



Facultad de Veterinaria  
Universidad de la República  
Uruguay



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**

**REDUCCIÓN EN EL NÚMERO DE ORDEÑES AL INICIO DE LA  
LACTANCIA EN VACAS HOLANDO PRIMÍPARAS: EFECTOS SOBRE EL  
CONSUMO, LA PRODUCTIVIDAD Y EL STATUS ENERGÉTICO**

**Por**

**AMARO ECHEVERRIA, Nicolás**  
**FERREIRA BICA, Andrea**

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

Tesis de Grado aprobada por:

Presidente de Mesa:



---

Francisco Dieguez

Segundo Miembro (tutor):



---

Alsiane Simone Capelesso

Tercer Miembro:



---

Gretel Ruprechter

Cuarto Miembro:

---

Cecilia Cajarville

Fecha:

---

18/12/2020

Autores:

---

Br. Nicolás Amaro

---

Br. Andrea Ferreira Bica

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar queremos agradecer a nuestra tutora y co-tutora, MSc Zoot. Alsiane Capelesso y PhD Cecilia Cajarville quienes con sus conocimientos y apoyo nos guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados.

A todos los integrantes de la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela por la ayuda, también a todos los compañeros que formaron parte de este trabajo experimental: Elsa Alfonso, Martin Cabrera, Enrique Prieto, Gabriela Silva y Ernestina Olhagaray por la dedicación diaria durante todo el período experimental permitieron que este ensayo sea llevado a cabo.

También queremos agradecer a la Facultad de Veterinaria por brindarnos todas las herramientas que fueron necesarios para nuestra formación como futuros profesionales.

Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a todos nuestros amigos y familia, por el apoyo constante.

Muchas gracias a todos.

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
2. 1 Antecedentes de frecuencia de ordeño reducida.....	9
2. 2 Consumo de vacas en régimen de un ordeño diario.....	9
2. 3 Producción y composición de leche de vacas en régimen de un ordeño diario.....	10
2. 4 Estatus energético de vacas en régimen de un ordeño diario.....	10
3. HIPÓTESIS.....	12
4. OBJETIVO GENERAL.....	12
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5. 1 Ubicación y período experimental.....	13
5. 2 Manejo de la alimentación.....	13
5. 3 Mediciones y muestreo.....	15
5.3. 1 Consumo.....	15
5.3. 2 Producción de leche.....	15
5.3. 3 Reservas corporales.....	15
5. 4 Análisis Estadístico.....	16
6. RESULTADOS.....	17
7. DISCUSIÓN.....	21
8. CONCLUSIONES.....	24
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Página

Tabla 1: Proporción de los ingredientes en la dieta y composición nutricional de la RTM y pastura.....14

Tabla 2: Producción y composición de la leche, de vacas ordeñadas una o dos veces al día durante las 8 primeras semanas de lactancia. Luego del tratamiento todos los animales fueron ordeñados 2 veces al día.....18

Tabla 3: Producción leche de vacas ordeñadas una vez al día (1X), o dos (2X) durante 8 primeras semanas lactancia. Luego del tratamiento todos los animales fueron ordeñados 2 veces al día.....19

Figura 1: Consumo de MS durante las primeras 13 semanas de lactación en vacas holando primíparas sometidas a uno (1X) o dos ordeños (2X) diarios durante 8 semanas en lactancia temprana, pasando luego a 2 ordeños diarios.....17

Figura 2: Variables corporales de vacas ordeñadas una vez al día (1X) o 2 veces diarias (2X) durante 8 primeras semanas de lactancia. Luego del periodo de tratamiento ambos animales fueron ordeñados 2 veces diarias.....20

## RESUMEN

En los rodeos lecheros de alta producción es importante lograr un correcto balance nutricional, especialmente en los períodos de mayores requerimientos, que corresponde al inicio de la lactancia. En el período de lactancia temprana la vaca llega al máximo de su producción, a pesar de estar disminuido su consumo, por lo que el aporte de los nutrientes y por consiguiente su utilización no satisface los requerimientos para la misma (NRC 2001). Debido al déficit energético producido, y en un intento a compensarlo, el animal debe movilizar sus reservas corporales durante el período de desequilibrio energético al que se conoce como balance energético negativo (BEN). Es por esto que, en la búsqueda de minimizar los efectos del BEN, se han buscado nuevas estrategias como disminuir la frecuencia del ordeño (Stewlagen et al, 2013).

El objetivo de este trabajo fue de evaluar el impacto de realizar un manejo de frecuencia de ordeño reducida durante la lactancia temprana sobre la producción de leche, el consumo y el status energético a lo largo de toda la lactancia en vacas lecheras primíparas. Para eso se utilizaron veinte vacas Holstein primíparas, agrupadas según la fecha probable de parto, peso vivo (PV), espesor de grasa subcutánea (EGSC) y score de condición corporal (SCC). Esas vacas se asignaron a uno (**1X**) o dos (**2X**) ordeños al día, hasta la semana 8 de lactancia (período de tratamiento). Ambos grupos fueron mantenidos con la misma alimentación. Después del período de tratamiento todas las vacas fueron ordeñadas 2X hasta el final de la lactancia. Los resultados se procesaron utilizando el procedimiento PROC MIXED de SAS. El consumo de pastura y de ración totalmente mezclada (RTM), así como la ingesta total de materia seca no difirieron en ambos tratamientos ( $P > 0,05$ ). Durante el período de tratamiento se observó que el grupo 2X produjo 9,6 kg de leche más que el 1X ( $P < 0,05$ ) y 1,6 kg más luego del tratamiento vs 1X ( $P < 0,05$ ). En cuanto a la composición de la leche, las vacas 1X tuvieron una mayor concentración de grasa en comparación con 2X (4,83 vs 3,74%;  $P > 0,001$ ). En la proteína durante el mismo periodo no se observó diferencia entre los tratamientos. Se presenta una disminución en la concentración de lactosa en el grupo 1X (4,78 vs 5,07%  $P < 0,001$ ). Los cambios observados luego del periodo de tratamiento en la concentración de sólidos en leche, son similares a los ocurridos durante el tratamiento. Con respecto a la producción acumulada de leche en toda la lactancia (semana 1 a 43) fue más baja para el 1X (aproximadamente de 860 kg menos) comparada con el 2X ( $P = 0,028$ ). El rendimiento de lactosa fue de 47 kg más en 2X ( $P = 0,011$ ), el rendimiento total de kg de proteína fue de 23,1 kg más para el 2X ( $P = 0,007$ ). El rendimiento total de grasa durante el periodo de tratamiento, así como también en toda la lactancia no fue diferente entre los tratamientos. La producción acumulada de leche corregida por grasa (LCG) 4% no fue diferente entre los tratamientos (aproximadamente 5340 kg,  $P > 0,05$ ). El estatus energético se midió mediante el estado de las reservas corporales de los animales, en ese caso en el tratamiento 1X el SCC (3,5 vs. 3,3) y EGSC (2,03 vs. 1,67) fue mayor respectivamente en comparación con el tratamiento 2X durante toda la lactancia. El PV en cambio no difirió entre los dos grupos de animales. Así, según las condiciones de nuestro trabajo se concluye que, al realizar un ordeño diario en primeras 8 semanas de lactancia post parto de vacas primíparas, se logra una menor producción de leche durante la lactancia actual en comparación con las ordeñadas dos veces al día. El factor frecuencia de ordeño, no afectó el CMS durante la lactancia

temprana y, como consecuencia, las vacas ordeñadas 1X durante la lactancia temprana mostraron mayor SCC y EGSC durante toda la lactancia, indicativo de mejor estatus energético.

## SUMMARY

In high-production dairy herds it is important to achieve a correct nutritional balance, especially in the periods of higher requirements, which correspond to the beginning of lactation. In early lactation period, the cow reaches its maximum production, despite its reduced consumption, so the contribution of nutrients and consequently its use does not satisfy the requirements for it (NRC 2001). Due to the energy deficit produced, and in an attempt to compensate for it, the animal must mobilize its body reserves during the period of energy imbalance known as negative energy balance (BEN). This is why, in the search to minimize the effects of BEN, new strategies have been sought, such as reducing the frequency of milking (Stelwagen et al., 2013).

