

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DEL SEGADO Y OREO DE ALFALFA PREPASTOREO SOBRE LA
PRODUCCIÓN DE LECHE, EL CONSUMO Y LA DIGESTIBILIDAD DE LOS
NUTRIENTES EN VACAS LECHERAS.**

Por

**Cristhian Andrés BORGES RODRÍGUEZ
Eliana Yoselin CIANCIO BRUNI FALERO**

**TESIS DE GRADO, presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal**

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2020**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de Mesa: _____ 

Dra. Carolina Fiol

Segundo Miembro (Tutor): _____ 

DCV. Álvaro Santana

Tercer Miembro: _____ 

Ing Agr. Alejandro Mendoza

Cuarto Miembro (Co-tutor): _____ 

Dr. José Luis Repetto

Fecha: 18 de diciembre de 2020.

Autores: _____
Cristhian Andrés Borges Rodríguez

Eliana Yoselin Ciancio Bruni Falero

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a nuestras familias por acompañarnos y apoyarnos en este camino.

Al Dr. Álvaro Santana y Dr. José Luis Repetto por su tutoría y co-tutoría.

A los amigos de siempre y a los que nos dejó la facultad.

A los compañeros del ensayo experimental y a los que nos ayudaron en la realización de los análisis de laboratorio Juan Dayuto, Micaela García, Nicolas Amaro, Andrés Chamyan.

TABLA DE CONTENIDO	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
1. RESUMEN.....	5
2. SUMMARY.....	6
3. INTRODUCCIÓN.....	7
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1 Principales sistemas de alimentación utilizados en la producción lechera uruguaya.....	8
4.2 La alfalfa.....	10
4.3 Efecto del segado pre pastoreo y oreo de alfalfa sobre la producción de leche, el consumo y digestibilidad de nutrientes en vacas lecheras.....	10
4.3.a Efectos del segado pre pastoreo sobre el consumo.....	10
4.3.b Efectos del oreo sobre el consumo.....	11
4.3.c Efecto del segado y oreo sobre la digestibilidad de los nutrientes y la producción de leche.....	12
5. HIPÓTESIS.....	14
6. OBJETIVOS.....	14
6.1 Objetivo general.....	14
6.2 Objetivos específicos.....	14
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
7.1 Animales, Alimentos y Diseño experimental.....	15
7.2 Mediciones y Metodologías.....	16
7.3 Análisis estadístico.....	18
8. RESULTADOS.....	18
9. DISCUSIÓN.....	22
10. CONCLUSIONES.....	25
11. BIBLIOGRAFÍA.....	26

1. RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de ofrecer alfalfa en pie, segada sin oreo o segada y oreada durante 24 horas prepastoreo, sobre el consumo de materia seca (CMS), la producción de sólidos lácteos y la digestibilidad de la materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en vacas lecheras en lactancia media, suplementadas con una ración totalmente mezclada (RTM). El experimento se llevó a cabo en el Instituto de Producción Animal de Facultad de Veterinaria. Se utilizaron nueve vacas Holando multíparas con 655 ± 44 kg de peso vivo, 232 ± 48 días de lactancia y una producción en la lactancia previa mayor a 6800 L. El diseño experimental consistió en tres cuadrados latinos simultáneos de 3×3 , donde todos los individuos pasaron por 3 tratamientos alimenticios: **Pie**: la alfalfa en pie con 17 h de acceso, **Seg**: igual que Pie, pero la alfalfa se segó inmediatamente antes de la entrada de los animales (máximo 1h antes), y **Ore**: igual que Seg, pero la alfalfa se segó 24 h antes de la entrada de los animales (mínimo 24 h de oreo). Además, en todos los tratamientos se ofreció una RTM, con una asignación equivalente al 30% del consumo potencial de cada vaca. Cada período experimental consistió en 12 días de adaptación a la dieta y 7 días de mediciones. El CMS de RTM se estimó por diferencia entre lo ofrecido y rechazado. El CMS de alfalfa se estimó por diferencia entre la masa de alfalfa pre y post pastoreo. En ambos alimentos el consumo se midió individualmente durante 5 días de cada período. La producción de leche se registró también en cada período individualmente durante 5 días y se tomaron muestras durante 2 días consecutivos en ambos ordeñes diarios para analizar la composición de la leche. Los días 2 y 3 de cada período se tomaron dos muestras de heces de cada vaca, directamente del recto para estimar la digestibilidad utilizando la fibra detergente neutro indigestible como un marcador interno. El segado sin oreo pre pastoreo de alfalfa no modificó la ingestión y digestibilidad de los nutrientes o la producción de sólidos lácteos. El segado con oreo durante 24 horas de alfalfa aumentó la concentración de MS del forraje y el CMS de alfalfa y total. Sin embargo, en las condiciones de este experimento el oreo disminuyó la digestibilidad del forraje y de las fracciones fibrosas en particular, disminuyendo la producción de leche y de proteína en leche.

2. SUMMARY

The aim of this experiment was to evaluate the effect of offering alfalfa standing, mow or dry for 24 hours pre-grazing, on the dry matter intake (DMI), the milk solids production and digestibility of organic matter (OM), protein crude (PC), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in dairy cows in mid-lactation, supplemented with a total mixed ration (TMR). The experiment was carried in the Animal Production Institute (IPAV), Facultad de Vetrinaria, Libertad city, San José department. The experimental design consisted of three simultaneous latin squares of 3 x 3. They were used nine multiparous Holstein cows with 655 ± 44 kg of live weight, 232 ± 48 days of lactation and more of 6800 liters production in the previous lactation. All cows underwent 3 feeding treatments: **Pie** the alfalfa standing with 17 hours of access, **Seg** the alfalfa was mow immediately before the animals entry (maximum 1 hour before) with 17 hours of access, and **Ore** the same diet but the alfalfa was cut and sun dried 24 hours before the animals entry (minimum 24 hours of airing). In addition, in all treatments 30% of the potential consumption was offered as TMR. Each experimental period consisted in 12 days of adaptation to the diet and 7 days of measurements. The DMI of TMR was estimated by the difference between offered and rejected. The DMI of alfalfa was estimated by difference between the mass of alfalfa before and after grazing. Consumption of both foods was measured individually during 5 days of each period. Milk production was also recorded in each period individually for 5 days and samples were taken for 2 consecutive days in both daily milkings to analyze the milk composition. Digestibility was estimated for each animal using the indigestible neutral detergent fiber (NDF) technique as an internal marker. On days 2 and 3 of each period, two stool samples were taken from each cow, directly from the rectum. The pre-grazing mow of alfalfa did not modify the ingestion and digestibility of the nutrients or the dairy solids production. Dry alfalfa for 24 hours pre-grazing increased the concentration of forage DM and the DMI of alfalfa and total. However, under the conditions of this experiment, the dry decreased the digestibility of the forage and the fibrous fractions in particular, decreasing the production of dairy solids.

3. INTRODUCCIÓN

En la última década, el sector lechero uruguayo ha crecido a una tasa del 4% anual, explicados por un aumento en la productividad (litros por hectárea) dado que la superficie lechera se ha reducido en un 18% (DIEA, 2018). Esta intensificación se ha basado en un incremento en el uso de concentrados y reservas de forraje, mientras que la cosecha directa de pasturas, si bien sigue siendo un componente importante de la dieta, no se ha logrado incrementar y continúa siendo del entorno de 3500 a 4000 kg de materia seca (**MS**) por ha (Chilibroste y col., 2012). El interés por aumentar el aporte de nutrientes digestibles provenientes de la pastura en la dieta de vacas lecheras se relaciona con la disminución de los costos de producción, la promoción de mejores condiciones para el bienestar animal y el aumento del contenido de componentes beneficiosos para la salud humana como lo son los ácidos linoleicos conjugados (**CLA**) (Mendoza y col., 2016).

Una alternativa en el uso de pasturas para la alimentación de vacas lecheras son las raciones parcialmente mezcladas (**RPM**), que consisten en la oferta de una ración totalmente mezclada (**RTM**) combinada con períodos de pastoreo en un mismo día (Bargo y col., 2002a). Las RPM son una alternativa de alimentación utilizada a nivel comercial con el objetivo, entre otros, de aumentar la inclusión de pastura en la dieta sin disminuir el consumo individual y la productividad en vacas lecheras de alta producción.

La principal limitante para alcanzar altos consumos de materia seca (**CMS**) de pastura por vaca se relaciona al menor contenido de MS de las pasturas respecto a otros alimentos. Dentro de las pasturas más utilizadas por los productores en nuestro país encontramos a la alfalfa (*Medicago Sativa*), una leguminosa perenne con crecimiento estival y alto rendimiento. Una práctica utilizada tradicionalmente para disminuir el riesgo de meteorismo espumoso en pastoreos de alfalfa es el segado pre pastoreo con o sin oreo del forraje. Esta práctica de cortar y dejar orear el forraje contribuye a incrementar el contenido de MS del forraje y modifica las posibilidades de selección de los animales tanto de diferentes plantas como de partes de una misma planta. Adicionalmente y dependiendo del tiempo de oreo el forraje puede sufrir cambios en su composición química que modifiquen la digestibilidad de los nutrientes (Danelón y col., 2002).

