociado a mayores tasas de bocado. Una posible explicación es que las condiciones ambientales luego de los 180 DPP (marzo – abril) en la tarde fueron más favorables para el pastoreo (menores ITH) respecto a los meses de enero y febrero o quizás una mayor selectividad por parte de las vacas, lo que llevaría a mayor tiempo de búsqueda y mayor tasa de bocado por bocados más chicos.

3.7. CONCLUSIONES

Los resultados productivos de las vacas en pastoreo suplementadas se igualan a los de las vacas alimentadas 100% con DTM y se explican por un mayor tiempo dedicado a consumir forraje por las vacas en pastoreo lo que permitió similares CMS totales entre las estrategias de alimentación. Es posible lograr altas cosechas de forraje en vacas de parto de primavera en pastoreo más suplementación (en franjas semanales con horas de acceso a la pastura no restrictivas y asignaciones de forraje no limitantes), lo que posiblemente impactará positivamente en la economía del sistema de producción en su conjunto.

3.8. AGRADECIMIENTOS

A los tesisistas Oliver Fast, Pablo Gauthier, Sergio Pascal, Daniel Talmon, Damián Davyt, Álvaro Villanueva, Andreas Hein y Juan Carlos Rodríguez por su gran ayuda en el trabajo de campo y de laboratorio. También a los funcionarios del tambo de la EEMAC especialmente a Martín González y Nelson Méndez por su dedicación. A la agencia nacional de investigación e innovación (ANII) por la Beca POS_NAC_2015_1_109467 y proyecto FSA 12612 y al Comité Académico de Posgrados por la beca de finalización.

3.9. REFERENCIAS

- Abrahamse PA, Tamminga S, Dijkstra J (2009) Effect of daily movement of dairy cattle to fresh grass in morning or afternoon on intake, grazing behaviour, rumen fermentation and milk production. *J Agric Sci* 147, 721-730.
- Alessio DRM, Neto AT, Velho JP, Pereira IB, Miquelluti DJ, Knob DA, Da Silva CG (2016) Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows. *Semin Agrar* 37, 2641-2652.
- AOAC (2000). Official methods of analysis of Association of Analysis Chemists International, 17th ed. Washington, DC, Ed. William Horwitz 2200 p.
- Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW (2002) Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci* 85, 2948-2963.
- Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A (2012) Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Anim Feed Sci Technol* 173, 201-209.
- 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. *Aus J Exp Agric* 47, 1075-1084.
- Chilibroste P, Naya H, Urioste JI (2002) Evaluación cuantitativa de curvas de lactancia de vacas holando en Uruguay. Implicancias del la curva de producción multifásica. *Rev Argentina Prod Anim* 22, 358-359.
- Coates DB, Penning P (2000) Measuring animal performance. «F. Lab. methods Grassl. Anim. Prod. Res.» (Eds L 't Mannelje, RM Jones) pp. 353-402. (CABI: Wallingford)
- Dall-Orsoletta AC, Almeida JGR, Carvalho PC, Savian J V, Ribeiro-Filho HM (2016) Ryegrass pasture combined with partial total mixed ration reduces enteric methane emissions and maintains the performance of dairy cows during mid to late lactation. *J Dairy Sci* 99, 1-10.
- DeVries TJ, von Keyserlingk MAG, Beauchemin KA (2003) Short Communication: Diurnal Feeding Pattern of Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* 86, 4079-4082.
- Dillon P, Buckley F, O'Connor P, Hegarty D, Rath M (2003) A comparison of

