



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA –
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.**

***EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN
CON SALES CÁLCICAS DE ÁCIDOS
GRASOS EN EL CONSUMO DE
MATERIA SECA Y EL
COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN
PASTOREO DE VACAS LECHERAS.***

**TRABAJO FINAL DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA ZOOTECNISTA.**

**María Florencia Olmeda
Lomas de Zamora, 2017.**

Expediente N° 22.052/16

“Las opiniones expresadas por los autores de este trabajo, no representan necesariamente los criterios de la carrera de Ingeniería Zootecnista, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora”.

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	4
1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO.....	5
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
2.1 Unidad ejecutora.....	5
2.2 Palabras clave.....	5
3. DIRECTOR.....	5
3.1 DIRECTOR INTERNO.....	5
Apellido y nombres.....	5
Palladino, Rafael Alejandro.....	5
3.1.1 Cargo.....	5
3.1.2 Dedicación.....	5
3.1.3 Número de personal a cargo.....	6
Apellido y nombres.....	6
4 CO – DIRECTOR.....	6
Apellido y nombres.....	6
5 ASESOR.....	7
Apellido y nombres.....	7
6 FECHA DE INICIACIÓN DEL PROYECTO.....	7
7 DURACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO.....	7
8 PLAN DE TRABAJO.....	8
8.1 RESUMEN.....	8
8.2 INTRODUCCIÓN.....	9
8.2.1 Situación problema.....	9
8.2.2 Justificación.....	11
<i>Pastoreo y comportamiento ingestivo.....</i>	15
<i>Efectos de la suplementación.....</i>	16
8.2.3 Objetivos e hipótesis de trabajo.....	17
8.2.3.1 Objetivos.....	17
8.2.3.2 Hipótesis de trabajo.....	17
8. 3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
8.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
8.5 CONCLUSIÓN.....	36

8. 6 BIBLIOGRAFÍA 37

AGRADECIMIENTOS

Dedico el presente trabajo a mi familia y amigos, quienes con su apoyo y motivación me incentivaron a autosuperarme y continuar con este objetivo de vida. A mis tutores, en especial Alejandro, que con dedicación y paciencia pudo guiarme en el intricado mundo de la investigación.

A mi amiga y compañera de carrera Victoria que de manera desinteresada me ayudó y aportó considerablemente a éste trabajo, dándome ánimo y creyendo en mí como la profesional en que ahora me estoy convirtiendo.

A mi grupo de trabajo, personas maravillosas que el destino me dio la oportunidad de conocer Yaliska, Jéssica y Dino; tanto trabajo y momentos compartidos, que generaron una experiencia de vida. A la famillINTA, una familia que pude elegir, llena de profesionales y gente de buen corazón, de los que me llevo amigos para la vida.

A la E.E.A. INTA Rafaela, por la calidez con que reciben a los pasantes. Miembros del equipo de reproducción Gabriel Schmidt, Ariel Plattner y Martin Maciel grandes personas junto a quienes me tocó trabajar. A todos ellos GRACIAS por dejarme participar de éste gran proyecto llevado a cabo y por generar conocimientos que continuamente son compartidos sin obstáculos para los profesionales en formación.

¡LAS GRANDES COSAS TOMAN TIEMPO Y ESFUERZO!

GRACIAS A TODOS.

1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO.

Efecto de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos en el Consumo de materia seca y el Comportamiento Ingestivo en pastoreo de vacas lecheras.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

2.1 Unidad ejecutora.

María Florencia Olmeda

2.2 Palabras clave.

PALABRAS CLAVE: Suplementación energética, Omega 3, consumo de materia seca, comportamiento ingestivo, ácidos grasos insaturados.

3. DIRECTOR

3.1 DIRECTOR INTERNO

Apellido y nombres.

Ing. Agr. (PhD) Palladino, Rafael Alejandro.

3.1.1 Cargo.

Profesor Adjunto Cátedra de Nutrición animal, FCA-UNLZ.

3.1.2 Dedicación.

Simple.

3.1.3 Número de personal a cargo.

Ninguna.

3.2 DIRECTOR EXTERNO**Apellido y nombres.**

Ing Zoot (MSc.). Salado, Eloy Eduardo.

3.2.1 Cargo.

Investigador de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Pcia. de Santa Fe.

3.2.2 Dedicación.

Exclusiva.