Existen pocos antecedentes sobre el efecto del segado sin oreo de pasturas en la producción de leche (Kolver y col. 1999; Mohammed y col. 2009), estos trabajos utilizaron vacas de baja producción sin suplementar y ninguno utilizando pastura de alfalfa. Por otro lado, existen reportes sobre los efectos del segado con oreo en el consumo y digestibilidad de nutrientes del forraje de alfalfa utilizando vacas, pero que no se encontraban lactando (Danelón y col., 2002). No se encontraron reportes que estudiaran los efectos separados del segado y el oreo de pastura de alfalfa en vacas lecheras en lactación. Esta tesis reporta el efecto del segado sin oreo y el segado con oreo por 24 horas pre pastoreo de una pastura de alfalfa sobre el CMS, la digestibilidad de nutrientes y la producción de sólidos lácteos, en vacas lecheras en producción suplementadas con una RTM.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Principales sistemas de alimentación utilizados en la producción lechera uruguaya

Tradicionalmente los sistemas lecheros en Uruguay tienen un importante porcentaje de pasturas en la dieta. Según el anuario de la División Nacional de Estadística Agropecuaria el área utilizada para la producción lechera es de 754 mil hectáreas, siendo de esta un 60% ocupadas por pasturas mejoradas (DIEA, 2019), donde se incluye praderas permanentes, campos mejorados y forrajeras anuales.

El uso de pasturas representa una ventaja económica, siempre que la producción y utilización de esta sea la correcta, teniendo en cuenta el precio de la tierra y de los insumos (Repetto y Cajarville, 2010). Una alta utilización de pastura por hectárea en sistemas lecheros reduce la vulnerabilidad ante escenarios económicamente desfavorables (Chilibroste y Battegazore, 2015). Además, la inclusión de pasturas en la dieta de vacas lecheras promueve mejores condiciones para el bienestar animal y el cuidado del medio ambiente (Soder y Rotz, 2001; Rushen y col., 2008). Incluso pequeñas proporciones de materia seca (**MS**) (11% del consumo) de pastura en la dieta aportan mayores concentraciones en leche de componentes beneficiosos para la salud humana como lo son los ácidos linoleicos conjugados (**CLA**) (Mendoza y col., 2016), estos beneficios han impulsado un aumento en la inclusión de pasturas en la dieta de vacas lecheras (Bargo y col., 2006). Una de las alternativas para incrementar el suministro de energía en sistemas pastoriles es la suplementación con concentrados energéticos, lo que aumenta la concentración energética de la dieta, contribuyendo a elevar la producción de leche (Walker y col., 2001; Leddin y col., 2009). Normalmente a medida que la cantidad de concentrado aumenta se obtienen respuestas de incremento decrecientes en producción de leche.

Otro sistema de alimentación generalmente utilizado en sistemas estabulados son las raciones totalmente mezcladas (**RTM**), donde los concentrados, forrajes y aditivos se mezclan de forma homogénea, siendo ofrecido a los animales como un único alimento (Coppock y col., 1981; Mendoza y col., 2011). Las dietas RTM permiten maximizar el consumo individual, ofrecer una dieta con un aporte balanceado de nutrientes y minimizar la selectividad por componentes individuales (Gill, 1979; Coppock y col., 1981). Adicionalmente pueden contribuir a generar un pH ruminal más estable y una mejor utilización del nitrógeno del forraje (Bargo y col., 2002 b). Además, la utilización de dietas RTM en Uruguay podría mejorar la producción lechera debido a una mayor independencia a las condiciones climáticas que tienen una gran influencia en los sistemas pastoriles con suplementación y en particular aquellos sistemas con concentración de partos en otoño e invierno (Mendoza y col., 2011).

Por último, recientemente se ha comenzado a explorar otra alternativa que combina pasturas y RTM, en un sistema denominado ración parcialmente mezclada (**RPM**), que consiste en la oferta de RTM combinado con períodos de pastoreo en un mismo día (Bargo y col., 2002a), de esta manera la pastura no es físicamente parte de la RTM. Los sistemas que utilicen dietas RPM podrían

seguir manteniendo las ventajas de la alimentación pastoril en cuanto a costos de producción (Wales y col., 2013) y calidad del producto final (Morales y col., 2010). Las dietas RPM podrían tener especial interés cuando se suministran más de 8 kg de MS de concentrado por día. Especialmente la suplementación con almidón causa variaciones en el pH ruminal (Wales y Doyle, 2003), lo que produce un efecto negativo sobre la flora celulolítica y termina disminuyendo la digestión de la fibra detergente neutro (**FDN**) (Mould y col., 1983; Leddin y col., 2010).

No deprimir el consumo de nutrientes y el consumo de materia seca (**CMS**) total respecto a una dieta RTM cuando se utilizan dietas RPM es un aspecto central y los resultados previos no son concluyentes. Algunos trabajos que comparan una RPM con una RTM reportan disminuciones en el CMS total cuando aumenta la participación de la pastura en la dieta (Bargo y col., 2002a; Vibart y col., 2008). Sin embargo, otros trabajos reportan similares CMS al confrontar ambos sistemas de alimentación (Morales y col., 2010). Auld y col. (2016) al comparar dietas RPM con diferentes ofertas de pasturas y una RTM lograron aumentar el CMS total al aumentar la oferta de pastura de 14 kg MS a 16 kg MS por vaca por día. Según Auld y col. (2016), se necesita determinar la cantidad óptima de pastura en los sistemas RPM para una cantidad dada de suplemento ofrecido. A nivel nacional, Mendoza y col. (2016) comparando vacas alimentadas con RTM *ad libitum* y con diferentes tiempos de acceso a forraje fresco *ad libitum* concluyeron que vacas con 4 h de acceso a forraje fresco de alta calidad tenían niveles de CMS similares a los de las vacas alimentadas solo con RTM, representando el forraje fresco un 11% del CMS total. Mientras que, Pastorini y col. (2019), estipulando un % fijo de asignación de RTM (100%, 75% o 50% del CMS potencial) observaron que la inclusión de hasta un 29% de forraje fresco de alta calidad en la dieta de vacas alimentadas con RTM no afectó el CMS total.

En relación a la producción de sólidos lácteos se han observado mayores producciones de grasa y proteína utilizando dietas RTM, seguido de las dietas RPM e inferiores en dietas a base de pasturas con suplementación de concentrados energéticos (Bargo y col., 2002b). Sin embargo, otros autores han reportado similares producciones de sólidos con inclusiones de 50% MS de pastura en dietas RPM respecto a una RTM (Pastorini y col., 2019; Morales y col., 2010). Una mayor producción de grasa láctea de dieta RPM y RTM sobre dietas que incluyen pastura más concentrado aun cuando el consumo de fibra en todos los casos fue elevado (Bargo y col., 2002b), se atribuye a algún tipo de alteración de la digestión a nivel de rumen. Esto puede deberse a la naturaleza altamente fermentescible de las pasturas de alta calidad (Repetto y col., 2005), lo que puede causar bajos pH en rumen por un largo período de tiempo (Cajarville y col., 2006), y/o que ofrecer la fuente de fibra al mismo tiempo que los alimentos concentrados en una RTM (en oposición al sistema tradicional de ofrecerlos separados) minimizaría las variaciones en la tasa de producción de ácidos y por tanto del pH ruminal (Coppock y col., 1981).

Con respecto a la digestibilidad de nutrientes muchos autores no observaron diferencias entre dietas 100% RTM y dietas RPM con pasturas de alta calidad (Mendoza y col., 2016; Pastorini y col., 2019). Sin embargo, Bargo y col. (2002b) observaron que la digestibilidad de la FDN fue menor para las vacas

alimentadas con dietas 100% RTM que para las vacas alimentadas con RPM o pasturas más concentrado.

4.2. La alfalfa.

La alfalfa (*Medicago sativa*) es una leguminosa forrajera, de las más importantes en las regiones templadas del mundo (Bouton 2001; Irwin y col., 2001). Se caracteriza por ser una planta perenne con crecimiento estival, persistencia y un alto rendimiento. Nutricionalmente en estado vegetativo puede promover una alta y eficiente producción de proteína microbiana en el rumen con proteínas solubles y de rápida degradación (Repetto y col., 2005). Pero esta leguminosa tiene el riesgo de desarrollar en los rumiantes un cuadro de meteorismo espumoso cuando es pastoreada, para evitarlo se ofrece en estados fenólicos avanzados (floración), pero esto disminuye la calidad de la pastura y su eficiencia de utilización (Rebuffo y col., 2000). Otras de las prácticas que se lleva a cabo para disminuir el riesgo de meteorismo espumoso es el segado pre pastoreo, con o sin oreo.

4.3. Efecto del segado pre pastoreo y oreo de alfalfa sobre la producción de leche, el consumo y digestibilidad de nutrientes en vacas lecheras.

a) Efectos del segado pre pastoreo sobre el consumo

El consumo voluntario es la cantidad de alimento ingerido por un animal durante un período de tiempo determinado, en el cual tienen libre acceso al alimento (Forbes, 2007), y establece la cantidad de nutrientes disponibles para la salud y la producción animal (NRC, 2001). Los principales factores que afectan el consumo voluntario son el tamaño corporal, la producción de leche, la composición química y forma física de la dieta, y el tiempo de acceso al alimento (Bines, 1983).