The objective of this work was to evaluate the impact of conducting reduced milking frequency management during early lactation on milk production, consumption and energy status throughout all lactation in primiparous dairy cows. Twenty primiparous Holstein cows were used for this, grouped according to the probable date of calving, live weight (LW), subcutaneous fat thickness (EGSC) and body condition score (SCC). Those cows were assigned to one (1X) or two (2X) milking's per day, up to week 8 of lactation (treatment period). Both groups were kept on the same diet. After the treatment period all cows were milked 2X until the end of lactation. Results were processed using the SAS PROC MIXED procedure. The consumption of pasture and totally mixed ration (RTM), as well as the total intake of dry matter did not differ in both treatments ( $P > 0.05$ ). During the treatment period, it was observed that the 2X group produced 9.6 kg of milk more than the 1X ( $P < 0.05$ ) and 1.6 kg more after the treatment vs 1X ( $P < 0.05$ ). Regarding milk composition, 1X cows had a higher fat concentration compared to 2X (4.83 vs 3.74%;  $P > 0.001$ ). In the protein during the same period, no difference was observed between the treatments. There is a decrease in lactose concentration in the 1X group (4.78 vs 5.07%  $P < 0.001$ ). The changes observed after the treatment period in the concentration of solids in milk are similar to those that occurred during the treatment. Regarding the cumulative milk production throughout lactation (week 1 to 43) it was lower for the 1X (approximately 860 kg less) compared to the 2X ( $P = 0.028$ ). The lactose yield was 47 kg more in 2X ( $P = 0.011$ ), the total yield of kg of protein was 23.1 kg more for the 2X ( $P = 0.007$ ). Total fat yield during the treatment period, as well as throughout lactation was not different between treatments. Cumulative fat-corrected milk production (LCG) 4% was not different between treatments (approximately 5340 kg,  $P > 0.05$ ). The energy status was measured by the state of the body reserves of the animals, in this case in the 1X treatment the SCC (3.5 vs. 3.3) and EGSC (2.03 vs. 1.67) were higher respectively compared to 2X treatment throughout lactation. On the other hand, the PV did not differ between the two groups of animals. Thus, according to the conditions of our work, it is concluded that, when performing a daily milking in the first 8 weeks of postpartum lactation of primiparous cows, a lower milk production is achieved during the current lactation compared to those milked twice a day. The milking frequency factor did not affect CMS during early lactation and, as a consequence, cows milked 1X during early lactation showed higher SCC and EGSC throughout lactation, indicative of better energy status.

## 1. INTRODUCCION

En los rodeos lecheros de alta producción es importante lograr un correcto balance nutricional, especialmente en los períodos de mayores requerimientos, que corresponde al inicio de la lactancia. En el período de lactancia temprana, la vaca aumenta progresivamente la producción y sumado al bajo consumo, conlleva que los aportes de los nutrientes vía ingestión no satisfacen los requerimientos para la producción (NRC 2001). Debido a ello, se genera un déficit energético que se conoce como período de balance energético negativo (BEN), en el cual el animal debe movilizar sus reservas corporales para compensarlo.

Es por esto que, en la búsqueda de minimizar los efectos del BEN, se han buscado nuevas estrategias, entre ellas la disminución de la frecuencia del ordeño (Stewlagen et al., 2013). En la mayoría de los sistemas modernos de producción lechera las vacas son ordeñadas dos veces al día. Sin embargo, en sistemas en donde se pone menos énfasis en la producción de leche por vaca, el ordeñar una vez al día puede ser una opción viable y práctica en la gestión del sistema (Rémond y Pomiès, 2005; Clark et al., 2006). Existen muchas razones, por las cuales implementar un ordeño diario, ha sido adoptado como un sistema lechero rentable, incluyendo los beneficios animales, pecuarios y laborales.

Un ordeño diario puede reducir las patologías podales en vacas lecheras, ya que las vacas caminan menos veces al día hasta la sala de ordeño y permanecen menos tiempo paradas sobre el concreto esperando para ser ordeñadas (Kendall et al., 2008; O'Driscoll et al., 2010). En cuanto a la mano de obra, los sistemas encuentran flexibilidad para el manejo y atención de otras labores realizando un solo ordeño diario destinando más tiempo para focalizarse en otras actividades, como manejo de pasturas, detección de celo, atención de las vacas enfermas, los cuales son todos aspectos esenciales, sobre todo en un sistema de producción de leche de base pastoril (Bewsell et al., 2008).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el presente ítem pasaremos a desarrollar antecedentes de la frecuencia de ordeño reducida. Como esta repercute en el consumo, la producción, composición láctea y el estatus energético de las vacas lecheras.

### 2. 1 Antecedentes de la frecuencia de ordeño reducida.

A nivel mundial se observa la dificultad para atraer y mantener personal capacitado en los establecimientos lecheros y una estrategia para cambiar eso es ofrecer horarios de trabajo más flexibles. Por ejemplo, en la lechería realizar el ordeño es una tarea que requiere mucho tiempo (Taylor et al., 2009; Deming et al., 2018), por lo que disminuir el número de ordeños diarios, permitiría al productor reducir las horas de trabajo del personal y/o poder realizar otros labores dentro del establecimiento. Además, en Nueva Zelanda el manejo de un ordeño diario fue adoptado por algunos productores, debido a la facilidad de manejo de los animales y la mejora del estilo de vida de los trabajadores (Davis et al., 1998).

Según Stelwagen et al. (2013) el manejo de un ordeño diario en vacas lecheras, es una estrategia que viene siendo utilizada en los establecimientos lecheros, ya que disminuye la demanda de mano de obra. Además, desde el punto de vista de bienestar animal reduce las caminatas en terrenos dificultosos y/o largas distancias, evita que los animales pasen mucho tiempo en el corral de espera y previene el stress por calor en períodos calurosos. Sin embargo, a pesar de los beneficios descritos, el autor destaca que ese manejo ocasiona disminución en la producción de leche (Stelwagen et al., 2013).

### 2. 2 Consumo de vacas en régimen de un ordeño diario.

En vacas ordeñadas una vez al día, comparadas con ordeñadas dos veces al día es de esperar un menor requerimiento nutricional resultando en costos de alimentación más bajos. Sin embargo, existe muy poca información en cuanto al consumo de materia seca (CMS) en animales ordeñados una vez al día, debido a que un ordeño diario se realiza en sistemas menos intensivos, basados en pasturas el cual dificulta recolectar de manera precisa datos del consumo individual de los animales (Stelwagen et al., 2013).

En un estudio de lactancia completa, en el cual fue medido el CMS, por la metodología de medición de masa de forraje pre y post pastoreo de la parcela, no se encontraron diferencias significativas entre consumo de animales sometidos a 1 o 2 ordeños diarios (Holmes et al., 1992). Paralelamente, O' Driscoll et al. (2010b); Kay et al. (2011) también reportaron que no hubo diferencias en el consumo entre uno o dos ordeños diarios en vacas en pastoreo, incluso cuando el plan nutricional fue alterado, a un grupo se le restringió el alimento (9 kg MS/vaca/día) y otro no (15 kg MS/vaca/día). Sin embargo, la medida de masa de forraje de la pastura pre y post pastoreo, no fue del todo sensible para detectar pequeñas diferencias en el CMS. Del mismo modo, Rémond et al. (2004) registraron datos precisos del CMS individual, en animales que se mantuvieron estabulados y alimentados con una ración totalmente mezclada (RTM). En ese trabajo las vacas fueron agrupadas en dos grupos, uno control y uno ordeñado una vez al día, ambos grupos se alimentaron con RTM y como resultado no

se observó diferencia en el CMS en las primeras 14 semanas de lactancia.

### 2.3 Producción y composición de leche de vacas en régimen de un ordeño diario.

Ordeñar una vez al día genera una disminución en la producción de leche. Kay et al. (2013), Phyn et al. (2014) y McNamara et al. (2008) han descrito reducciones de 14 a 21% y 25% en la producción de leche cuando las vacas multíparas se ordeñaron una vez durante las primeras 3, 6 y 4 semanas de lactancia respectivamente. Adicionalmente ordeñar una vez al día durante las primeras 4 semanas postparto, reduce la producción de leche en 500 a 600 kg en toda la lactancia, comparadas con aquellas que realizaban dos ordeños en el mismo período de tiempo (McNamara et al., 2008). También, Remond et al., (1999) encontraron que las vacas ordeñadas una vez al día durante las primeras 3 y 6 semanas postparto, produjeron entre 25 y 40% menos de leche que las vacas ordeñadas dos veces al día, durante el mismo periodo. Además, los mismos autores observaron un efecto residual del impacto de la reducción de la frecuencia de ordeño luego del período de tratamiento. Los autores observaron un incremento de 6,8 kg/día cuando las vacas volvían a ser ordeñadas dos veces al día, sin embargo, apenas posterior de la cuarta semana post tratamiento la producción volvió a ser igual entre las vacas sometidas a un o dos ordeños.