- different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livest Prod Sci.* 83, 21-33.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G (1989) A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J Dairy Sci* 72, 68-78.
- 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.
- Gibb MJ (2006) Grassland management with emphasis on grazing behaviour. In fresh herbage dairy cattle. (Eds. A. Elgersma, J Dijkstra and S tamminga) pp. 141-157. Springer: the Netherlands.
- Gibb MJ, Huckle CA, Nuthall R (1998) Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass Forage Sci* 53, 41-46.
- Gregorini P, Villalba JJ, Chilibroste P, Provenza FD (2017) Grazing management : setting the table, designing the menu and influencing the diner. *Anim Prod Sci* 57,1248-1268.
- Haydock K, Shaw N (1975) Correction - The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aus J Exp Agric* 15, 663-670.
- Jasinsky A, Mattiauda DA, Ceriani M, Casal A, Carriquiry M (2018) Energy partitioning in primiparous Holstein cows with or without grazing pastures in early lactation. *J Dairy Sci* 101, 319.
- Johnson HD, Kibler HH , Raqsdele AC, Barry IL, Shanklin MD (1961) Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. *J Dairy Sci* 44, 1191-1123.
- Kennedy E, Lewis E, Murphy JP, Galvin N, Donovan MO (2015) Production parameters of autumn-calving cows offered either a total mixed ration or grazed grass plus concentrate during early lactation. *J Dairy Sci* 98, 7917-7929.
- Kennedy E, O'Donovan M, O'Mara FP, Murphy JP, Delaby L (2007) The effect of early-lactation feeding strategy on the lactation performance of spring-calving dairy cows. *J Dairy Sci* 90, 3060-3070.
- Kennedy E, O'Donovan M, Murphy JP, Delaby L, O'Mara F (2005) Effects of grass

- pasture and concentrate-based feeding systems for spring-calving dairy cows in early spring on performance during lactation. *Grass Forage Sci* 60, 310-318.
- Kolver ES, Muller LD (1998) Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. *J Dairy Sci* 81, 1403-1411.
- Mattiauda DA, Gibb MJ, Carriquiry M, Tamminga S, Chilibraste P (2018) Effect of timing of corn silage supplementation to Holstein dairy cows given limited daily access to pasture : intake and performance. *Animal* 13, 127-135.
- McEvoy M, Kennedy E, Murphy JP, Boland TM, Delaby L, O'Donovan M (2008) The Effect of Herbage Allowance and Concentrate Supplementation on Milk Production Performance and Dry Matter Intake of Spring-Calving Dairy Cows in Early Lactation. *J Dairy Sci* 91, 1258-1269.
- Meikle A, Adrien M de L, Mattiauda DA, Chilibraste P (2013) Effect of sward condition on metabolic endocrinology during the early postpartum period in primiparous grazing dairy cows and its association with productive and reproductive performance. *Anim Feed Sci Technol* 186, 139-147.
- Mendoza A, Cajarville C, Repetto JL (2016) 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, 1-7.
- National Research Council (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th revised edition. Ed. National Academy of Sciences, Washington, DC, 381 p.
- Palmquist DL, Denise Beaulieu A, Barbano DM (1993) Feed and Animal Factors Influencing Milk Fat Composition. *J Dairy Sci* 76, 1753-1771.
- Salado EE, Bretschneider G, Cuatrin A, Descalzo AM, Gagliostro GA (2017) Milk Yield and Composition and Pasture Ruminal Digestion in Grazing Dairy Cows Receiving Three Levels of Energy Concentrate Supplementation. *Agric Sci* 08, 1135-1156.
- Saravia C, Bentancur O, Cruz G (2003). Caracterización de diferentes situaciones del ambiente utilizando esferas de Vernon. En: *Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, (13º, 2003, Santa Maria, Brasil). *Anais. Santa Maria, SBA/UFSM/UNIFRA*. pp 651-652.

- Smit HJ, Taweel HZ, Tas BM, Tamminga S, Elgersma a (2005) Comparison of techniques for estimating herbage intake of grazing dairy cows. *J Dairy Sci* 88, 1827-1836.
- Soriano FD, Polan CE, Miller CN (2001) Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration diet. *J Dairy Sci* 84, 2460-2468.
- Tyrrell HF, Reid JT (1965) Prediction of the Energy Value of Cow's Milk. *J Dairy Sci* 48, 1215-1223.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74, 3583-97.
- Vibart RE, Fellner V, Burns JC, Huntington GB, Green JT (2008) Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *The J Dairy Res* 75, 471-480.
- Wales WJ, Marett LC, Greenwood JS, Wright MM, Thornhill JB, Jacobs JL, Ho CKM, Auldish MJ (2013) Use of partial mixed rations in pasture-based dairying in temperate regions of Australia. *Anim Prod Sci* 53, 1167-1178.
- White SL, Benson G a, Washburn SP, Green JT (2002) Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci* 85, 95-104.
- Wright MM, Auldish MJ, Kennedy E, Dunshea FR, Hannah M, Wales WJ (2016) Variation in feeding behavior and milk production among dairy cows when supplemented with 2 amounts of mixed ration in combination with 2 amounts of pasture. *J Dairy Sci* 99, 6507-6518.

4. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN GENERAL

En Uruguay, el otoño presenta desafíos diferentes a la primavera desde el punto de vista de la posibilidad de cosecha de forraje ya que en otoño el forraje disponible para cosecha directa en general es escaso, en cambio en primavera existen grandes cantidades de forraje. Por lo tanto las estrategias de alimentación para enfrentar la lactancia temprana deben ser diferentes. Lo que permite u obliga a incluir en otoño 60 a 70% de DTM en la dieta de vacas en pastoreo sin diferencias con vacas alimentadas 100% con DTM (Vibart et al., 2008). En cambio en primavera es posible maximizar la cosecha de forraje en pastoreo suplementando con concentrado (Salado et al., 2017, Kennedy et al., 2005), lo que puede resultar en menor producción pero también a un menor costo (Kennedy et al., 2015).

Las estrategias de alimentación evaluadas presentaron resultados diferentes según la estación del año y la combinación de pastura y suplemento. En vacas primíparas de partos de otoño, en lactancia temprana en pastoreo suplementadas con 70% DTM se obtuvieron resultados productivos inferiores respecto a vacas alimentadas 100% con DTM. En cambio, cuando se estudiaron los partos de primavera, no se encontraron diferencias en la respuesta productiva entre las vacas en pastoreo suplementadas con 27% de concentrado (0 a 113 DPP) y 68% DTM (114 a 180 DPP) respecto a las vacas alimentadas 100% con DTM en los primeros 180 DPP. Así como tampoco efectos residuales de la alimentación diferencial los primeros 180 DPP, cuando todas las vacas fueron manejadas en pastoreo suplementadas con 72% de DTM (181 a 270 DPP). Independientemente de la estación del año, las vacas en pastoreo dedicaron más tiempo a pastorear en detrimento del tiempo de rumia y otras actividades, dando como resultado una mayor movilización de reservas corporales. Probablemente el mayor tiempo dedicado en ambos experimentos a la cosecha de forraje esté explicado por la actividad de pastoreo y una mayor dificultad para cosechar los nutrientes necesarios (Peyraud y Delagarde, 2011).

La base forrajera utilizada durante la lactancia temprana en los experimentos fue; alfalfa en el experimento 1 (E1) y festuca en el experimento 2 (E2), lo que

también implica desafíos diferentes para la cosecha por parte de los animales debido a la estructura del tapiz (Rutter et al., 2004). La pastura en otoño tuvo menor contenido de MS (15%), FDN (23%) y ENL (0,09 Mcal/kg) respecto a la pastura de primavera, sin diferencias en concentración de PC (16,2% MS) y FDA (30,5% MS). Los niveles de FDN de la pastura (41,6 vs. 54,3% MS para E1 y E2, respectivamente) se encuentran dentro del rango de valores reportados por Bargo et al. (2002) y trabajos nacionales (Fajardo et al., 2015, Mendoza et al., 2016), quienes contrariamente a nuestros resultados reportan menores CMS en pastoreo respecto a 100% DTM. Sin embargo, en este trabajo no parece haber sido el contenido de fibra de la pastura una limitante para el consumo, ya que en otoño el CMS de forraje fue de 4,6 kg MS/vaca/día lo que representó una baja proporción en la dieta por lo tanto la fibra de la pastura no fue una limitante. En primavera, el CMS de forraje fue 15,8 kg MS/vaca/día, llegando a niveles de 1,5% de FDN/kg PV lo cual es superior a lo reportado por Mertens (1992) como nivel crítico de FDN que afecta el CMS, pero posiblemente esto no fue una limitante, ya que el CMS total de las vacas en pastoreo fue similar al de las vacas alimentadas 100% con DTM. La composición química de la DTM no presentó grandes diferencias entre experimentos, caracterizándose por los bajos niveles de PC logrados (11,3 y 12,8% MS; E1 y E2 respectivamente) respecto a los requeridos por vacas de alto potencial en lactancia temprana (NRC, 2001), siendo aún más importante la restricción en el E1 por tratarse de vacas primíparas. En cambio, las vacas en pastoreo de ambos experimentos accedieron a mejores niveles de PC en el promedio de la dieta, explicado por el contenido de PC de las pasturas, lo que puede explicar la similitud en el CMS total entre los tratamientos. Lo anterior resalta el potencial de las pasturas como fuente de PC en la dieta de vacas lecheras reportado por Kennedy et al. (2005).