El segado pre pastoreo puede modificar el consumo voluntario de los animales. La disminución de la capacidad de selección entre diferentes plantas y partes de una misma planta es uno de los cambios más consistentes cuando se ofrece la pastura segada (Danelón y col. 2002; Mohammed y col. 2009). Danelón y col. (2002) observaron menores porcentajes de hojas en los remanentes de pastoreo directo, lo que sugiere que los animales seleccionan la fracción más digestible. Según algunos autores la disminución de la capacidad de selección genera una disminución en la calidad del forraje consumido, obligando el consumo de fracciones más fibrosas y menos nutritivas pudiendo disminuir la tasa de consumo y el CMS total (Greenhalgh y Runcie, 1962; Dougherty y col, 1988). Sin embargo, Mohammed y col. (2009) en su trabajo realizado con vacas Holstein en lactación, en donde compararon el pastoreo directo de raigrás perenne contra la misma pastura ofrecida segada, no encontraron diferencias en el CMS total entre los tratamientos. A diferencia de lo reportado por Dohme-Meier y col. (2014), quienes utilizando vacas Holando en lactación compararon también el efecto del pastoreo directo y segado prepastoreo de pradera (trébol blanco, raigrás y achicoria) sobre el CMS, obteniendo menor CMS de pastura en pastoreo respecto a segado (16,8 kg MS/vaca/día vs 18,9 kg MS/vaca/día, respectivamente) y un CMS total de 2,0 kg menor para pastoreo directo.

Los requerimientos energéticos necesarios para ingerir el forraje segado son menores respecto a ofrecer la pastura en pie, debido a un menor gasto de energía en búsqueda y cosecha de la pastura, por la disminución de la resistencia a la tracción, facilitando la capacidad de cosecha del forraje cuando se ofrece la pastura segada (Greenhalgh y Runcie, 1962). Por último, el tamaño de las partículas ingeridas y el tiempo de rumia implicado para su conminución podrían ser mayores cuando se ofrece la pastura segada respecto a ofrecer la misma pastura en pie (Danelón y col. 2002). Oshita y col. (2008), evaluando actividad masticatoria y tasa de pasaje trabajaron con vacas secas con fístula ruminal, ofreciendo una pastura mezcla (ryegrass, dactylis y trébol blanco) en pastoreo directo, y la misma pastura segada y en confinamiento, no registraron diferencias significativas en el CMS total, pero sí un mayor tiempo dedicado a comer en el pastoreo directo respecto a cuándo el forraje se ofrecía segado (517 min/día vs 386 min/día).

b) Efectos del oreo sobre el consumo

Según Allden y Whittaker (1970) el consumo de forraje de un animal en pastoreo es el producto del número de bocados (TB, bocados / min), el peso promedio del bocado (PB, g / bocado) y el tiempo en pastoreo (TP, min / día). Por lo tanto, el consumo de forraje diario puede ser expresado en la siguiente ecuación: $CF = TP \times TB \times PB$. El peso del bocado es la variable del comportamiento ingestivo con mayor relevancia, explicando el mayor porcentaje de la variación en el consumo diario de forraje (Galli y col., 1996). Al ofrecer una pastura oreada se puede obtener un CMS más alto asociado a un mayor peso de bocado (Allden y Whittaker, 1970).

Se han realizado trabajos que estudian específicamente el efecto del contenido de agua en las pasturas sobre el CMS. John y Ulyatt (1987) en un estudio con ovejas demostraron una fuerte correlación entre el contenido de MS de la pastura (entre un 12 y 25% MS) y el CMS total, estos autores concluyeron que hay una menor manipulación de la pastura por parte del animal a medida que aumenta el contenido de MS, debido a una mayor fragmentación durante la masticación y la rumia. Por su parte, Butris y Phillips (1987) afirmaron que la depresión del CMS es independiente de que el agua se encuentre en la superficie o contenida en la pastura. Sin embargo, Cabrera Estrada y col. (2003) no observaron una limitación del consumo añadiendo agua a la superficie de la pastura y sugirieron que la misma se tragaría sin ser masticada con el resto del bolo. Mientras que el agua interna debe ser masticada, lo que probablemente limita la tasa de CMS.

Kolver y col. (1999), en búsqueda de métodos para aumentar la calidad de la pastura, el CMS y la producción de leche, compararon el efecto del segado y oreo (24 horas) con ofrecer la pastura en pie y segarla post pastoreo, registrando mayores CMS cuando la pastura fue segada y oreada durante 24 h (20,2 Kg MS/vaca/día vs 16,8 Kg MS/vaca/día). Además, también reportaron una disminución en la cantidad de energía metabolizable (**EM**) ingerida por los animales cuando el forraje fue segado y oreado respecto a ofrecerlo en pie. Dougherty y col. (1988) señalaron que animales que comían alfalfa segada y oreada (31% MS) obtuvieron un peso de bocado 5 veces mayor que en pastoreo. Sin embargo, reportaron tasas de consumo más bajas, que atribuyeron a un

mayor número de movimientos masticatorios necesarios para tragar el bolo alimenticio. Del mismo modo, Vérité y Journet (1970), en su trabajo con vacas lecheras, reportaron que cuando la pastura contiene menos del 18% de MS, el contenido de agua de la pastura es un factor que deprime el CMS, obteniendo un mayor consumo cuando la pastura se ofreció oreada (22% MS).

En cuanto al tiempo en pastoreo (min / día), Vérité y Journet (1970) afirman que el oreo del forraje lo disminuye significativamente respecto al segado (6 h 57 min pastura oreada vs 8 h 15 min pastura segada), aunque el consumo de MS es mayor con el oreo. Esto puede ser relevante especialmente en verano con el objetivo de lograr sesiones de pastoreo concentradas en las horas más frescas.

c) Efecto del segado y oreo sobre la digestibilidad de los nutrientes y la producción de leche

La digestibilidad aparente de los alimentos se define como la cantidad que no se excreta en las heces, y que, por tanto, se considera absorbida por el animal. En general se expresa en relación con la MS, como coeficiente o porcentaje (McDonald y col., 2006). Ha sido reportado que las pasturas templadas presentan alta digestibilidad de la MS mayor al 60% (Cajarville y col., 2006; Tebot y col., 2012). Mohamed y col. (2009) detectaron una mayor digestibilidad de materia orgánica (**MO**) en el pastoreo directo en comparación con el segado utilizando en este caso ryegrass perenne. Irvine y col. (2010) también observaron que el segado y oreo previo al pastoreo generó una menor digestibilidad y constataron una reducción significativa en la EM ingerida.

Con relación a la producción de sólidos lácteos, Irvine y col. (2010) compararon el efecto del segado y oreo (12 a 24 h) prepastoreo, el segado postpastoreo, y el repastoreo sobre la utilización y calidad de la pastura, el CMS y la producción de leche. Obtuvieron en promedio un menor CMS (2,3 Kg MS/vaca/día) y una menor producción de leche (2,9 L /vaca/día) cuando la pastura fue ofrecida segada y con 12 a 24 horas de oreo. En el mismo sentido, Bryant y col. (2016), en su trabajo con vacas lecheras segaron raigrás 3 horas previo al pastoreo y lo compararon con ofrecerlo en pie, obteniendo un menor CMS (14,9 Kg MS/vaca/día vs 15,5 Kg MS/vaca/día respectivamente), y una producción de leche menor cuando la pastura fue ofrecida segada y oreada 3 horas antes del pastoreo (12,6 L/vaca/día vs 14,6 L/vaca/día). Cun y col. (2017), en búsqueda de aumentar la producción de MS en los sistemas lecheros sin afectar el CMS y la producción de leche, experimentaron con vacas lecheras en lactancia media diferentes estrategias de pastoreo, incluyendo el segado previo al pastoreo con 5 horas de oreo (21,1% MS), registrando una menor producción de leche con la oferta de pastura segada y oreada comparada a en pie (25,1 kg/vaca/día vs 26,4 kg/vaca/día respectivamente).

Por otra parte, Mohamed y col. (2009), en su trabajo con vacas en lactancia temprana en busca de mayores concentraciones de CLA en leche, ofrecieron raigrás perenne en forma de pastoreo directo, segado prepastoreo, y ensilado. No observaron diferencias en CMS entre el pastoreo directo y el segado prepastoreo, pero sí una mayor producción de leche cuando las vacas pastorearon directamente (24,6 L/vaca/día vs 20,1 L/vaca/día), que los autores

atribuyen a una mayor capacidad de selección de las vacas en pastoreo. También, Kaufmann y col. (2011) no reportaron diferencias en el CMS total o la producción de leche, utilizando vacas lecheras multíparas a las que suplementaron con un concentrado energético y ofrecieron una pastura mezcla de ryegrass, trébol blanco y achicoria, comparando el efecto del pastoreo directo y el segado prepastoreo.

En síntesis, el segado pre pastoreo sin oreo puede modificar el consumo, disminuyendo la capacidad de selección de los animales lo que favorece la ingesta de fracciones fibrosas y menos nutritivas. El segado a su vez minimiza los requerimientos energéticos necesarios para ingerir el forraje, mediante un ahorro energético en búsqueda y cosecha de la pastura. Mientras que el segado con oreo puede alcanzar CMS más altos y en menos tiempo debido a un mayor peso de bocado. Se ha descrito que el segado con oreo puede modificar la composición química del forraje y disminuir el porcentaje de digestibilidad de los nutrientes MO, proteína cruda (**PC**), FDN y fibra detergente ácido (**FDA**), respecto al pastoreo directo. Sin embargo, no es claro el resultado neto de nutrientes digestibles ingeridos, ya que esto depende de la concentración de MS alcanzada con el oreo y la magnitud de los cambios de composición inducidas por este. La producción de leche disminuye con el segado y oreo pre pastoreo, aunque algunos trabajos reportan similares producciones ofreciendo el forraje segado o en pastoreo directo.