Adicionalmente comparado con dos ordeños diarios, ordeñar 1 vez al día durante un corto período de tiempo, produce cambios significativos en los componentes de la leche (Davis et al., 1998). Remond et al. (2004) observaron que la concentración de grasa y proteína fueron significativamente mayores en las vacas ordeñadas una vez al día. Sin embargo, cuando evaluamos la producción de sólidos/vaca por día, se observa una disminución debido a la menor producción de leche (Stelwagen et al., 2013). Similarmente, realizar un ordeño diario durante las primeras 10 semanas postparto, disminuyó la producción diaria de sólidos en un 27%, con efectos residuales de aproximadamente 10 a 15% menos de sólidos diarios, comparado con vacas en régimen de dos ordeños diarios desde el inicio de lactancia (Phyn et al., 2010). Adicionalmente, en un trabajo de Clark et al. (2006) se evaluaron la producción de vacas ordeñadas una vez al día durante 4 lactancias completas, encontraron que la producción de leche y cantidad de sólidos (kg de grasa, proteína y lactosa) fueron menores (kg leche 2,914  $P= 0,02$ ; kg de grasa 130,8  $P= 0,035$ ; kg de proteína 106,2  $P= 0,028$ ; kg de lactosa 137,5  $P= 0,015$ ) en comparación con las vacas ordeñadas dos veces (kg de leche: 4,234  $P= 0,02$ ; kg de grasa: 186,7  $P= 0,035$ ; kg de proteína: 149,1  $P=0,028$ ; kg de lactosa: 205,2  $P=0.015$ ). De acuerdo con los mismos autores, la menor producción de sólidos en la leche de las vacas ordeñadas una vez al día fue atribuido a dos principales factores: (1) menor producción de leche, y (2) menores porcentajes de grasa y proteína en la leche (25 y 26% menos respectivamente, comparadas con las vacas ordeñadas dos veces al día).

### 2.4 Estatus energético de vacas en régimen de un ordeño diario.

En el periodo de lactancia temprana, generalmente los aportes de energía por el consumo no satisfacen los requerimientos de producción (NRC, 2001).

El BEN se manifiesta con una disminución en la condición corporal y en casos más agudos resulta en una disminución en la producción y puede facilitar la ocurrencia de enfermedades metabólicas del parto y retraso en el reinicio de la actividad ovárica (Cavestany et al., 2007). Paralelo a eso, hay evidencias que indican que una

atenuación en el BEN podría conducir a una respuesta positiva, en menor desarrollo de enfermedades, durante la vida del animal (Friggens et al., 2017; Duffield et al., 2009). Es por esto que, en la búsqueda de minimizar los efectos del BEN, se han investigado nuevas estrategias como por ejemplo disminuir la frecuencia del ordeño.

Trabajos previos de la literatura han descrito que disminuir la frecuencia de ordeño, mejora el BEN. Esto es reflejado en una mejora en el score de condición corporal (SCC) como se observa en un trabajo de McNamara et al. (2008). Remond et al. (1999) en vacas de un ordeño diario durante 3 semanas describe una pérdida de 0,25 de SCC desde el parto hasta el primer servicio, en comparación con la pérdida de 0,5 para vacas ordeñadas 2 o 3 veces diarias. De manera similar, Holmes et al., (1992), Clark et al., (2006) y McNamara et al., (2007) describen que animales ordeñados una vez al día presentan menores pérdidas de peso vivo (PV), de SCC y una mejora en el estatus energético. Vacas sometidas a un ordeño diario durante 4 semanas pos parto, tuvieron un mejor balance energético comparadas con aquellas sometidas a dos o tres ordeños diarios (Remond et al., 2002; Patton et al., 2006; McNamara et al., 2008). El balance energético fue estimado como la diferencia entre la energía consumida y la suma de energía para mantenimiento y producción leche (McNamara et al., 2003b)

Un método menos común para evaluar la reserva de grasa corporales es medir el espesor de grasa subcutánea (EGSC), mediante el uso de ultrasonografía. Esta técnica es utilizada en el ganado de carne para predecir la calidad de la canal. Un nuevo aspecto es la aplicación del ultrasonido como herramienta de manejo de ganado lechero, donde tiene otra ubicación a ser evaluada. La relación entre EGSC y la cantidad de grasa corporal es altamente significativo, Un cambio de EGSC de 1mm equivale aproximadamente a 5kg de contenido de grasa corporales, por lo tanto medir EGSC por ultrasonido es de valor añadido en comparación con otros sistemas de puntuación de condición corporal porque es objetivo y preciso. Por lo tanto cambios en la condición corporal se puede detectar y evaluar correctamente. (Schröder et al., 2006)

Además como se describió previamente, el régimen de un ordeño diario resulta en una disminución de la producción de leche pero sin afectar el CMS como fuera visto en diversos trabajos. Estos hallazgos suponen que la menor frecuencia de ordeño durante el periodo inicial de lactancia podría tener impacto en el status energético de las vacas lecheras.

Sin embargo, más trabajos deben ser realizados para evaluar el impacto de la menor frecuencia de ordeño en diferentes momentos de la lactación, en diferentes sistemas de alimentación e incluso en diferentes categorías de animales (Stelwagen et al., 2013). Por ejemplo, no fueron encontrados en la literatura trabajos que avalúen el impacto de un ordeño diario en vacas primíparas alimentadas con una dieta mixta (RTM y pastura) durante el inicio de la lactación.

### **3. HIPÓTESIS**

Un ordeño diario en vacas lecheras primíparas al inicio de la lactancia disminuye la producción lechera, no afecta el consumo y mejora el status energético, a lo largo de toda la lactancia.

### **4. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el impacto de realizar un ordeño diario durante la lactancia temprana de vacas primíparas sobre la producción lechera, el consumo y el status energético a lo largo de toda la lactancia.

#### **4.1 Objetivos Específicos**

- Evaluar el consumo diario en vacas primíparas mantenidas en un régimen de uno o dos ordeños diarios durante las 8 primeras semanas de lactancia y su efecto residual en toda la lactancia
- Determinar el impacto en la producción de leche en vacas primíparas sometidas a una disminución en la frecuencia de ordeño durante las 8 primeras semanas de lactancia y su efecto residual en toda la lactancia
- Evaluar los cambios en las reservas corporales en vacas primíparas, sometidas a una disminución en la frecuencia de ordeños diarios en las 8 primeras semanas de lactancia y su efecto residual en toda la lactancia

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Ubicación y período experimental

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en Colonia, Uruguay (34-20-18.2-S, 57-41-24.2-W) y cumplirá con las regulaciones de la Comisión de Bioética del Instituto.

Veinte vacas primíparas Holstein fueron seleccionadas 2 semanas antes de la fecha prevista de parto y bloqueadas de acuerdo con la fecha probable de parto, PV y SCC.

Las vacas se asignaron desde el tercer día de lactancia, a uno (**1X**) o dos (**2X**) ordeños al día, hasta la semana 8 de lactancia (período de tratamiento). Después del período de tratamiento, todas las vacas fueron ordeñadas 2X hasta el final de la lactancia (la semana 43 de lactancia). Las vacas se ordeñaron a las 0600h (1X) o a 0600 y 1700h (2X). Durante el ordeño de la tarde, las vacas de 1X no entraron en la sala de ordeño y permanecieron en un potrero cerca de la sala de ordeño, sin acceso a alimentos ni agua.

### 5.2 Manejo de la alimentación

Todos los animales recibieron la misma dieta durante todo el experimento. Antes del parto (-28 d), las vacas se alimentaron solo con una RTM, formulada para cumplir con los requerimientos de mantenimiento y gestación correspondientes a la etapa (NRC, 2001). En el período posparto, la dieta se formuló para cumplir con los requerimientos de las vacas primíparas en cuanto al PV y producción de leche diaria estimada de 30L/d.