La producción de leche en lactancia temprana, independientemente de los tratamientos, fue un 22% mayor en el E2 respecto al E1, lo cual era esperable por tratarse de vacas multíparas respecto a primíparas. En el mismo sentido la producción de proteína fue 20% mayor en el E2 respecto al E1, no encontrando diferencias en la producción de grasa entre los experimentos. En el E1 la producción de leche fue mayor en vacas alimentadas 100% con DTM contrariamente a lo

encontrado por Vibart et al. (2008) con inclusiones de 32% de pastura en la dieta de vacas alimentadas con DTM. En cambio, en el E2 no se encontraron diferencias entre tratamientos en producción de leche en contraposición a lo encontrado por Fajardo et al. (2015) y Bargo et al. (2002) y en línea con los CMS logrados para los tratamientos en pastoreo en los diferentes experimentos como se comenta más adelante.

El CMS total obtenido en lactancia temprana para ambos tratamientos en el E2 fue un 16% mayor respecto al E1 lo que se explica principalmente por tratarse de vacas multíparas respecto a vacas primíparas y concuerda con la diferencia en los resultados de producción de leche obtenidos. Sin embargo, el CMS expresado como % del PV logrado por las vacas alimentadas 100% con DTM en ambos experimentos fue 20% inferior a lo reportado por Fajardo et al. (2015) y Bargo et al. (2002) trabajando con vacas multíparas en partos de otoño y primavera; respectivamente. Estos autores reportaron resultados en CMS de 4,1% del PV (26 kg MS/vaca/día) para vacas alimentadas 100% con DTM, respecto a 3,2 y 3,6% del PV obtenidos en nuestro trabajo para E1 y E2, respectivamente. En ambos experimentos el tratamiento 100% DTM presentó carencias en términos de PC que pudo haber afectado la producción de leche inicial, por lo tanto la demanda de nutrientes inmediata y en definitiva afectó el CMS total. Sumado a lo anterior en el E2 se registró una posible restricción en la oferta de DTM en las primeras semanas lo que también pudo afectar la producción inicial, a lo que se suma el hecho del ingreso de las vacas a los corrales a medida que parían lo que generó cambios jerárquicos que pudieron afectar el CMS en la lactancia temprana. Estos factores pudieron llevar a una retroalimentación negativa de la demanda de energía sobre el CMS y del consumo sobre la respuesta productiva.

Por otro lado las vacas en pastoreo (P1), independientemente del nivel de suplementación con concentrado o DTM incluido en la dieta, lograron CMS comparables a los obtenidos por las vacas encerradas con 100% DTM. El CMS para las vacas en pastoreo resultó en un rango de valores de 3,2 a 3,6% del PV para P1.E1 y P1.E2 respectivamente, similares a los encontrados en la bibliografía como valores de CMS para vacas suplementadas con concentrado o DTM (Kennedy et al., 2015,

Fajardo et al., 2015, Bargo et al., 2002). Es importante resaltar que en P1.E2 el 73% (15,8 kg MS/vaca/día) del CMS en lactancia temprana fue en base a cosecha directa de forraje, lo cual es un 17% inferior a lo reportado por Kolver y Muller (1998) como potencial de consumo (19 kg MS/vaca/día) con vacas en pastoreo sin suplementación. Se destaca que en nuestro trabajo, en el E2 el concentrado se suministró una sola vez al día y previo al ingreso al pastoreo am lo que pudo afectar de alguna forma el estado interno del animal (Mattiauda et al., 2018), sumado al natural ayuno de esa hora y por ende la cosecha de forraje en el turno de la mañana. Se destaca que en este trabajo con animales con potenciales de consumo diferente (primíparas vs. multíparas) y en situaciones de pasturas muy contrastantes se obtuvieran CMS similares entre los tratamientos.