3.2.3 Número de personal a cargo.

Ninguna.

4 CO – DIRECTOR.**Apellido y nombres.**

Ing. Zoot. Fránciga, Gonzalo.

4.1 Cargo.

JTP de la Cátedra de Producción Lechera, FCA-UNLZ.

4.2 Dedicación.

Simple.

4.3 Número de personal a cargo.

Ninguna.

5 ASESOR.**Apellido y nombres.**

Med. Vet. Iorio Jérica.

5.1 Cargo.

Ayudante de 1era de la Cátedra de Producción Lechera, FAUBA.

5.2 Dedicación.

Exclusiva.

5.3 Número de personal a cargo.

Ninguna.

6 FECHA DE INICIACIÓN DEL PROYECTO.

Diciembre de 2015.

7 DURACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO.

Nueve meses.

8 PLAN DE TRABAJO.

8.1 RESUMEN.

Uno de los principales problemas hallados en vacas lecheras de alta producción en pastoreo es el balance energético negativo (BEN) por el que atraviesan luego del parto. Frente a ésta situación los sistemas de alimentación evolucionaron de tal forma de aumentar la densidad energética de la ración para poder cubrir los altos requerimientos que presentan las vacas en esta etapa. La suplementación con Sales Cállicas de Ácidos Grasos (AG-Ca) es una estrategia óptima para aumentar el consumo de energía. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con sales cálicas de ácidos grasos ricos en ácido linolénico sobre el comportamiento ingestivo en pastoreo, el consumo de materia seca y la producción y composición de leche. Se utilizaron 16 vacas múltiparas de raza Holando-Argentino de parición de fin de invierno en lactancia temprana (peso vivo $583 \pm 86,5$ kg y CC $2,68 \pm 0,32$); las cuales fueron asignadas aleatoriamente a 2 tratamientos (8 vacas/tratamiento), durante 70 días. Los tratamientos consistieron en el tratamiento control (TC) cuya dieta contenía 5,90 kg MS/vaca/día de la ración en sala de ordeño sin lípidos suplementarios, compuesta por 61,07% de concentrado comercial y 38,93% de maíz partido. Mientras que la ración del tratamiento lípidos (TL) fue de 5,2 kg MS/vaca/día de ración en sala de ordeño, compuesta por 69,2% de concentrado comercial, 17,3% de maíz partido y 13,5% de sales cálicas de aceite de lino. El resto de la dieta estaba compuesto por TMR ((silaje de maíz planta entera (63.5%), harina de soja (18.0%), maíz molido (10.6%) y heno de alfalfa (7.9%)) y pastoreo de alfalfa. Se realizó mediciones de tiempo de pastoreo (PG), rumia (R), descanso (D); como así también de consumo de materia seca (CMS). Se evaluó producción lechera (PL), porcentaje de grasa (GB) y proteína de leche (PT). Se observó diferencias significativas para PG ($p < 0,05$) donde las vacas TL destinaron más tiempo a pastoreo y menor tiempo a D ($p < 0,05$). El CMS de pastura fue mayor para TL y menor el de concentrado para el mismo tratamiento ($p < 0,05$ y $p < 0,01$ respectivamente). No se encontraron diferencias significativas para PL, GB y PT ($p > 0,05$). Para las condiciones de estudio se puede concluir que en vacas suplementadas con sales cálicas de aceite de lino el tiempo

de pastoreo fue mayor, sin modificación de la rumia; el CMS de pastura aumentó y los parámetros de calidad y producción de leche no se modificaron.

8.2 INTRODUCCIÓN.

8.2.1 Situación problema.

El déficit energético al comienzo de la lactancia, como consecuencia de una capacidad de ingestión limitada y de los altos requerimientos para la producción de leche, es un signo típico en las vacas lecheras de alto potencial productivo. Sin embargo, las mismas tienen la capacidad de obtener esa energía extra mediante la movilización de lípidos de reserva; rasgo distintivo de mérito genético para la producción de leche (Remesy et al., 1986). Sobre este punto, Gagliostro (1988) demostró que dicha movilización es mayor a medida que aumenta el potencial de producción de la vaca y que, ante una lipomovilización excesiva, el riesgo de problemas metabólicos tales como cetosis, hígado graso y problemas reproductivos, aumentan.