En el postparto, el 70% del CMS estimado (NRC, 2001) se ofreció como RTM en comederos individuales, después del ordeño matutino hasta la semana 43 de lactancia. Después del ordeño de la tarde, las vacas pastorearon avena con un tamaño de potrero ajustado para proporcionar 12 kg de MS/vaca por día (calculado a una altura de 0 cm). Después de la semana 13 de lactancia, los animales continuaron con la misma dieta; pero la RTM y la pastura se ofrecieron colectivamente a todas las vacas. La Tabla 1 muestra los ingredientes de la dieta, así como la composición química de RTM y pastura durante las primeras 13 semanas de lactación.

**Tabla 1:** Proporción de los ingredientes en la dieta y composición nutricional de la RTM y pastura.

Ingredientes	Preparto <sup>1</sup>	Postparto <sup>2</sup>	
<i>Ingredientes de dieta, % de MS</i>			
Silo maíz	59,7	49,7	
Maíz molido	10,0	37,8	
Harina de soja	16,4	7,33	
Paja de trigo	12,3	2,13	
Urea	0,4	0,48	
Mezcla vitaminas y minerales <sup>3</sup>	1,2	2,56	
<i>Composición de nutrientes</i>			
	RTM	RTM	Pastura
MS, % de alimento	35,4 (1,11)	38,0 (3,04)	14,6 (4,02)
MO	91,4 (0,56)	93,4 (0,41)	88,9 (1,46)
FDN	41,3 (0,68)	32,4 (2,72)	43,6 (4,35)
FDA	21,4 (0,46)	16,4 (1,59)	21,5 (3,35)
Extracto etéreo	3,2 (0,19)	3,0 (0,05)	4,1 (0,44)
Proteína cruda	14,0 (1,48)	13,0 (0,92)	17,4 (1,83)
ENL, <sup>4</sup> Mcal/kg de MS	1,61	1,66	1,73

<sup>1</sup>Comienzo 3 semanas antes del parto

<sup>2</sup>El 70% del CMS estimado (NRC 2001), se ofreció individualmente como RTM (15,2± 1,2 kg de MS/vaca por día). Además, las vacas pastaban (Avena sativa L., var. INIA Halley con una ingesta de 12 kg de MS/vaca por día (calculada a una altura de 0cm)

<sup>3</sup>Preparto proporcionado (por kg de MS de mezcla de vitaminas y minerales); 3g de sal y un producto comercial (conteniendo por kg de MS); 50g de Ca, 50 g de P, 220 g de Mg, 1,600 mg de Cu, 4,900 mg de Zn, 25mg de Se, 2,900mg de Mn, 65mg de I, 10 mg de I, 10mg de Co, 178,000 UI de vitamina A, 35.000 UI de vitamina D3, 7,200 UI de vitamina E, y, 1,3 g de monensina (Rumensin 200, Elanco Animal Health). Postparto (por kg de MS de mezcla de vitaminas y minerales): 3g de sal, 1,9g de Bicarbonato de calcio y un producto comercial (conteniendo por kg de MS) 140 g de Ca 14g de P, 30g de Mg, 150g de Na, 110 g de Cl, 874 mg Cu, 2,668 mg de Zn, 9 mg de Se, 1090 mg de Mn, 23 mg de I, 3 mg de Co, 65.707 UI de vitamina A, 13.141 UI de Vitamina D3, 298 UI de vitamina E y 1g de monensina (Rumensin 200, Elanco Animal Health)

<sup>4</sup>Calculado según la NRC (2001).

### 5. 3 Mediciones y muestreo

#### 5.3. 1 Consumo:

El consumo de pastura y RTM fue determinado en todos los animales durante las 13 primeras semanas de lactancia, 3 días consecutivos por semana. El pastoreo se realizó en duplas de animales del mismo tratamiento asignadas de acuerdo a la fecha de parto. La ingesta de pastura se calculó como la diferencia entre la masa de forraje ofrecido antes y el remanente después del pastoreo en cada potrero (Haydock y Shaw, 1975). La masa de forraje se calculó antes y después del pastoreo (50 mediciones cada una), utilizando un medidor automático de placa ascendente (Jenquip, Feilding, Nueva Zelanda), calibrado semanalmente.

Para los cálculos de disponibilidad, las muestras de pasto fueron cortadas a la altura del piso para posteriormente ser secadas en estufa a 55° C durante al menos 48 hs y se registró el peso. El consumo de RTM se determinó individualmente, al pesar la cantidad ofrecida y rechazada una vez al día. El CMS total se calculó como la suma de la ingesta de pastura y la ingesta de RTM de cada unidad experimental (2 vacas/unidad experimental).

#### 5. 3. 2 Producción de leche:

La producción de leche se registró de forma individual y automáticamente en cada ordeño durante 43 semanas de lactancia, utilizando equipos Dairy Plan C21 (GEA farm Technologies, Dusseldorf, Alemania). Adicionalmente, se tomaron muestras individuales de leche, para evaluar composición, durante dos ordeños consecutivos durante las 13 semanas iniciales de lactancia y aproximadamente dos veces por mes hasta el final de la lactancia.

La producción de leche corregida por grasa a 4% (LCG 4%) fue calculado de acuerdo con el NRC (2001), como:  $LCG\ 4\% = (0,4 \times \text{kg de leche por día}) + [15 \times (\text{grasa } \%/100) \times \text{kg de leche por día}]$ .

#### 5.3. 3 Reservas corporales:

Peso vivo, SCC y EGSC fueron registrados después del ordeño (periodo posparto) y antes de la alimentación por la mañana a las semanas -2, -1, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 12, 26, 37 y 43 posparto. El PV se evaluó mediante una balanza digital. El SCC fue estimado por el mismo observador utilizando intervalos de 0,25 unidades en una escala de 1,0 a 5,0 (Edmonson et al., 1989). El espesor de grasa subcutánea se midió en la región sacra mediante evaluación con ultrasonido utilizando un transductor lineal a una frecuencia de 5,0 MHz (Schörder y Staufenbiel, 2006). Para este último, el grosor de la piel fue excluido en la medición por ultrasonido.

#### 5.4 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el procedimiento PROC MIXED del SAS (versión 9.1; Institute Inc. Cary, NC). Las variables fueron analizadas para el periodo de tratamiento (semana 1 a 8 de lactación), periodo post tratamiento (semana 9 a 13 de lactación para el CMS y semana 9 a 43 de lactación para producción y variables corporales) y para todo el periodo cuando correspondía (semana 1 a 43 de lactación). Para las variables con medidas repetidas en el tiempo, se utilizó una estructura covarianza SP (POW) (variables de consumo, corporales y de composición de la leche), y para la variable de producción se utilizó la estructura de covarianza AR (1). El método Kenward–Roger fue utilizado para ajustar dichas variables, en el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + FO_i + S_j + B_k + (FO_i \times S_j) + \varepsilon_{ijk},$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : = variable dependiente

$\mu$  =media general

$FO_i$  = efecto fijo de la frecuencia de ordeño

$S_j$ : =efecto fijo de la semana

$B_k$ : = efecto aleatorio del bloque

$FO_i \times S_j$ : efecto interacción del tratamiento por semana

$\varepsilon_{ijk}$ : Error residual

Para las variables de producción acumulada, el modelo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + FO_i + B_k + \varepsilon_{ijk},$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : = variable dependiente