5. HIPÓTESIS

El segado con oreo durante 24 horas de la alfalfa pre pastoreo disminuirá su digestibilidad, pero aumentará la concentración de MS en la alfalfa, mejorando el consumo total de nutrientes (MO, PC, FDN, FDA) digestibles y por lo tanto la producción de sólidos lácteos respecto a suministrar alfalfa en pie o segada sin oreo, en vacas de lactancia media suplementadas con una ración totalmente mezclada.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

El objetivo general de este experimento fue evaluar el efecto de ofrecer la alfalfa en pie, segada u oreada durante 24 horas prepastoreo, sobre el CMS, la producción de sólidos lácteos y la digestibilidad de la MO, PC, FDN y FDA en vacas lecheras en lactancia media-tardía, suplementadas con una RTM.

6.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de suministrar alfalfa en pie, segada sin oreo o segada con 24 horas de oreo prepastoreo, sobre:

- a. la producción de litros de leche, la concentración porcentual de su contenido de sólidos (grasa, proteína y lactosa) y los kg de sólidos producidos.
- b. el consumo de MS en kg de cada alimento (alfalfa y RTM).
- c. la composición química de la oferta de alfalfa y RTM.

- d. el consumo de nutrientes total y con cada alimento (MO, PC, FDN, FDA).

- e. la digestibilidad aparente de los nutrientes (MO, PC, FDN, FDA) en el tracto digestivo.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Animales, tratamientos y diseño experimental.

El trabajo experimental se realizó durante los meses de setiembre a diciembre de 2018 en el Instituto de Producción Animal ubicado en el Campo Experimental N° 2 (Departamento de San José, Uruguay; 34° S y 55° O) de Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República. Todos los procedimientos con animales se efectuaron de acuerdo al protocolo de investigación aprobado por la Comisión de Experimentación en el Uso de Animales (CEUA) de la Facultad de Veterinaria, número de protocolo CEUAFVET-351.

Se utilizaron 9 vacas Holando con 655 ± 44 kg de peso vivo, 232 ± 48 días de lactancia y una producción en la lactancia previa mayor a 6800 L. Se utilizó un diseño experimental de tres cuadrados latinos simultáneos de 3 x 3. Cada individuo pasó por tres tratamientos alimenticios: 1) la pastura en pie (**Pie**): alfalfa (*Medicago sativa*) y 30% de su consumo potencial se suministró como ración totalmente mezclada (RTM), 2) la pastura segada (**Seg**): el mismo régimen alimenticio pero la pastura se segó y 3) la pastura segada y oreada (**Ore**): el mismo régimen alimenticio pero la pastura se segó y oreo.

La duración total del experimento fue de 57 días, distribuidos en tres períodos experimentales de 19 días, y cada período experimental consistió en 12 días de adaptación y 7 días de mediciones. Las vacas se alojaron en bretes individuales donde consumieron la RTM y realizaron pastoreo directo en parcelas individuales. Las vacas tuvieron acceso al agua fresca en todo momento. Los animales se ordeñaron dos veces por día (0700 y 1700 h) recorriendo una distancia máxima de 300 m hasta el tambo. En todos los tratamientos el acceso a la alfalfa fue de 17 h y permanecieron en bretes individuales donde se suministró la RTM de 1200 a 1700 h. En el tratamiento *Seg* la alfalfa se cortó inmediatamente antes del ingreso de los animales (máximo 1 h antes del ingreso) y en el tratamiento *Ore* se cortó 24 h previo al ingreso de los animales. En todos los casos la alfalfa (con un desarrollo menor a ocho nudos de crecimiento) se cortó a 5 cm del suelo con una segadora de tambores (Minos Agricultural Machinery, T-TCBM 1650, Turquía). Asignándose 18 kg MS/vaca/día y una disponibilidad superior a 1800 kg MS/ha.

La RTM se formuló de acuerdo con las recomendaciones del NRC (2001) para cubrir los requerimientos de una vaca de 650 kg de peso vivo, produciendo 28 L de leche por día. La composición química de pastura en cada tratamiento, la RTM e insumos para la elaboración de la misma se presentan en la Tabla 1. La composición porcentual de la RTM utilizada se describe en la Tabla 2. De la RTM se asignó a cada animal el 30% de su consumo potencial, el cual se determinó durante 5 días previos al inicio del experimento.

Tabla 1. Composición química (base seca) de la RTM y sus ingredientes y alfalfa (*Medicago sativa*) en sus tres presentaciones, ofrecida a vacas lecheras en lactancia media.

	RTM	Silo de maíz	Grano de maíz molido	Harina de soja	Alfalfa		
					Pie	Seg	Ore
MS	43,22 ± 2,91	26,66 ± 0,45	86,3 ± 0,19	88,23 ± 0,45	21,03 ± 1,10	21,06 ± 0,70	40,18 ± 9,80
MO	91,11 ± 0,32	94,54 ± 0,04	98,61 ± 0,14	93,11 ± 0,44	87,73± 0,88	87,79± 0,53	88,34± 2,67
PB	18,42 ± 1,35	7,26 ± 0,10	7,32 ± 0,35	45,78 ± 0,24	21,44 ± 0,53	21,62 ± 0,31	21,43 ± 1,12
FDN	32,60 ± 2,82	60,00 ± 1,19	14,80 ± 0,42	12,56 ± 0,17	32,23 ± 3,65	31,7 ± 3,26	27,76 ± 1,03
FDA	15,67 ± 0,33	30,50 ± 0,79	2,80 ± 0,06	8,28 ± 0,08	22,10 ± 1,86	23,30 ±1,84	21,83 ± 0,66

MS- Materia seca; MO- Materia orgánica; PB- Proteína bruta; FDN- Fibra detergente neutro; FDA- Fibra detergente ácido.

Tabla 2. Ingredientes de la ración totalmente mezclada (RTM).

	% de la MS
Silo de Maíz	58,04
Grano de Maíz molido	17,31
Harina de soja	22,6
Premezcla Vitamínico - Mineral ¹	1,73
Polisiloxano ²	0,07
Oxido de magnesio	0,1
Bicarbonato de sodio	0,15

¹Rovimix® Lecheras, DSM Nutritional Products Ltd. Basilea, Suiza.

²Teknamix® Vacas Lecheras, Teknal, Nutrición Animal.

7.2 Mediciones y Metodologías

Consumo de nutrientes

Durante el día 1 al 5 de mediciones se midió el consumo individual diario de alfalfa y RTM. El consumo de RTM se midió por diferencia de peso entre la cantidad total de alimento ofrecido y rechazado por el animal. Los animales pastorearon en parcelas individuales, delimitadas diariamente con cerca eléctrica. El CMS de alfalfa se estimó por diferencia entre la masa de alfalfa pre y post pastoreo. Diariamente, a las 1000 h se cortó 5 m² (0,5 m x 10 m) y se ajustó el área de cada parcela individual para ofrecer 18 kg MS/vaca/día, en las parcelas de los tratamientos *Seg* y *Ore*, a las 1700 h la alfalfa se cortó e hileró. Los animales ingresaron a la parcela a las 1800 h, posteriormente al ordeño vespertino (**PM**), permaneciendo allí hasta el ordeño matutino del siguiente día y luego volvieron a reingresar a la misma parcela hasta las 1100 h, cuando se trasladaron a los bretes individuales hasta el ordeño PM. Los rechazos de pastura se midieron a las 1100 h inmediatamente de retirados los animales. Para determinar el rechazo se pesó el total de pastura remanente y se computó como rechazo un % equivalente al % de lo que representó 5 m² en el área total asignada en cada parcela individual. Todos los cortes de forrajes se realizaron a 5 cm del suelo. El forraje desaparecido se asumió como consumido. Se tomaron muestras individuales (500 g aprox.) por animal y por día de la oferta de alfalfa a las 1800 h, la oferta de RTM a las 1100 h, el rechazo de la RTM y alfalfa ambos a las 1100 h. Las muestras se identificaron y se congelaron a -20°C para su posterior análisis de composición química. A partir del análisis de composición química de los alimentos, se determinó el consumo de cada nutriente con cada alimento (MS, MO, PB, FDN y FDA).

Producción y composición de leche.

La producción de leche se determinó del día 2 al 6 de cada período de mediciones, en los dos ordeños con lactómetros manuales (Tru-test by Tru-test Limited. New Zeland). Se colectaron muestras individuales de leche en 4 ordeños consecutivos de los días 3 y 4 de cada período de mediciones, utilizándose bronopol como conservante, para posteriormente determinar el contenido de grasa, proteína y lactosa. Los análisis de composición láctea se realizaron en el Laboratorio Cooperativo Veterinario de Colonia (CO.LA.VE.CO), mediante análisis infrarrojo con un equipo (Bentley Instruments Inc, 2000, Chaska, MN). La producción de leche corregida por grasa (**LCG 3.5%**) se calculó de la forma descrita por Tyrrell y Reid (1965) como: $0,4324 \times \text{leche (kg)} + 16,218 \times \text{grasa (kg)}$.