Las vacas P1.E1 dedicaron similar proporción del tiempo de acceso a la pastura a pastorear respecto a las vacas P1.E2 ($44 \pm 1,2\%$ del tiempo pastoreando), pero estas últimas dedicaron mayor proporción del tiempo de rumia, lo que resultó en menor proporción del tiempo en otras actividades en las horas del día. Las vacas alimentadas 100% con DTM (P0) no presentan diferencias en la proporción del tiempo dedicado a cada actividad entre P0.E1 y P0.E2. Sin embargo, las anteriores dedicaron menor proporción del tiempo a consumir ($32,4 \pm 1,5\%$) respecto a las vacas en pastoreo. El menor tiempo consumiendo de las vacas alimentadas 100% con DTM podría resultar en menor costo energético al momento de coleccionar el alimento respecto a las vacas en pastoreo. A su vez, la menor proporción del tiempo que las vacas alimentadas 100% con DTM dedicaron a consumir podría explicarse porque el suministro de la DTM se hizo una sola vez al día, lo que generó menor estímulo para consumir, respecto a si la oferta de DTM se hubiera hecho luego de cada ordeño (DeVries et al., 2003). En cambio, en pastoreo el ingreso a la pastura genera desafíos diferentes para las vacas lo que pudo estimular la cosecha de forraje asociado al comportamiento natural de los rumiantes.

Es importante destacar que, independientemente del tiempo de acceso al pastoreo (5 vs. 18 h, P1.E1 y P1.E2, respectivamente), las vacas en pastoreo dedicaron proporciones de tiempo similares a pastorear, lo que no concuerda con trabajos previos de Mattiauda et al. (2004) que reportan una relación inversamente

proporcional entre el tiempo de acceso a la pastura y el tiempo dedicado a pastorear. La proporción del tiempo dedicado a pastorear por las vacas P1.E1 fue baja respecto a lo esperado para el acotado tiempo de acceso, lo cual puede estar explicado porque las vacas primíparas a inicio de lactancia presentan dificultades para satisfacer la necesidad de energía en pastoreo (Chilibroste et al. 2012), explicado por los bajos CMS logrados en relación a sus requerimientos. Sumado a lo anterior, las vacas en P1.E1 consumían un 70% de su dieta en base a DTM lo que también puede explicar el menor tiempo dedicado a pastorear, debido a que las vacas “aprenden” que tienen alimento disponible en la tarde por lo que cosechan el forraje que les da menos trabajo (menor gasto de energía) y luego rumian y descansan esperando el acceso al encierro (Gregorini, 2012). Además el consumo de una importante proporción de DTM en la tardecita noche generó menor ayuno previo al ingreso al pastoreo lo que pudo resultar en sesiones de consumo más cortas.

Las vacas P1.E2 rumiaron más y descansaron menos que las vacas P1.E1 lo que podría explicarse por el contenido de FDN (46,6 vs. 34,5%, P1.E2 y P1.E1, respectivamente) a la que accedían las vacas P1.E2, así como al mayor volumen de forraje consumido, lo que implica más tiempo de rumia para procesar esa gran ingesta de forraje (Chilibroste et al., 2015).

4.2. CONCLUSIONES

El consumo de un 27% de forraje de alfalfa en otoño cosechado directamente no afectó el consumo total de MS pero sí generó menor producción de leche y condición corporal. En el mismo sentido, en primavera la inclusión de un 73% de forraje en la lactancia temprana y 30% en lactancia media y tardía resulta en un 48% de forraje cosechado directamente en promedio en toda la lactancia no afectando los resultados productivos respecto a vacas alimentadas 100% con DTM.