$\mu$  =media general

$FO_i$  = efecto fijo de la frecuencia de ordeño

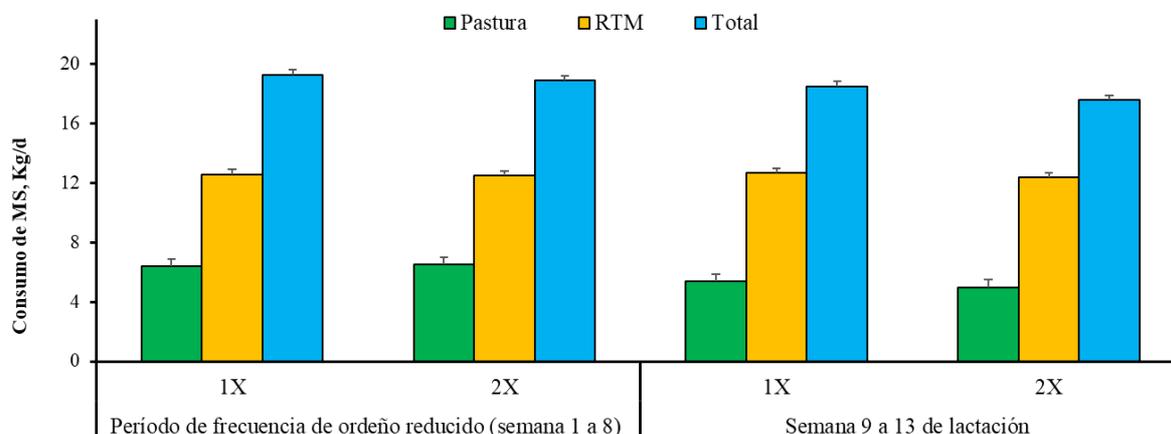
$B_k$ : = efecto aleatorio del bloque

$\varepsilon_{ijk}$ : Error residual

Antes del análisis, el error residual fue testado con una distribución normal con Shapiro–Wilk test (al menos con 50 observaciones) o con Kolmogorov–Smirnov test (con más 50 observaciones) utilizando PROC UNIVARIATE. Cuando los datos no mostraban una distribución normal, el método box-cox fue utilizado para transformar el conjunto de datos. Con eso, el contenido de grasa de la leche y la producción de proteína fueron transformadas en la raíz cuadrada. Las medias fueron comparadas utilizando el test de Turkey, y las diferencias fueron designadas como  $P \leq 0,05$ . Los resultados son presentados como la media  $\pm$  error estándar (EE).

## 6. RESULTADOS

El consumo de pastura y de RTM, así como la ingesta total de MS durante las primeras 13 semanas de lactancia no difirieron en ambos tratamientos (Figura 1,  $P > 0,05$ ).



*Figura 1:* Consumo de materia seca (CMS) durante las primeras 13 semanas de lactación de vacas primíparas ordeñadas una vez al día (1X) o 2 veces diarios (2X) durante 8 primeras semanas de lactancia. Luego del periodo de tratamiento ambos animales fueron ordeñados 2 veces diarias. Consumo de pastura. 1X  $n = 5$ , 2X  $n = 5$  (2 animales/unidad experimental). RTM (ración totalmente mezclada). 1X  $n = 10$ , y 2X  $n = 10$ . CMS total. 1X  $n = 5$  y 2X  $n = 5$  (2 animales/unidad experimental). Para todas las variables el  $P$ -valor fue  $> 0,05$ .

En la tabla 2 se observan los resultados de producción de leche (kg), porcentajes y kilos de sólidos producidos por las vacas durante el tratamiento (semana 1 a 8) y luego del mismo (9 a 43). En esta se observa que el grupo 2X produjo 9,6 kg de leche más que el 1X ( $P < 0,05$ ) durante el periodo de tratamiento y 1,6 kg más luego del tratamiento vs 1X ( $P < 0,05$ ). En cuanto a la composición de la leche, durante el periodo de tratamiento las vacas 1X tuvieron una mayor concentración de grasa en comparación con 2X (4,83 vs 3,74%;  $P > 0,001$ ). En la proteína durante el mismo periodo no se observó diferencia entre los tratamientos. Sin embargo, fue observado una disminución en la concentración de lactosa en el grupo 1X (4,78 vs 5,07%  $P < 0,001$ ) en relación al grupo 2X. Los cambios observados luego del periodo de tratamiento en la concentración de sólidos en leche, son similares a los ocurridos durante el tratamiento.

Con respecto a la producción acumulada de leche, se observan los resultados en Tabla 3. Hasta la semana 8, las vacas 1X produjeron aproximadamente 521 kg menos de leche, y 365 kg menos de LCG 4% que las sometidas al tratamiento 2X ( $P < 0,05$ ). Durante el periodo de tratamiento, las vacas 1X tuvieron 29,3 Kg menos de lactosa que las el 2X ( $P < 0,001$ ). La producción total de leche acumulada en toda la lactancia (semana 1 a 43) fue más baja para el 1X (aproximadamente de 860 kg menos) comparada con el 2X ( $P = 0,028$ ). Sin embargo, la producción acumulada de LCG 4% no fue diferente entre los tratamientos (aproximadamente 5340 kg,  $P > 0,05$ ). El rendimiento acumulado de lactosa en toda la lactancia fue de 47 kg más en 2X ( $P = 0,011$ ), el rendimiento total de kg de proteína fue de 23,1 kg más para el 2X ( $P =$

0,007). El rendimiento total de grasa durante el periodo de tratamiento, así como también en toda la lactancia no fue diferente entre los tratamientos.

**Tabla 2.** Producción y composición de la leche, de vacas ordeñadas una o dos veces al día durante las 8 primeras semanas de lactancia. Luego del tratamiento todos los animales fueron ordeñados 2 veces al día.

Ítem	Semana <sup>1</sup>	Tratamiento			P-Valor <sup>4</sup>		
		1X	2X	EE <sup>3</sup>	FO	S	FO x S
Producción de leche, kg/día	1 a 8	15,3	24,9	0,381	<0,001	<0,001	0,002
	9 a 43	19,9	21,5	0,243	<0,001	<0,001	0,002
LCG <sup>5</sup> 4%, kg/día	1 a 8	17,1	22,7	0,535	<0,001	<0,001	0,012
	9 a 43	13,6	14,2	0,523	0,222	<0,001	0,876
Lactosa, %	1 a 8	4,78	5,07	0,039	<0,001	0,350	0,635
	9 a 43	4,92	5,00	0,021	<0,001	<0,001	0,948
Grasa, %	1 a 8	4,83	3,74	0,137	<0,001	0,001	0,495
	9 a 43	3,51	3,12	0,074	0,001	<0,001	0,975
Proteína, %	1 a 8	3,36	3,34	0,028	0,361	<0,001	0,073
	9 a 43	3,37	3,28	0,029	0,002	0,001	0,881
Lactosa, kg/día	1 a 8	0,72	1,23	0,019	<0,001	<0,001	<0,001
	9 a 43	1,01	1,17	0,020	<0,001	<0,001	0,005
Grasa, kg/día	1 a 8	0,73	0,87	0,029	<0,001	0,007	0,046
	9 a 43	0,72	0,71	0,020	0,781	<0,001	0,982
Proteína, kg/día	1 a 8	0,50	0,80	0,012	<0,001	<0,001	<0,001
	9 a 43	0,70	0,76	0,011	<0,001	<0,001	0,015

<sup>1</sup>Semana 1 a 8 = período de tratamiento; semana 9 a 43 = período post tratamiento. Después del período de tratamiento todas las vacas fueron ordeñadas dos veces al día hasta el final de la lactación.

<sup>2</sup>1X = un ordeño diario. 2X = dos ordeños diarios.

<sup>3</sup>Error estándar de la media.

<sup>4</sup>FO = Frecuencia de ordeño, S = semana de lactancia, FO x S = interacción FO por S.

<sup>5</sup>La producción de leche corregida por grasa a 4% fue calculado de acuerdo con el NRC (2001), como:  
 $LCG\ 4\% = (0,4 \times \text{kg de leche por día}) + [15 \times (\text{grasa \%} / 100) \times \text{kg de leche por día}]$ .

**Tabla 3:** Producción leche acumulada de vacas ordeñadas una o dos veces al día durante las 8 primeras semanas lactancia. Luego del tratamiento todos los animales fueron ordeñados dos veces al día.