La nutrición juega un papel muy importante en la modulación de la reproducción del vacuno lechero, siendo, tal vez, uno de los factores más limitantes de la expresión del potencial genético de los animales e incluso de su progreso (De Luca, 2006). Promover el consumo de alimento en vacas lecheras, especialmente en aquellas que están en etapas tempranas de lactancia, es crítico para la mejora y mantenimiento de la producción lechera, la salud y la condición corporal, (Grant and Albright, 2001).

El balance energético negativo (BEN) comienza cuando las vacas utilizan más energía por día de lo que son capaces de incorporar mediante la alimentación. Un BEN inmediato al parto es producto de la reducción en la ingesta de materia seca en la semana previa al mismo, el cual se acentuará alcanzando su máximo valor a las dos semanas post - parto. (Butler, 2005). Así mismo, las vacas que presenten un BEN más severo perderán condición corporal más rápidamente durante los primeros 30 días en lactancia, presentando así mayores intervalos de tiempo hasta la primera ovulación. Por ello, el principal problema que traería aparejado el BEN de vacas

lecheras, en su primer tercio de lactancia, se daría a nivel reproductivo; haciendo disminuir la fertilidad del rodeo general.

En estas condiciones, los mecanismos de regulación homeorrética (acción de distribuir la energía disponible hacia las distintas funciones metabólicas) establecen la prioridad para la utilización de nutrientes hacia la producción de leche por encima de la función reproductiva (Bauman y Currie, 1980). Esto coincide con lo establecido por De Luca (2006), quien afirma que las ineficiencias nutricionales son más evidentes en los animales de mayor mérito genético, resultando en una menor proporción de energía destinada al mantenimiento de las funciones reproductivas.

La extensión y profundidad de este balance negativo determina el tiempo de reasunción de la ciclicidad ovárica (Mongiardino, 1997). La misma autora destaca que el retraso en el reinicio de la actividad de los ciclos tiene un efecto de arrastre sobre la fertilidad posterior, ya que cuando llegan al servicio, estos animales han tenido menos ciclos previos, por tanto menor exposición a niveles altos de progesterona; y, finalmente, menos posibilidades de concebir. Lo mismo expone Bach (s/d), quien determina que la asignación de los nutrientes para las distintas funciones fisiológicas tiene distintas prioridades. Las funciones de mantenimiento o lactación tienen prioridad sobre las funciones reproductivas. Por lo tanto, pequeños desajustes nutricionales mostrarán antes sus consecuencias sobre la reproducción y no sobre la producción de leche, siendo la mortalidad embrionaria temprana la causa más frecuente del fallo reproductivo en la vaca lechera (Bach, s/d).

Considerando que la ineficiencia reproductiva representaría un problema económico importante en la producción lechera, mejorar el estatus energético del rodeo podría ser contemplada como una estrategia para afrontar dicha situación. Manejos que impliquen trabajar con raciones cada vez más concentradas en energía, superando lo ofrecido por los recursos pastoriles y los suplementos clásicos; serían la base estratégica anteriormente mencionada.

8.2.2 Justificación.

Se cree que el consumo de energía es factor más limitante para la producción de leche, bajo sistemas de pastoreo. El beneficio de la suplementación con grasa, en este contexto nutricional, necesita ser estudiado como la mayoría de los sistemas de producción lechera en Argentina y en otras regiones templadas del mundo, que integren sistema de pastoreo con concentrados y sus derivados. (Schroeder *et al.*, 2002).

Es sabido que los concentrados energéticos a base de cereales (maíz, sorgo, cebada) permiten incrementar el consumo de energía y la relación energía fermentescible/proteína en la ración para mejorar la síntesis de proteína microbiana en el rumen (Rearte y Pieroni, 2001; Bargo *et al.*, 2003). Este tipo de concentrados, suministrados en altas dosis, pueden disminuir el pH ruminal, reducir la digestibilidad de la fibra en el rumen y la relación acetato/propionato aumentando el riesgo de acidosis (Bargo *et al.*, 2003)

Por otro lado, suplementar las raciones del vacuno lechero con fuentes lipídicas (grasas o aceites) es una práctica común para aumentar la concentración energética de la ración con el fin de minimizar el período de balance energético negativo (De Luca, 2006).