Composición química de los alimentos.

Los análisis químicos se realizaron en el Instituto de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria. Las muestras individuales tomadas por animal y período de oferta y rechazo de RTM y alfalfa, se secaron en estufa a 60°C y se molieron a 1 mm en un molino de rotor (Fritsch GMBH, Idar-Oberstein, Alemania). Las muestras individuales se utilizaron para confeccionar una muestra compuesta para cada animal y período.

Los análisis de composición química en alimentos y heces que se llevaron a cabo fueron: contenido de MS, cenizas, materia orgánica (MO, 100 - % cenizas), PB ($N \times 6.25$) según (AOAC, 1990), nitrógeno insoluble en detergente neutro (Licitra y col., 1996), FDN y FDA según la técnica descrita por Robertson y Van Soest (1981), todos los análisis se realizaron con el agregado de sulfito de sodio y alfa amilasa termo estable. Los resultados de FDN y FDA se reportan libres de cenizas. A partir del análisis de composición química de los alimentos se determinó el consumo de cada fracción química (MS, MO, PB, FDN y FDA).

Digestibilidad

La digestibilidad se estimó para cada animal utilizando la técnica de fibra neutro detergente indigestible (FDNi) como un marcador interno, de la forma sugerida por Huhtanen y col. (1994) para estimar la excreción diaria de materia fecal. Los días 2 y 3 de cada período se tomaron dos muestras de heces de cada vaca, directamente del recto (de 200 g aproximadamente cada una), 6 h antes y 6 h después de la principal sesión de comida a las 10:00 h. Una vez obtenidas las muestras se congelaron a -20°C hasta su procesamiento. Posteriormente las muestras se descongelaron a temperatura ambiente, se secaron a 60°C hasta peso constante y fueron molidas a 2 mm. Una vez secas, con las 4 submuestras

de heces se conformó un pool por vaca y por período. De ese pool se tomaron 5 g de muestra y se colocaron en bolsas Dacron de 10 x 20 cm, con una relación de 10-15 mg/cm², y con poros de 30-50 micrones, previamente secadas en la estufa, luego se sellaron con calor. También se incubó una muestra de la alfalfa y RTM ofrecida y rechazada por vaca y período. En total se incubaron 50 muestras por duplicado y repetido en dos vacas secas equipadas con cánula ruminal permanente. La incubación se realizó siguiendo las recomendaciones del Nordic Feed Evaluation System (Norfor, 2007a), durante 12 días consecutivos, utilizando una dieta con una relación heno: concentrado de 67:33, y un contenido de PC en el concentrado mayor a 12%MS. Una vez que las bolsas se retiraron del rumen, se lavaron con agua corriente durante 15 minutos y posteriormente se secaron a 60°C en la estufa. Al retirarlas se pesaron y con el contenido se realizó el análisis de FDN (Robertson y Van Soest y col., 1981).

La excreción de heces de cada animal se estimó dividiendo el consumo diario de FDN_i indigestible y su concentración en las heces. Los porcentajes de digestibilidad aparente de la MS y MO, N, FDN y FDA en todo el tracto digestivo se calcularon como: % Digestibilidad = [(consumo (g/día) – excreción fecal (g/día)]/consumo (g/día) x 100.

7.3 Análisis estadístico

Los datos se analizaron con la versión 9.0 del software de SAS® (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). Los datos se sometieron inicialmente a un análisis para detectar valores atípicos y para comprobar la normalidad de los residuales mediante procedimientos univariantes (PROC UNIVARIATE). Los datos de las variables consumo, producción y composición de la leche, se analizaron utilizando el procedimiento PROC MIXED de SAS (2002) de acuerdo al modelo lineal mixto:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + V_j(C_i) + P_k + T_l + e_{ijkl},$$

donde Y_{ijkl} es la variable dependiente, C_i es el efecto aleatorio del cuadrado, $V_j(C_i)$ efecto aleatorio de la vaca anidado al cuadrado, P_k efecto aleatorio del período, T_l el efecto fijo del tratamiento y e_{ijkl} es el error residual.

Las medias de todos los parámetros evaluados se compararon mediante el test de Tukey. Se aceptaron como diferencias significativas valores de P inferiores o iguales a 0,05 y como tendencia valores de P mayores a 0,05 y menores a 0,1.

8. RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan los resultados del CMS de cada alimento y total para cada tratamiento. El tratamiento *Ore* presentó un mayor CMS total, obteniendo un consumo de 3,57 kg/MS/día mayor que el tratamiento *Pie*, mientras que los

tratamientos *Pie* y *Seg* no presentaron diferencias entre sí. El CMS de alfalfa fue mayor cuando las vacas consumieron la alfalfa oreada respecto a los tratamientos *Seg* y *Pie*. El CMS de alfalfa como porcentaje del CMS total también fue mayor en el tratamiento *Ore* en comparación a los otros dos tratamientos, que no presentaron diferencias entre sí.

Tabla 3. CMS total y de cada alimento expresado en kg/MS/día, de vacas lecheras en lactancia media suplementadas con una RTM (30% del consumo potencial) y Alfalfa en tres presentaciones distintas *Pie*, *Segado* y *Oreo*.

	Tratamientos ¹			EEM	P
	<i>Pie</i>	<i>Seg</i>	<i>Ore</i>		Tratamiento
CMS (kg/día)					
Alfalfa	11,0 ^b	11,7 ^b	14,6 ^a	0,90	0,0001
RTM	6,2 ^y	6,2 ^{xy}	6,3 ^x	0,28	0,0169
Total	17,3 ^b	17,9 ^b	20,8 ^a	1,12	0,0001
Alfalfa, % del total de MS	63,5 ^b	64,9 ^b	69,9 ^a	1,32	0,0006

^{a,b} En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes ($p < 0,05$).

^{x,y} En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia ($0,05 < p < 0,1$).

¹Tratamientos: *Pie*: 30% RTM más acceso a pastura de alfalfa en *pie*; *Seg*: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa segada pre pastoreo; *Ore*: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa oreada por 24hs pre pastoreo. En todos los tratamientos se asignaron 17hs de acceso y 18 kg/MS de alfalfa/vaca/día, sobre los 5 cm del suelo.

EEM: error estándar de las medias.

En la Tabla 4 se presenta el consumo de nutrientes de alfalfa (MO, N, FDN y FDA). El consumo de MO y N fue mayor en el tratamiento *Ore* respecto a los otros dos tratamientos. El consumo de FDN, fue mayor en el tratamiento *Ore* respecto a *Pie*, quedando el tratamiento *Seg* en situación intermedia sin diferir de los otros dos tratamientos. El consumo de FDA fue mayor en *Ore* respecto a *Pie* y tendió a ser mayor que en *Seg*, los tratamientos *Pie* y *Seg* no difirieron entre sí.

Tabla 4. Consumo de nutrientes de la dieta en kg/día. De vacas lecheras en lactancia media suplementadas con una RTM (30% del consumo potencial).

	Tratamientos ¹			EEM	P-Tratamiento
	Pie	Seg	Ore		
Consumo de nutrientes, kg/día					
MO	15,38 ^b	16,01 ^b	18,60 ^a	1,041	<,0001
N	0,56 ^b	0,59 ^b	0,69 ^a	0,043	<,0001
FDN	5,57 ^b	5,78 ^{ab}	6,12 ^a	0,429	0,0242
FDA	3,44 ^b	3,72 ^{aby}	4,12 ^{ax}	0,274	0,0055

^{a,b} En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes ($p < 0,05$).
^{x,y} En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia ($0,05 < p < 0,1$).

¹Tratamientos: Pie: 30% RTM más acceso a pastura de alfalfa en pie; Seg: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa segada pre pastoreo; Ore: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa oreada por 24hs pre pastoreo.

EEM: error estándar de las medias.

En la Tabla 5 se presentan los % de digestibilidad aparente de los nutrientes para los distintos tratamientos. La digestibilidad de la MS fue 6,77% mayor para el tratamiento *Pie* respecto al tratamiento *Ore* y no difirió del tratamiento *Seg*. La digestibilidad de la MO tendió a ser mayor en tratamiento *Pie* respecto a *Seg* y *Ore*. Además, el tratamiento *Pie* también presentó una tendencia a tener una mayor digestibilidad del N respecto a *Seg*, el tratamiento *Ore* quedó en una situación intermedia. La digestibilidad de la FDN fue mayor para el tratamiento *Pie* respecto al tratamiento *Ore* y tendió ser mayor respecto al tratamiento *Seg*, sin diferencias entre los tratamientos *Seg* y *Ore*. El % de digestibilidad de la FDA tendió a ser mayor para el tratamiento *Pie* respecto a los otros dos tratamientos.

Tabla 5. Porcentaje de digestibilidad de los nutrientes. De vacas lecheras en lactancia media suplementadas con una RTM (30% del consumo potencial) y Alfalfa en tres presentaciones distintas Pie, Segado y Ore.

	Tratamientos ¹			EEM	P
	Pie	Seg	Ore		Tratamiento
Digestibilidad, %					
MS	61,4 ^a	57,8 ^{ab}	54,6 ^b	2,68	0,0437
MO	63,7 ^x	60,5 ^{xy}	57,50 ^y	2,37	0,0526
N	71,3 ^x	66,2 ^y	70,1 ^{xy}	2,99	0,0795
FDN	43,4 ^{ax}	33,0 ^{aby}	31,9 ^b	4,34	0,0393
FDA	40,7 ^x	31,8 ^{xy}	30,2 ^y	3,90	0,0503

^{a,b} En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes ($p < 0,05$).