Ítem	Semana	Tratamiento			P-Valor
		1X <sup>1</sup>	2X <sup>2</sup>	EE <sup>3</sup>	
Rendimiento Total leche, kg	1 a 8	835,1	1356,2	49,18	0,004
	9 a 43	4806,5	5145,3	218,02	0,338
	1 a 43	5641,6	6501,5	238,04	0,028
Rendimiento total LCG 4%, kg	1 a 8	935,0	1300,9	69,2	0,005
	9 a 43	4328,9	4099,3	356,8	0,695
	1 a 43	5279,3	5400,3	405,4	0,814
Rendimiento total lactosa, kg	1 to 8	39,5	68,8	2,302	<0.001
	9 to 43	232,7	250,4	9,267	0,193
	1 to 43	272,2	319,3	10,553	0,011
Rendimiento total de grasa kg	1 to 8	41,00	50,6	3,113	0,155
	9 to 43	167,3	156,5	8,630	0,379
	1 to 43	208,6	207,1	10,977	0,919
Rendimiento total de proteína, kg	1 to 8	39,5	68,8	2,302	<0.001
	9 to 43	160,1	165,8	4,025	0,321
	1 to 43	187,6	210,7	4,812	0,007

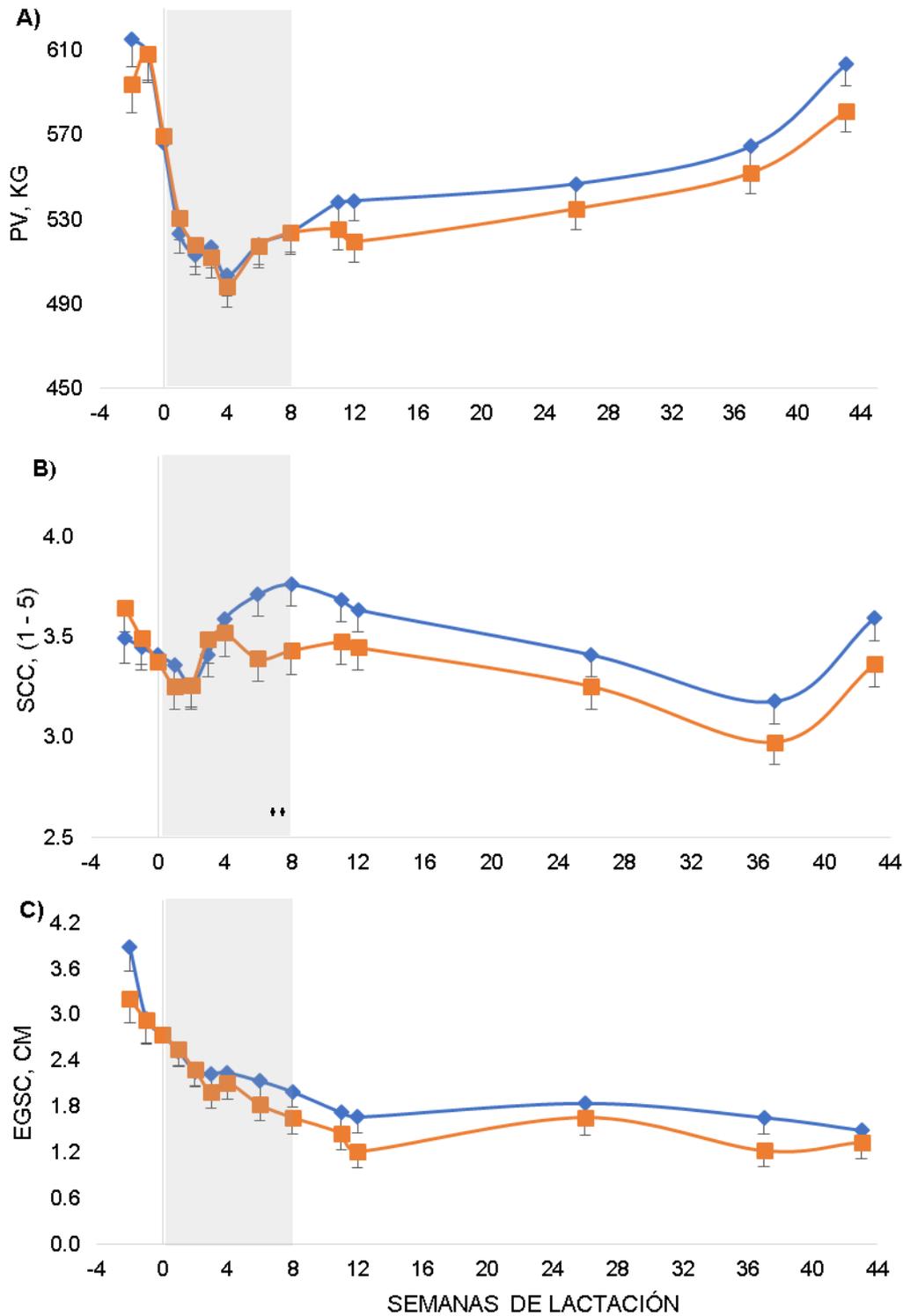
<sup>1</sup>Semana 1 a 8 = período de tratamiento; semana 9 a 43 = período post tratamiento. Después del período de tratamiento todas las vacas fueron ordeñadas dos veces al día hasta el final de la lactación.

<sup>2</sup>1X = un ordeño diario. 2X = dos ordeños diarios.

<sup>3</sup>Error estándar de la media.

<sup>5</sup>La producción de leche corregida por grasa a 4% fue calculado de acuerdo con el NRC (2001), como: LCG 4% = (0,4 × kg de leche por día) + [15 × (grasa % /100) × kg de leche por día].

El peso vivo (530 kg, EE = 7,5 kg,  $P > 0,05$ ) no difirió entre los tratamientos a lo largo de toda la lactación (Figura 2A). El score de condición corporal (3,5 vs. 3,3, EE = 0,05,  $P = 0,032$ ) y el espesor de grasa subcutánea (2,0 vs. 1,7 cm, EE = 0,06 cm,  $P = 0,043$ ) fueron mayores a lo largo de toda lactancia para los animales 1X (Figura 2B y 2C) en relación a los animales 2X. El SCC disminuye hacia la semana 2 y luego aumenta hacia la semana 8, en cambio el EGSC, disminuye desde el parto hasta casi las 12 semanas postparto.



**Figura 2:** Variables corporales de vacas primíparas ordeñadas una vez al día (1X; □ color naranja) o 2 veces diarios (2X; ◇ color azul) durante 8 primeras semanas de lactancia. Luego del periodo de tratamiento ambos animales fueron ordeñados 2 veces diarias. FO = Frecuencia de Ordeño; S= Semana; FO x S= FO por interacción con la semana. (A) Peso vivo, Kg (FO,  $P= 0,085$ ; S,  $P < 0,001$ ; FO x S,  $P = 0,887$ ); (B) SCC, escala de 1 a 5 (FO,  $P= 0,002$ ; S,  $P < 0,001$ ; FO x S,  $P= 0,743$ ); (C) EGSC, cm (FO,  $P= 0,011$ ; S,  $P < 0,001$ ; FO x S,  $P= 0,972$ ). El espesor de la piel fue excluido en la medida del ultrasonido. † Diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre tratamientos, cuando FO x S  $> 0,05$ .

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Consumo de materia seca

Como fue propuesto en la hipótesis de nuestro trabajo, realizar un ordeño diario en vacas de primera cría durante 8 semanas posparto disminuyó la producción, pero, no afectó CMS total de las vacas sometidas a 1X. Nuestros datos están en concordancia con trabajos realizados por Rémond et al. (1999) y Patton et al. (2006) en los cuales describen que a pesar de la menor producción el CMS no es afectado por realizar un ordeño diario en las primeras semanas de lactancia. A su vez Kay et al. (2011) reportó en su ensayo que, al realizar un ordeño diario por un periodo de 3 semanas posparto en vacas multíparas manejadas en pastoreo, tampoco encontraron diferencias significativas en el CMS. Sin embargo, las medidas de pre y post pastoreo usadas por el autor no son tan sensibles a pequeñas variaciones en el CMS. Además, en un trabajo realizado por Rémond et al. (2004), en el cual los animales se encontraban alimentándose exclusivamente de RTM, en el que recolectaron datos de CMS durante las 14 semanas de lactancia reporta que no hubo diferencias en el CMS para ambos grupos.

En discrepancia con lo antedicho, en el trabajo realizado por Holmes et al. (1992) el cual utiliza el método de cromo de liberación lenta para medir el consumo en animales en pastoreo, fue descrito un menor CMS para vacas sometidas a un ordeño diario, a lo largo de toda la lactancia. Igualmente, en el ensayo de McNamara et al. (2008), que cual compara realizar uno o dos ordeños durante las primeras 4 semanas de lactancia, indica que vacas con un ordeño, tuvieron un CMS significativamente más bajo (1,4 kg MS/vaca por día), comiendo RTM que aquellos animales sometidos a dos ordeños diarios. Por lo tanto, se requieren más investigaciones para determinar el efecto de un ordeño diario sobre el CMS durante diferentes etapas de lactancia, y en diferentes sistemas de producción (pastoreo vs. confinamiento).