Cuando se hace un manejo ajustado del pastoreo, sin restricciones de tiempo de acceso y de la oferta de forraje, manejando la inclusión de la suplemento según la época del año, es posible obtener resultados similares a los de vacas manejadas en 100% DTM, quizás no en producción de leche, pero sí un efecto importante a nivel económico del sistema de producción. Es importante no perder de vista la variación

en EC que a largo plazo pueda afectar la eficiencia del sistema por posibles efectos en la reproducción.

5. **BIBLIOGRAFÍA**

Abrahamse PA, Tamminga S, Dijkstra J. 2009. Effect of daily movement of dairy cattle to fresh grass in morning or afternoon on intake, grazing behaviour, rumen fermentation and milk production. *Journal of Agricultural Science* 147, 721-730.

Bargo F, Muller LD, Kolver ES, Delahoy JE. 2003. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science* 86, 1-42.

Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW. 2002. Performance of High Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations. *Journal of Dairy Science* 85, 2948-2963.

Charlton GL, Rutter SM, East M, Sinclair LA. 2013. The motivation of dairy cows for access to pasture. *Journal of Dairy Science* 96, 4387-4396.

Chilibroste P, Gibb MJ, Soca P, Mattiauda DA. 2015. Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: Do they follow a predictable pattern? *Animal Production Science* 55, 328-338.

Chilibroste P, Bategazzore G. 2014. Resultados de proyecto producción competitiva CONAPROLE. Montevideo – Uruguay 31p.

Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A. 2012. Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology* 173, 201-209.

Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A. 2012. Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology* 173, 201-209.

Chilibroste P. 2011. IFCN Dairy report, International Farm Comparison Network,

- Editorial: Kiel, IFCN Dairy Research Center Kiel, 1, 210.
- Dall-Orsoletta AC, Almeida JGR, Carvalho PC, Savian J V, Ribeiro-Filho HM. 2016. Ryegrass pasture combined with partial total mixed ration reduces enteric methane emissions and maintains the performance of dairy cows during mid to late lactation. *Journal of Dairy Science* 99, 1-10.
- DeVries TJ, von Keyserlingk MAG, Beauchemin KA. 2003. Short Communication: Diurnal Feeding Pattern of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 86, 4079-4082.
- DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias). 2018. Producción [En línea]. En: Anuario estadístico agropecuario 2018. Montevideo: MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). Consultado 10 Octubre 2018. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2018/capitulo2/Mapa2.htm>.
- DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias). 2011. Producción [En línea]. En: Anuario estadístico agropecuario 2011. Montevideo: MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). Consultado 2 Julio 2016. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2011/DIEA-Anuario-2011-%0Aweb.pdf>.
- DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias). 2009. Producción [En línea]. En: La producción lechera en el Uruguay. 2007. Montevideo: MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). Consultado 15 setiembre 2015. Disponible en: <http://www2.mgap.gub.uy/portal/afiledownload.aspx?2,5,108,O,S,0,216%3BS%3B9%3B40>
- 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. *Livestock Science* 181, 51-57.
- Gibb MJ, Huckle CA, Nuthall R. 2002. Effects of level of concentrate supplementation on grazing behaviour and performance by lactating dairy cows grazing continuously stocked grass swards. *Animal Science* 319-335.
- Gibb MJ, Huckle CA, Nuthall R. 1998. Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass and Forage Science* 53, 41-46.