^{x,y} En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia ($0,05 > p < 0,1$).

¹Tratamientos: *Pie*: 30% RTM más acceso a pastura de alfalfa en pie; *Seg*: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa segada pre pastoreo; *Ore*: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa oreada por 24hs pre pastoreo.

EEM: error estándar de las medias.

En la Tabla 6 se presentan los resultados de producción y composición de leche obtenidos en cada tratamiento. La producción de leche expresada en kg/día, así como de LCG 3.5% fue menor para el tratamiento *Ore* respecto a los otros dos tratamientos, *Pie* y *Seg* los cuales no presentaron diferencias entre sí.

La producción de grasa en Kg/día no difirió entre los tratamientos, pero se observa un menor % de grasa en el tratamiento *Pie* respecto a *Seg* y *Ore*, y estos dos últimos no difirieron entre sí. La producción de proteína en kg por día, así como la concentración porcentual en leche fue mayor para *Seg* y *Pie* respecto al tratamiento *Ore*. Además, se detectó una tendencia del tratamiento *Pie* a contener un mayor porcentaje de proteína que *Seg*. La producción de lactosa expresada en kg/día fue menor en *Ore* que en los otros dos tratamientos, la concentración expresada en % no difirió entre tratamientos.

Tabla 6. Producción y composición de leche de vacas lecheras en lactancia media suplementadas con una RTM (30% del consumo potencial) y Alfalfa en tres presentaciones distintas Pie, Segado y Oreó.

	Tratamientos ¹			EEM	P
	Pie	Seg	Ore		Tratamiento
Leche (kg/día)	26,4 ^a	25,7 ^a	24,3 ^b	2,20	0,0004
3.5% LCG (Kg/día)²	26,6 ^a	26,5 ^a	25,2 ^b	2,39	0,0376
Grasa (kg/día)	0,94	0,95	0,92	0,089	0,2485
Grasa (%)	3,65 ^b	3,79 ^a	3,81 ^a	0,238	<,0001
Proteína (kg/día)	0,90 ^a	0,87 ^a	0,82 ^b	0,047	<,0001
Proteína (%)	3,44 ^{ax}	3,41 ^{aby}	3,39 ^b	0,119	0,0008
Lactosa (kg/día)	1,23 ^a	1,19 ^a	1,13 ^b	0,118	0,0004
Lactosa (%)	4,63	4,62	4,63	0,077	0,6656

^{a,b} En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes ($p < 0,05$). EEM: error estándar de las medias.

^{x,y} En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia ($0,05 > p < 0,1$).

¹Tratamientos: *Pie*: 30% RTM más acceso a pastura de alfalfa en pie; *Seg*: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa segada pre pastoreo; *Ore*: 30% RTM más acceso a forraje de alfalfa oreada por 24hs pre pastoreo.

²LCG 3,5% = $0,4324 \times \text{leche (kg)} + 16,218 \times \text{Grasa (kg)}$

9. DISCUSIÓN.

Como fue planificado en el diseño experimental la pastura utilizada fue de alta calidad, entendiéndose por alta calidad 18 a 24% de MS, 18 a 25% de PC y 40 al 50% de FDN (Clark y Kanneganti, 1998). En la hipótesis de nuestro trabajo con el tratamiento *Ore* se esperaba una concentración de MS y un mayor CMS que fuera capaz de compensar la probable pérdida de nutrientes digestibles debido al segado con oreo por 24 h. Además, esperábamos posibles cambios en la digestibilidad de los nutrientes debido a la inhibición de procesos de selección en la ingestión de la pastura debido al segado que pretendimos aislar con el tratamiento *Seg*. Por las razones antedichas analizaremos el efecto del segado y el segado con 24 h de oreo prepastoreo por separado.

Efectos del segado prepastoreo sin oreo de alfalfa

Segar la alfalfa no aumentó el CMS de alfalfa o total en nuestro experimento, esto es consistente con los resultados de Oshita y col. (2008) y Kaufmman y col., (2011), que utilizando pasturas mezclas no encontraron diferencias en el CMS, al comparar el pastoreo directo y el segado prepastoreo.

En los tratamientos *Pie* y *Seg* existieron restricciones del consumo voluntario de MS. Estas restricciones se evidencian en que el CMS de RTM como % del CMS total en los tratamientos *Pie* y *Seg* resultó mayor (36,0% y 34,7% respectivamente) al previsto en el diseño experimental que era de un 30,0 %, porque las vacas tuvieron un CMS total menor respecto al alcanzado previo al experimento donde se les suministro únicamente RTM. El contenido de agua de la alfalfa podría ser uno de los factores que limitara el CMS voluntario (Forbes 1995), el porcentaje de MS de la alfalfa de los tratamientos *Pie* y *Seg* fue de $21,03 \pm 1,10$ %MS vs $21,06 \pm 0,70$ %MS respectivamente (Tabla 2). Otro aspecto que podría contribuir a limitar el CMS total se relaciona a la ingestión de componentes fibrosos y FDN en particular. En este sentido Mertens (1994), establecen que se requieren consumos mayores al 1,2% del peso vivo de FDN para que exista un efecto de llenado que limite el CMS. Los porcentajes de FDN consumidos por las vacas de los tratamientos *Pie* y *Seg* se registraron en 0,85% vs 0,88% del peso vivo respectivamente. Por lo que podemos deducir que el contenido FDN en la dieta no limitó el CMS.

La ausencia de diferencias en el consumo de nutrientes entre el tratamiento *Pie* y *Seg* era esperable dado que ambos tratamientos tuvieron similar CMS total, y a su vez la composición química de la alfalfa consumida tampoco varió entre estos dos tratamientos (Tabla 2). La digestibilidad de la MS, tampoco difirió entre los tratamientos *Seg* y *Pie*, contrariamente a lo reportado por Mohammed y col. (2009), quienes con 6 vacas Holstein con fístula ruminal en lactancia temprana, compararon el pastoreo directo de raigrás perenne (20 kg MS/vaca/día) y la misma pastura ofrecida segada en confinamiento *ad libitum*, obteniendo una mayor digestibilidad en pastoreo directo en comparación al segado, resultado que los autores lo atribuyeron a una mayor oportunidad de selección en pastoreo (mayor consumo de hojas y menor consumo de tallos). Coincidiendo con esto, registraron mayores consumos de FDN cuando se ofreció la pastura segada (45,4 vs 41,3%).

Finalmente, la producción de sólidos lácteos de las vacas del tratamiento *Seg*, no difirió con respecto a *Pie*, resultado que coincide con el experimento de Kaufmann y col. (2011). Sin embargo, Mohamed y col. (2009), obtuvieron una menor producción de leche cuando las vacas pastorearon forraje segado, que los autores atribuyeron a la capacidad de selección de las vacas en pastoreo directo. El manejo del pastoreo realizado en nuestro experimento, ofreciendo alfalfa con menos de ocho nudos, puede haber contribuido a que los efectos de la selección ejercida por las vacas del tratamiento *Pie* por diferentes partes de la planta, particularmente las hojas no resultaran en grandes diferencias del alimento consumido. Sin embargo, el tratamiento *Seg* registró un mayor % de grasa en la leche (0,14% mayor) respecto a *Pie* (Tabla 6). En este sentido se

detectó también una tendencia a una menor digestibilidad aparente de la FDN en *Seg* respecto a *Pie*.

Efectos del segado y oreo 24h prepastoreo de alfalfa.

Como fue hipotetizado cuando las vacas consumieron la alfalfa oreada alcanzaron mayores CMS de alfalfa y total. A modo de ejemplo el tratamiento *Ore* consumió en kg/MS/día un 17% más que el tratamiento *Pie*. Este mayor CMS total es consecuencia de un mayor consumo de alfalfa ya que todos los tratamientos consumieron la totalidad de la RTM ofrecida. El mayor CMS de alfalfa de las vacas en el tratamiento *Ore* fue favorecido por la mayor concentración de la MS lograda con el oreo ($40,18 \pm 9,80$ %MS). La concentración de MS es una de las variables que determinan el peso de bocado siendo, este un aspecto determinante en el comportamiento ingestivo y el consumo diario de pastura (Allden y Whittaker., 1970; Galli y col.,1996). En Argentina, Danelón y col. (2002), estudiaron el efecto del segado y oreado de alfalfa hasta 35-40% de MS, y lo compararon con el pastoreo directo, registrando un mayor CMS cuando la alfalfa se ofreció segada y oreada (13,11 Kg MS/vaca/día vs 10,52 Kg MS/vaca/día).

El mayor CMS en el tratamiento *Ore* respecto a los otros dos tratamientos justifica el mayor consumo de MO y N, además del mayor consumo de fibra respecto a ofrecer la alfalfa en pie (Tabla 4). Este último resultado concuerda con los obtenidos por Danelón y col. (2002), quienes reportaron que los animales en pastoreo directo consumieron un 13% menos de FDN que los animales que consumieron la alfalfa previamente segada.