### 7.2 Producción de leche

En cuanto a la producción de leche, en nuestro trabajo, las vacas ordeñadas 1X produjeron 39% menos de leche que las ordeñadas 2X, durante las 8 primeras semanas de lactancia. Lo cual coincide con los datos de Stelwagen et al. (2013), el cual indica una reducción inmediata en la producción de leche cuando las vacas comienzan a ser ordeñadas una vez al día, independientemente de la duración en que se aplique este tipo de manejo. Además, Phyn et al. (2010) mencionan en su trabajo, que realizar un ordeño diario disminuye inmediatamente la producción de leche un 20%, aumentando las pérdidas en el rendimiento 30% a 50% a medida que se prolonga el período de la disminución en la frecuencia de ordeño. De igual manera Stelwagen et al. (1994), y Rémond et al. (1999), describen además que, la magnitud de la disminución de producción del manejo de un ordeño diario en estudios que van desde 13 días hasta 3 semanas de duración, es considerado desde un 7% en lactancia tardía y hasta un 40% en lactancia temprana.

Rémond et.al, (1999), McNamara et al., (2007) Schlamberger et al. (2010) citados por Phyn et al. (2010) reportan que realizar un ordeño diario, puede afectar negativamente la producción leche cuando las vacas vuelven a ser ordeñadas 2 veces al día, sobre todo si se aplican por periodos mayores a 3 semanas posparto. Sin embargo, en los resultados de leche acumulada durante el periodo post tratamiento (semana 9 a 43 de

lactancia) obtenidos en nuestro ensayo no fueron diferentes. Sin embargo debido a la menor producción de leche para el grupo 1X durante el periodo de tratamiento (835 kg menos) resultó en menor rendimiento total en kg de leche en la lactancia total.

Al igual que lo descrito por McNamara et al. (2008), en nuestro trabajo cuando las vacas sometidas a un ordeño comienzan a ordeñarse dos veces al día aumentan su producción, si bien no alcanzaron la producción de aquellas que desde el inicio se ordeñaron dos veces al día. Adicionalmente Rémond y Pomiés et al. (2005) y Stelwagen et al. (2013) describen que posterior al régimen de un ordeño diario, cuando las vacas comienzan a ordeñarse dos veces al día, la producción de leche se recupera rápidamente, pero esta recuperación no es total. Los datos de nuestro trabajo concuerdan con los resultados obtenidos por estos autores, ya que hubo una recuperación en la producción de leche, lo que resultó en menor producción en la lactación total en las vacas ordeñadas 1X. Sin embargo, cuando avaluamos la leche corregida por grasa no encontramos esa diferencia, y eso es debido que el contenido de grasa no se vio afectado por el régimen de un ordeño diario.

Adicionalmente, en nuestro trabajo, hubo una mayor disminución de la producción de leche a la descrita por otros autores (Kay et al. (2013), Phyn et al. (2010) y Mcnamara et al., (2007)). Esa caída podría ser debido a que en nuestro trabajo se utilizaron vacas primíparas, las cuales según Knight y Dewhurst (1994) presentan mayor almacenamiento de leche en el compartimiento alveolar de la glándula mamaria y eso podría estar afectando en mayor grado la disminución de la producción de leche. Paralelamente, varios autores establecen que una reducción en la frecuencia de ordeño disminuye la habilidad secretora de la glándula mamaria (Knight y Dewhurst, 1994; Grala et al., 2011), así como la capacidad de almacenamiento del alveolo (Dewhurst y Knight, 1993; Davis et al., 1998; Caja et al., 2004; Charton et al., 2016). Así, de manera concisa, a lo que refiere a la menor actividad secretora de la glándula mamaria en vacas ordeñadas una vez al día se destacan dos factores: (1) la secreción en la leche de una proteína capaz de inhibir la excreción de leche y, (2) la aparición de genes apoptóticos en la glándula mamaria (Littlejohn et al., 2010; Remond y Pomiés et al., 2005). Sin embargo en nuestro trabajo no podemos afirmar que los factores citados anteriormente fueron los responsables por la disminución de la producción de leche, ya que no los avaluamos.

En cuanto a los componentes sólidos de la leche, los cambios en la concentración de grasa y proteína podrían ser una consecuencia indirecta de concentración, debido a la menor producción de leche ocasionada por la reducción de la frecuencia de ordeño (Dutreuil et al., 2016). Adicionalmente en nuestro trabajo, los cambios en la lactosa podrían ser explicados por la disminución de la expresión de genes relacionados con la síntesis de lactosa (Grala et al., 2011). A su vez varios autores (Stelwagen et al., 1994; Lacy-Hulbert et al., 1999; Stelwagen, 2001; Delamaire y Guinard- Flament, 2006) reportan que debido a la distensión del alveolo se producirían intercambios de componentes entre la leche y el fluido intersticial, lo cual a su vez podría haber causado una fuga de lactosa hacia el intersticio y viceversa para el caso de la proteína. Sin embargo, en nuestro ensayo no se estudió la disminución de la expresión de los genes relacionados con la síntesis de lactosa o la concentración de lactosa en sangre. Tampoco se realizaron medidas morfo-anatómicas de ubre (por ejemplo, ecografía) para poder evaluar cambios y/o distensión en la estructura del alveolo. Así futuras investigaciones deberían ser realizadas para entender los motivos de los cambios de

la composición de la leche de vacas ordeñadas una vez al día.

### 7.3 Estatus energético:

En nuestro trabajo con respecto a las variables corporales, se observa un comportamiento diferentes en ambas graficas, el SCC aumenta en 1X y el EGSC disminuye, ello se debe a que ocurre una sobreestimación de SCC particularmente en lactancia temprana en vacas jóvenes con EGSC menor a 15mm, por el contrario SCC es probable que se subestime en el período seco en vacas con más de 30 mm de EGSC (Löschner et al., 1996), en cambio en el PV no hubo diferencias significativas en ambos tratamientos, y similares resultados para PV y SCC son descritos por Holmes et al., (1992), Rémond et al. (2002) y Rémond et al. (2004). Estos autores describen que, al realizar un ordeño diario en lactancia completa, las vacas aumentan el SCC (1,6 unidades, en una escala de 1 al 10) y aumentan de peso (ganancias de 40kg de PV) en relación a las vacas ordeñadas 2 veces al día. Así en concordancia con trabajos previos, en nuestro estudio un mayor status energético fue observado para las vacas 1X, debido al aumento de SCC y EGSC. Esto se debe a que, al grupo 1X haber tenido un CMS similar al grupo 2X y tomando en cuenta la menor producción de leche, sería de esperar que el exceso de energía consumida fuera almacenada como reservas corporales tal cual como esperábamos fue observado, siendo evidenciado un aumento del SCC y del EGSC en las vacas ordeñadas 1X.

Sin embargo, ese mayor estatus energético de las vacas 1X no evitó la movilización de reservas corporales durante el inicio de la lactación, lo cual es consistente con el concepto que la movilización de reservas corporales está influenciada genéticamente tal cual lo descrito por Friggens et al. (2007). Así, en concordancia con Rémond et al., (1999), McNamara et al., (2008), se sugiere que disminuir la frecuencia de ordeño en las primeras etapas de lactancia podría ser un medio para mejorar el estatus energético con posible mejora en la salud de la vaca lechera.

## **8. CONCLUSIONES**

Las vacas lecheras primíparas ordeñadas 1X durante 8 semanas después del parto mostraron una menor producción de leche durante la lactancia actual que las vacas ordeñadas 2X.