- Gibb MJ, Huckle C a, Nuthall R, Rook a J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science* 52, 309-321.
- Gregorini P. 2012. Diurnal grazing pattern: Its physiological basis and strategic management. *Animal Production Science* 52, 416-430.
- Kennedy E, Lewis E, Murphy JP, Galvin N, Donovan MO. 2015. Production parameters of autumn-calving cows offered either a total mixed ration or grazed grass plus concentrate during early lactation. *Journal of Dairy Science* 98, 7917-7929.
- Kennedy E, O'Donovan M, Murphy JP, Delaby L, O'Mara F. 2005. Effects of grass pasture and concentrate-based feeding systems for spring-calving dairy cows in early spring on performance during lactation. *Grass and Forage Science* 60, 310-318.
- Kolver ES, Muller LD. 1998. Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science* 81, 1403-1411.
- Mattiauda DA, Gibb MJ, Carriquiry M, Tamminga S, Chilibraste P. 2018. Effect of timing of corn silage supplementation to Holstein dairy cows given limited daily access to pasture : intake and performance. *Animal* 13, 1-9.
- Mattiauda DA, Tamminga S, Elizondo F, Gibb M, Chilibraste P. 2004. Effect of allowance and timing grazing session on dairy cows grazing permanent pasture. In 'II international symposium on grassland ecophysiology and grazing ecology. Curitiba, Brazil'. Session 'Grazing Systems', 12th paper. Magnetic support. (Eds A Moraes, E Pizarro, PC Carvalho, S Carneiro da Silva, JR Dittrich) (Universidade Federal do Paraná: Curitiba, Brazil
- Meikle A, Adrien M de L, Mattiauda DA, Chilibraste P. 2013. Effect of sward condition on metabolic endocrinology during the early postpartum period in primiparous grazing dairy cows and its association with productive and reproductive performance. *Animal Feed Science and Technology* 186, 139-147.
- Mendoza A, Cajarville C, Repetto JL. 2016. Short communication: Intake, milk production, and milk fatty acid profile of dairy cows fed diets combining fresh

- forage with a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 99, 1-7.
- Mertens, DR. 1992. Nonstructural and structural carbohydrates. EN: Van Horn HH, Wilcox CJ. (Eds.). *Large dairy herd management*. Champaign, IL. American Dairy Science Association. p. 129.
- NRC. (National Research Council) 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th revised edition. National Academy Press, Washington, DC. p. 381.
- Peyraud JL, Delagarde R. 2011 Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. *Animal : an International Journal of Animal Bioscience* 7 Suppl 1, 57-67.
- Peyraud JL, Comeron E, Wade M, Lemaire G. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Annales de Zootechnie* 45, 201-217.
- Rutter SM, Orr RJ, Yarrow NH, Champion RA. 2004. Dietary Preference of Dairy Cows Grazing Ryegrass and White Clover. *Journal of Dairy Science* 87, 1317-1324.
- Salado EE, Bretschneider G, Cuatrin A, Descalzo AM, Gagliostro GA. 2017. Milk Yield and Composition and Pasture Ruminal Digestion in Grazing Dairy Cows Receiving Three Levels of Energy Concentrate Supplementation. *Agricultural Sciences* 08, 1135-1156.
- Soca P, González H, Manterola H, Bruni M, Mattiauda D, Chilibroste P, Gregorini P. 2014. Effect of restricting time at pasture and concentrate supplementation on herbage intake, grazing behaviour and performance of lactating dairy cows. *Livestock Science* 170, 35-42.
- Soriano FD, Polan CE, Miller CN. 2001. Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration diet. *Journal of Dairy Science* 84, 2460-2468.
- Sprunk M, Mattiauda DA, Motta G, Fajardo M, Chilibroste P. 2012. Respuesta productiva de vacas Holando a estrategias contrastantes de alimentación al inicio de la lactancia en primavera: pastoreo más suplementación vs dieta total mezclada. *Veterinari* 48, 156.
- Vibart RE, Fellner V, Burns JC, Huntington GB, Green JT. 2008. Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *The*

Journal of Dairy Research 75, 471-480.

Wales WJ, Marett LC, Greenwood JS, Wright MM, Thornhill JB, Jacobs JL, Ho CKM, Auldism MJ. 2013. Use of partial mixed rations in pasture-based dairying in temperate regions of Australia. *Animal Production Science* 53, 1167-1178.

White SL, Benson G a, Washburn SP, Green JT. 2002. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 85, 95-104.

Wright MM, Auldism MJ, Kennedy E, Dunshea FR, Hannah M, Wales WJ. 2016. Variation in feeding behavior and milk production among dairy cows when supplemented with 2 amounts of mixed ration in combination with 2 amounts of pasture. *Journal of Dairy Science* 99, 6507-6518.