En cuanto al grado de aprovechamiento que obtienen los animales en la ingestión de forrajes segados y oreados previo al pastoreo, la digestibilidad aparente de los nutrientes (MO, N, FDN y FDA), las vacas en el tratamiento *Ore* consumieron un alimento con menor digestibilidad que el tratamiento *Pie* (Tabla 5). La menor digestibilidad aparente de la MS y FDN en el tratamiento *Ore* respecto a las vacas que consumieron la alfalfa en pie puede estar asociado a los cambios provocados por el oreo en la calidad del forraje. Debe considerarse que el oreo de la alfalfa es heterogéneo ya que las hojas se deshidratan mucho más rápido que los tallos y son las hojas los órganos que contiene la mayor cantidad de nutrientes. Además, podría generar durante la manipulación de la ingesta la pérdida de hojas, y en consecuencia un aumento en el consumo de tallos, donde se concentra la mayor cantidad de fibra (Koprivica y col., 2011). Sin embargo, en otros experimentos se han reportado resultados similares de digestibilidad entre los tratamientos de pastoreo directo y oreo previo al pastoreo (Kolver y col., 1999 y Irvine y col., 2010).

Otro factor que pudo contribuir con la menor digestibilidad en el tratamiento *Ore* respecto a *Pie*, es la incapacidad de selección por parte de los animales cuando la pastura es ofrecida oreada, determinando un mayor consumo de tallos. Esto fue comprobado por Danelón y col. (2002), quienes observaron menores porcentajes de hojas en los remanentes de pastoreo directo, demostrando mayor consumo de las porciones más digestibles. Cuando la alfalfa está segada con o

sin oreo, a los animales se les dificulta seleccionar las hojas, ingiriendo mayor proporción de tallos y por lo tanto un alimento de menor calidad (Dougherty y col.,1988).

Si bien era esperable que existiera una menor digestibilidad en el tratamiento *Ore*, en comparación a suministrar alfalfa en pie, el mayor CMS total, tampoco fue suficiente para aumentar la producción de leche de las vacas del tratamiento *Ore* respecto a *Pie*, (Tabla 6). La menor producción de leche, puede atribuirse a la menor digestibilidad aparente de los nutrientes (MO, N, FDN y FDA). Pero también, a que las vacas del tratamiento *Ore* consumieron más N degradable en rumen y menos FDN digestible (0,456 kg) que el tratamiento *Pie*. El menor consumo de nutrientes digestibles, acompañado de un menor % de proteína en leche en las vacas del tratamiento *Ore* respecto a *Pie* (Tabla 6) podría indicar que existió una asincronía en las concentraciones de nitrógeno (**N**) degradable y energía disponible en rumen, lo que lleva a un desaprovechamiento del N por falta de energía disponible para el uso de los microorganismos y posterior formación de proteína microbiana por falta de sustratos energéticos de rápida fermentación. En este sentido, la concentración de carbohidratos solubles en el forraje expresada como % de la MS fue menor para el tratamiento *Ore* respecto a los otros dos (8,16 % vs 9,59%; SEM 1,06; P = 0,018). Según Jarrige (1989), la proteína degradada en rumen se puede usar de manera muy ineficiente si los microorganismos no tienen suficiente energía para que se incorpore a la proteína microbiana. Por lo tanto, la energía disponible en el rumen determina la cantidad de proteína degradada que se puede utilizar en el rumen excretando el exceso en la orina.

Por otra parte, las vacas del tratamiento *Ore* alcanzaron mayor % de grasa en leche que el tratamiento *Pie* (Tabla 6). Esto sugiere que el alimento consumido en el tratamiento *Ore* contenía mayor proporción de fracciones fibrosas que *Pie*. Esto se puede ver en el consumo de nutrientes de alfalfa (Tabla 4), donde el tratamiento *Ore* registró un mayor consumo de FDN y FDA (0,53 kg/FDN/día y 0.68 kg/FDA/día) que el tratamiento *Pie*. Otro factor que podría explicar este mayor % de grasa en leche para tratamiento *Ore* es el efecto dilución. Las vacas en el tratamiento *Ore* produjeron menos litros de leche, pero no tuvieron diferencias en los kg de grasa totales producidos con respecto a los tratamientos *Pie* y *Seg*.

La menor producción de leche en el tratamiento *Ore*, concuerda con los resultados obtenidos en otros experimentos, aún con tiempos de oreo menores a 24 h (3 a 5h) Bryant y col. (2016) y Cun y col. (2017).

10. CONCLUSIONES

El segado pre pastoreo de alfalfa no modificó la ingestión ni la digestibilidad de los nutrientes o la producción de sólidos lácteos. Como fue hipotetizado el oreo de alfalfa durante 24 horas aumentó la concentración de MS del forraje y el CMS de alfalfa y total. Sin embargo, en las condiciones de este experimento el oreo disminuyó la digestibilidad de la MS y de las fracciones fibrosas en particular, disminuyendo la producción de leche y de proteína en leche.

BIBLIOGRAFÍA

1. Allden, W.G.; Whittaker, I.A. (1970). The determinants of herbage intake by grazing sheep. The interrelationships of factors influencing herbage intake and availability. *Aust J Agric Res*; 21:755–766.
2. A.O.A.C. (1990). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis. 15a ed. Arlington AOAC, 1030 p.
3. Auldish, M.J.; Marett, L. C.; Greenwood, J. S.; Wright, M. M.; Hannah, M.; Jacobs, J. L.; Wales, W. J. (2016). Milk production responses to different strategies for feeding supplements to grazing dairy cows. *J Dairy Sci*; 99:657–671.
4. Bargo, F.; Delahoy, J.E.; Schroeder, G.F.; Baumgard, L.H.; Muller, L.D. (2006). Supplementing total mixed rations with pasture increase the content of conjugated linoleic acid in milk. *Anim. Feed Sci Technol*; 131:226–240.
5. Bargo, F.; Muller, L.D.; Kolver, E.S.; Delahoy, J.E.; Cassidy, T.W. (2002a). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cow grazing at two pasture allowances. *J Dairy Sci*; 85:1777–1792.
6. Bargo, F.; Muller, L.D.; Delahoy, J.E.; Cassidy, T. W. (2002b). Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci*; 85:2948–2963.
7. Bines, J.A. (1983). Consumo voluntario de alimentos. En: Broster, WH; Swan, H. Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. Mexico, AGT, pp.21-34.
8. Bouton, J.H. (2001). Alfalfa. In 'Proceedings XIX International Grassland Congress'. XIX, Sao Paulo, Brasil, pp.545–547.
9. Bryant, R.; Kingsbury, L.; Edwards, G. (2016). Does mowing before grazing increase dry matter intake and milk yield? *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*; 76:73–77.
10. Butris, G.Y.; Phillips, C.J. (1987). The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on the intake and feeding behaviour of cattle. *Grass Forage Sci*; 42:259-264.
11. Cabrera Estrada, J.I.; Delagarde, R.; Faverdin, P.; Peyraud, J.L. (2003). The addition of external water to fresh grass does not affect dry matter intake, feeding behaviour and rumen characteristics in dairy cows. *Anim Res*; 52:3–16.
12. Cajarville, C.; Aguerre, M.; Repetto, J.L. (2006). Rumen pH, NH₃-N concentration and forage degradation kinetics of cows grazing temperate pastures and supplemented with different sources of grain. *Anim Res*; 55: 511–520.
13. Chilibroste, P.; Soca, P.; Mattiauda, D. (2012). Estrategias de alimentación en Sistemas de Producción de Leche de base pastoril. *Pasturas 2012: Hacia una ganadería competitiva y sustentable*. Balcarce: INTA, pp.91-100.
14. Chilibroste, P.; Battegazore, G. (2015). Proyecto Producción Competitiva. Conaprole, Montevideo, pp.31.

15. Clark, D.A.; Kanneganti, V.R. (1998). Grazing management systems for dairy cattle. En: Cherney, JH; Cherney, DJR. Grass for Dairy Cattle. Oxon, CAB, pp.311-334.
16. Coppock, C.E.; Bath, D.L.; Harris, B. (1981). From feeding to feeding systems. *J Dairy Sci*; 64: 1230-1249.
17. Cun, G.S.; Edwards, G.R.; Bryant, R.H. (2017). The effect of pre-graze mowing on milk production of dairy cows grazing grass–herb–legume pastures managed under contrasting spring defoliation regimes. *Animal Production Science*; 57(7):1414–1418.
18. Danelón, J.L.; Locatelli, M.L.; Gallardo, M.; Guaita, S. (2002). Herbage intake and ruminal digestion of alfalfa: a comparison between strip and zero grazed dairy cows. *Livestock Production Science*; 74:79-91.
19. DIEA. (2018). Anuario Estadístico Agropecuario 2018. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Uruguay. Disponible en: https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario_2018.pdf. Fecha de consulta: 02, 06, 2020.
20. DIEA. (2019). Anuario Estadístico Agropecuario 2019. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Uruguay. Disponible en: <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2019/Anuario2019.pdf> Fecha de consulta: 25, 07, 2020.
21. Dohme-Meier, F.; Kaufmann, L.D.; Gors, S.; Junghans, P.; Metges, C.C.; van Dorland, H.A.; Bruckmaier, R.M.; Munger, A. (2014). Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation. *Livest Sci*; 162:86–96.
22. Dougherty, C.T.; Bradley, N.W.L.; Cornelius, P.; Lauriault, L.M. (1988). Ingestive behaviour of beef cattle grazing different forms of lucerne. *Grass Forage Sci*; 44, 335–342.
23. Forbes, J.M. (2007). Integrative theories of food intake control. En: Forbes JM. (2007). Voluntary food intake and diet selection in farm animals. 2a Ed. CAB International Publishing. Wallingford, RU, Cap 9, pp.188-203.
24. Forbes, J.M. (1995). Ruminant Gastrointestinal Tract. In: Forbes, J.M. (Ed.), Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International, Wallingford, pp.59–80.
25. Galli, J.R.; Cangiano, C.A.; Fernández, H.H. (1996). Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Rev Arg Prod Anim*; 16:119-142.
26. Greenhalgh, J.F.D.; Runcie, K.V. (1962). The herbage intake and milk production of strip- and zero-grazed dairy cow. *J Agric Sci*; 59:95–103.
27. Gill, M. (1979). The principles and practice of feeding ruminants on complete diets. *Grass For Sci*; 34: 155-161.
28. Huhtanen, P.; Kaustell, K.; Jaakkola, S. (1994). The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. *Anim Feed Sci Technol*; 48:211-227.
29. Irvine, L.; Freeman, M.; Rawnsley, R. (2010). The effect of grazing residual control methods on cow intake and milk production in late spring. *Proceedings of the Australasian Dairy Science Symposium*. 4:195–198.