La frecuencia del ordeño no afectó el CMS durante la lactancia temprana y, como consecuencia, las vacas ordeñadas 1X durante la lactancia temprana mostraron mayor SCC y EGSC al final de la lactación indicativo de mejor estatus energético.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bewsell D, Clark D, Dalley D (2008). Understanding motivations to adopt once-a-day milking amongst New Zealand dairy farmers. *The Journal of Agricultural Educational and Extension*, 14 (1): 69-80.
2. Caja, G., M. Ayadi, C. H. Knight. (2004). Changes in cisternal compartment based on stage of lactation and time since milk ejection in the udder of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:2409–2415.
3. Charton, C., H. Larroque, C. Robert-Granie, H. Leclerc, N. C. Friggens, J. Guinard-Flament. (2016). Individual responses of dairy cows to a 24-hour milking interval. *J. Dairy Sci.* 99:3103–3112.
4. Cavestany D., Lamanna A (2007). Efecto de la suplementación energética pre parto sobre la producción y calidad de la leche y el inicio de la actividad ovárica en vacas lecheras en pastoreo. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/11788090608192035.pdf>. Fecha de consulta 8/11/2020.
5. Clark D, Phyn C, Tong M, Collis S, Dalley D (2006). A Systems Comparison of Once-versus twice- daily milking of pastured Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*; 89: 1854- 1862.
6. Davis, S, R., V.C Farr, J. A. P Coperman, V. R. Carruthers, C. H. Knight K Stelwagen. (1998). Partitioning of milk accumulation between cisternal and alveolar compartments of the bovine udder. Relationship to production loss during once daily milking. *J. Dairy Res.* 65: 1- 8.
7. Delamaire, E., Guinard-Flamen, J. (2006). Longer milking intervals alter mammary epithelial permeability and the udder's ability to extract nutrients. *J. Dairy Sci.* 89:2007–2016.
8. Deming J, Gleeson D, O'Dwyer T, Kinssella J, O'Brien B (2018) Measuring labor input on pasture- based dairy farms using a smartphone. *Journal of Dairy Science* 101 :9527- 9543.
9. Dewhurst, R. J., Knight, C.H. (1993). An investigation of the changes in sites of milk storage in the bovine udder over two lactations. *Anim. Prod.* 57:379–384.
10. Duffield, T. F., K. D. Lissemore. B. W. McBride, K. E. Leslie. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production *J. Dairy Sci.* 92; 571- 580.
11. Dutreuil, M., J. Guinard-Flament, M. Boutinaud, C. Hurtaud. (2016). Effect of duration of milk accumulation in the udder on milk composition, especially on milk fat globule. *J. Dairy Sci.* 99:3934–3944.
12. Friggens, N. C., P. Berg, P. Theilgaard, I. R. Korsgaard, K. L. Ingvarsen, P. Lovendahl, J. Jensen. (2007). Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: Evidence of genetically driven body energy change. *J. Dairy Sci.* 90:5291–5305.
13. Friggens, N.C.F. Blanc, D. P. Berry, L. Puillet. (2017). Review: Deciphering animal robustness. A synthesis to facilitate its use in livestock breeding and management. *Animal* 11:2237- 2251.
14. Grala. T. M., C. V. C. Phyn, J.K. Kay, A. G. Rius, D. M. Littlejohn, R. G. Snell, J. R. Roche. (2011). Temporary alterations to milking frequency, immediately

- post-calving modified the expression of genes regulating milk synthesis and apoptosis in the bovine mammary gland. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 71: 3-8.
15. Haydock, K. P., N. H. Shaw. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15: 663-670.
  16. Holmes C, Wilson G, Mackenzie J. Purchas (1992) The effects of milking once daily throughout lactation on the performance of dairy cows grazing on pasture. *New Zealand Society of Animal Production* vol 52.
  17. Kay, J. K., C. V. C. Phyn, A. G. Rius. S. R. Morgan, T.M. Grala J.R. Roche (2011). Effect of milking frequency and nutrition in early lactation on milk production and body condition in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71: 37- 41.
  18. Kay, J. K., C. V. C. Phyn, A. G. Rius, S. R. Morgan, T. M. Grala, J. R. Roche. (2013). Once-daily milking during a feed deficit decreases milk production but improves energy status in early lactating grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:6274-6284.
  19. Kendall P, Tucker C, Dalley D, Clark D, Webster J (2008). Milking frequency affects the circadian body temperature rhythm in dairy cows. *Livest Prod Sci*; 117 (2-3): 130-138.
  20. Knight, C. H., R. J. Dewhurst. (1994). Once daily milking of dairy cows: Relation between yield loss and cisternal milk storage. *Dairy Res.* 61:441–449.
  21. Lacy-Hulbert, S. J., M. W. Woolford, G. D. Nicholas, C. G. Prosser, K. Stelwagen. (1999). Effect of milking frequency and pasture intake on milk yield and composition of late lactation cows. *J. Dairy Sci.* 82:1232–1239.
  22. Littlejohn M, Walker C, Ward H, Lehnert K, Snell R, Verkerk G, Spelman R, Clark D, Davis S (2009). Effects of reduced milking frequency of milk removal on gene expression in the bovine mammary gland. *Physiological Genomics*; 41; 21-32.
  23. McNamara, S., J. J. Murphy. F. P. O´mara, M. Rath J. F. Mee. (2008). Effect of milking frequency in early lactation on energy metabolism, milk production and reproductive performance of dairy cows. *Livest. Sci.* 117:70- 78.
  24. National Research Council - NRC. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle.* 7a. ed. Washington, D.C., 381 pages.
  25. O´ Driscoll K, Gleeson D, O´Brien D, Boyle L (2010). Effect of milking frequency and nutritional level on Hoof health, locomotion score and lying behavior of dairy cows. *Livestock Production Science*; 127: 248- 256.
  26. Patton, J., D. A. Kenny, J. F. Mee, F. P. O´Mara, D. C. Wathes, M. Cook, J. J. Murphy. (2006). Effect of milking frequency and diet on milk production, energy balance, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:1478- 1487.
  27. Phyn C, Kay J, Rius A, Davis S, Stelwagen K, Hilerton J, Roche J (2010). Review; Impact of short-term alteration to milking frequency in early lactation. *Australian Dairy Science Symp.* Caxton Press, New Zealand; p. 156-164.
  28. Phyn, C. V. C. J. K. Kay, A. G. Rius, S. R. Morgan, C. J. Roach, T. M. Grala, J. R. Roche. (2014). Temporary alterations to postpartum milking frequency affect whole-lactation milk production and the energy status of pasture-grazed dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97:6850-6868.

29. Rémond, B., J. B. Coulon., M. Nicloux D. Levieux. (1999). Effect of temporary once- daily milking in early lactation on milk production and nutritional status of dairy cows. *Ann. Zootech.* 48:341- 352.
30. Rémond B, Aubailly S, Chilliard Y, Dupont D, Pomiès D, Petit M (2002). Combined effects of once- daily milking and feeding level in the first three weeks of lactation on milk production and enzyme activities, and nutritional status, in Holstein cows. *Animal Research*; 51: 101- 117.
31. Rémond B, Pomiès D, Dupont D, Chilliard I (2004). Once-a-day milking of multiparous Holstein cows throughout the entire lactation: milk yield and composition, and nutritional status. *Animal Research*; 53:201- 212.
32. Rémond B, Pomiés D (2005). Once – daily milking of dairy cows: a review of recent French experiments. *Animal Research*; 54: 427- 442.
33. Schlamberger, G.; Wiedemann, S.; Vitro, E.; Meyer, H.H.D.; Kaske, M. (2010). Effects of continuous milking during the dry period or once daily milking in the first 4 weeks of lactation on metabolism and productivity of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93: 2471-2485.
34. Stelwagen, K., S. R. Davis, V. C. Farr., S. J. Eichler. (1994). Effect of once daily milking and concurrent somatotropin on mammary tight junction permeability and yield of cows. *J. Dairy. Sci.* 77: 2994- 3001.
35. Stelwagen, K. (2001). Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *J. Dairy Sci.* 84(E. Suppl.): 204–211.
36. Stelwagen, K, C. V.C. Phyn. S.R. Davis, J. Guinard- Flament, D. Pomiés, J.R. Roche, J.K. Kay. (2013). Invited review: Reduced milking frequency: Milk production and management implications. *J. Dairy Sci.* 96:3401-3413.
37. Taylor G, van der Sande L, Douglas R (2009) “Smarter not harder improving labour productivity in the primary sector” (Dairy NZ: Hamilton, New Zealand) disponible en <https://www.yumpu.com/en/document/read/29925999/technical-report-smarter-not-harder-improving-labour- fecha de consulta 9/9/2020>.
38. Van der Drift. S. G. A. M. Houwelling, J. T. Schonewille, A. G. M. Tielens, R. Jorritsma. (2012). Protein and fat mobilization and associations with serum B-hydroxybutyrate concentrations in dairy cows. *J. Dairy*