30. Irwin, J.A.G.; Lloyd, D.L.; Lowe, K.F. (2001). Lucerne biology and genetic improvement: an analysis of past activities and future goals in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*; 52: 699–712.
31. Jarrige, J., ed. 1989. INRAtion. V2.7. Microsoft computer program of ration formulation for ruminant livestock, CNERTA, Dijon, France (1989).
32. John, A.; Ulyatt, M.J., (1987). Importance of the dry matter content to voluntary intake of fresh grass forage. *Proc NZ Soc Anim Prod*; 47:13-16.
33. Kaufmann, L.D.; Munger, A.; Rérat, M.; Junghans, P.; Gors, S.; Metges, C.C.; Dohme-Meier, F. (2011). Energy expenditure of grazing cows and cows fed grass indoors as determined by the ¹³C bicarbonate dilution technique using an automatic blood sampling system. *J Dairy Sci*; 94:1989–2000.
34. Kolver, E.S.; Penno, J.K.; MacDonald, K.A.; McGrath, J.M.; Carter, W.A. (1999). Mowing pasture to improve milk production. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*; 61: 139-145.
35. Koprivica, R.; Veljkovic, B.; Stanimirovic, N.; Radivojevic, D. (2011). Soluciones organizativas y tecnológicas en la preparación de heno de alfalfa de calidad con segadoras autopropulsadas. *Međunarodni naučni simpozijum agronoma "Agrosym Jahorina 2011"*. Poljoprivredni fakultet, Istočno Sarajevo. Zbornik radova, pp.603 – 610.
36. Leddin, C.M.; Stockdale, C.R.; Hill, J.; Heard, J.W.; Doyle, P.T. (2010). Increasing amounts of crushed wheat fed with Persian clover herbage reduced ruminal pH and dietary fibre digestibility in lactating dairy cows. *Anim Prod Sci*; 50:837–846.
37. Leddin, C.M.; Stockdale, C.R.; Hill, J.; Heard, J.W.; Doyle, P.T. (2009). Increasing amounts of crushed wheat fed with pasture hay reduced dietary fiber digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*; 92:2747–2757.
38. Licitra, G.; Hernandez, T.M.; Van Soest, P.J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim Feed Sci Technol*; 57:347-358.
39. McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.F.D.; Morgan, C.A. (2006). *Nutrición Animal. Digestión*. 6ª ed. Zaragoza, Acribia, pp. 135-165.
40. Mendoza, A.; Cajarville, C.; Repetto, J.L. (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*; 99:1938–1944.
41. Mendoza, A.; Cajarville, C.; Santana, A.; Repetto, J.L. (2011). ¿Hacia una nueva forma de pensar la alimentación de las vacas lecheras? La inserción del confinamiento en los sistemas pastoriles de producción de leche. *XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría*. 9 de junio. Paysandú, Uruguay, pp.82-90.
42. Mertens, D.R. (1994) Regulation of forage intake. En: Fahey, G. Forage quality, evaluation and utilisation. Wisconsin, American Society of Agronomy, pp.450-493.
43. Mohammed, R.; Stanton, C.S.; Kennelly, J.J.; Kramer, J.K.G.; Mee, J.F.; Glimm, O.R.; O'Onovan, M.; Murphy, J.J. (2009). Grazing cows are more efficient than zero-grazed and grass silage fed cows in milk rumenic acid production. *J Dairy Sei*; 92: 3874-3893.

44. Morales-Almaráz, E.; Soldado, A.; Gonzalez, A.; Martínez-Fernández, A.; Domínguez-Vara, I.; de la Roza-Delgado, B; Vicente, F. (2010). Improving the fatty acid profile of dairy cow milk by combining grazing with feeding of total mixed ration. *J Dairy Res*; 77:225–230.
45. Mould, F.L.; Ørskov, E.R.; Mann, S.O. (1983). Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Animal Feed Science and Technology*; 10:15–30.
46. NorFor (2007a) Norfor in sacco standard, Nordic feed evaluation system. Disponible en: http://www.norfor.info/Files/pdfdokumenter/pdf_lab/Analyses/NorFor_in_sacco_standard_070910.pdf. Fecha de consulta: 18/06/2020.
47. NRC. National Research Council. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised edition. National Academy Press. Washington D.C., USA, 381p.
48. Oshita, T.; Sudo, K.; Nonaka, K.; Kume, S.; Ochiai, K. (2008). The effect of feed regimen on chewing time, digesta passage rate and particle size distribution in Holstein non-lactating cows fed pasture ad libitum. *Livestock Science*; 113:243–250.
49. Pastorini, M.; Pomiés, N.; Repetto, J.L.; Mendoza, A.; Cajarville, C. (2019). Productive performance and digestive response of dairy cows fed different diets combining a total mixed ration and fresh forage. *J Dairy Sci*; 102:4118–4130.
50. Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. (2000). Tecnología en Alfalfa. 69 ed. Montevideo, Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA, 159p.
51. Repetto, J.L.; Pérez-Ruchel, A.; Gómez, X.; Aguerre, M.; Britos, A.; Cajarville, C. (2010). Atividade celulolítica e dinâmica do pH e amônia ruminal em vacas alimentadas com uma forrageira temperada de acordo com o horário de pastejo. 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia Salvador, BA – UFBA, 2010.
52. Repetto, J.L.; Cajarville, C.; D.Alessandro, J.; Curbelo, A.; Soto, C.; Garín, D. (2005). Effect of wilting and ensiling on ruminal degradability of temperate grass and legume mixtures. *Anim Res*; 54: 73–80.
53. Robertson, J.B.; Van Soest, P.J. (1981). The detergent system of analysis and its application to human foods. En: James, WPT; Theander, O. The analysis of dietary fiber in food. Nueva York, Dekker, pp.123-158.
54. Rushen, J.; de Passillé, A.M.; von Keyserlingk, M.A.G.; Weary, D.M. (2008). Housing for adult cattle. *The Welfare of Cattle*. Springer, Amsterdam, Netherlands, pp.142-180.
55. Soder, K.J.; Rotz, C.A., (2001). Economic and environmental impact of four levels of concentrate supplementation in grazing dairy herds. *J Dairy Sci*; 84:2560-2572.
56. Tebot, I.; Cajarville, C.; Repetto, J.L., Cirio, A. (2012). Supplementation with non-fibrous carbohydrates reduced fiber digestibility and did not improve microbial protein synthesis in sheep fed fresh forage of two nutritive values. *Animal*; 6:617-623.
57. Tyrrell, H.F.; Reid, J.T. (1965). Prediction of the energy value of cow's milk. *Journal of Dairy Science*; 48(9):1215-1223.

58. Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*; 74:3583-3597.
59. Verite, R.; Journet, M., (1970). Influence de la teneur en eau et de la deshydratation de l'herbe sur la valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Ann Zoot*; 3:255–268.
60. Vibart, R.E.; Fellner, V.; Burns, J.C.; Huntington, J.B.; Green Jr, J.T. (2008). Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *J Dairy Res*; 75:471–480.
61. Wales, W.J.; Marett, L.C.; Greenwood, J.S.; Wright, M.M.; Thornhill, J.B.; Jacobs, J.L.; Ho, C.K.M.; Auldist, M.J. (2013). Use of partial mixed rations in pasture-based dairying in temperate regions of Australia. *Anim Prod Sci*; 53:1167–1178.
62. Wales, W.J.; Doyle, P.T. (2003). The effect of the grain and the Straw supplementation on marginal milk production responses and the rumen fermentation of cows grazing highly digestible subterranean clover pasture. *Aust J Exp Agric*; 43:467-474.
63. Walker, G.P.; Stockdale, C.R.; Wales, W.J.; Doyle, P.T.; Dellow, D.W. (2001). Effect of level of grain supplementation on milk production responses of dairy cows in mid-late lactation when grazing irrigated pastures high in paspalum (*Paspalum dilatatum* Poir.). *Australian Journal of Experimental Agriculture*; 41:1–11.