El alto valor energético de las grasas (EM = aproximadamente 30 MJ/kg) hace que sean una materia prima importante en los modernos programas de alimentación para rumiantes de alta productividad. Además, su incorporación en la dieta puede ser utilizada no sólo para aumentar el consumo de energía, sino también para mejorar el funcionamiento del rumen, cambiar el reparto de nutrientes y modificar la composición del producto final (Palmquist, 1996). Así mismo, dicha suplementación reduce el riesgo de acidosis ruminal y la disminución de porcentaje de grasa en leche causado por altos niveles de consumo de granos de cereales (Palmquist y Conrad, 1978; Palmquist, 1988).

El tipo y la cantidad de grasa a suplementar son los factores más importantes a considerar. El tipo más frecuente encontrado en los alimentos utilizados en la nutrición animal son los ácidos grasos de cadena larga. Cuando la cadena de

átomos de carbono está completamente embebida de átomos de hidrógeno se habla de ácidos grasos saturados; mientras que cuando los átomos de carbono no están completamente ocupados por átomos de hidrógeno y presentan dobles enlaces, se habla de ácidos grasos insaturados (Meléndez, 2015).

Los alimentos con alta proporción de lípidos tienen un alto porcentaje energético pero deprimen el consumo en rumiantes cuando la cantidad de lípidos en la dieta supera 5% - 7%, debido a un menor crecimiento microbiano y a una reducción en la digestión de la fibra (Barbera y Cangiano, 2011).

Dentro de los tipos de suplementos lipídicos encontramos a las grasas comunes, pudiendo ser las mismas de origen vegetal como es el caso de las semillas de oleaginosas, como así también pueden considerarse las grasas especiales que son grasas tratadas para disminuir su degradación ruminal o lípidos bypass (Shaver, 1991), tales como los aceites hidrogenados, las sales de calcio con ácidos grasos de cadena larga o grasas con un alto punto de fusión (Barbera y Cangiano, 2011).

Las semillas de oleaginosas se caracterizan por presentar una alta concentración de ácidos grasos insaturados (Meléndez, 2015). El mismo autor afirma que el grado de saturación de la grasa afecta el metabolismo del rumen e indirectamente el contenido de grasa en leche, por ello es importante establecer la concentración de uno u otro tipo de ácido graso en la dieta. No obstante, los lípidos protegidos como son las sales cálcicas de ácidos grasos (AG-Ca) presentan una composición con una elevada proporción de ácidos grasos monoinsaturados con bajos niveles de ácidos grasos poliinsaturados (Gagliostro, 1997).

Los AG-Ca constituyen la fuente de lípidos protegidos más utilizada actualmente en la suplementación de vacas lecheras. Las sales de calcio de ácidos grasos correctamente fabricadas no presentan efectos negativos sobre la digestión de la fibra ni poseen ningún efecto antimicrobiano demostrable (Jenkins y Palmquist, 1984; Jenkins 1993).

Con respecto al efecto que tiene suplementar sales cálcicas de ácidos grasos sobre los parámetros reproductivos, Beam y Butler (1998) establecieron que la

inclusión de grasa incrementa la performance reproductiva en vacas lecheras; lo que fue asociado no sólo con la mejora en el balance energético, sino con los efectos de algunos ácidos grasos sobre los sistemas reproductivo y hormonales. En concordancia con lo antedicho Sklan y Moallem (1991), reportan que al suplementar este tipo de grasas se incrementa la tasa de preñez y reduce el período de días abiertos en vacas con altos niveles productivos. Asimismo Lucy *et al.* (1991), mostraron que el tipo de ácido graso, y la energía provista por los mismos, estimulan al ovario y causan un desarrollo de los folículos preantrales; afectando, además, tanto la longevidad del cuerpo lúteo, como así también la duración del intervalo anovulatorio del posparto (Beam y Butler, 1997).

Gagliostro y Chilliard (1992) plantean a la suplementación con lípidos bypass como una alternativa a la utilización de concentrados energéticos en base a cereales, evitando así los efectos negativos asociados a un alto consumo de almidón presente en dicho alimento. Su inclusión en las raciones para vacas lecheras, con el fin de elevar el consumo de energía, es una estrategia válida para animales de alto mérito genético alimentados sobre una base pastoril ya que las grasas contienen tres veces más energía neta de lactancia que los alimentos ricos en carbohidratos y proteínas (Jenkins y Palmquist, 1984). Además, es de esperar, una mejora en la eficiencia en la utilización de la energía por una disminución de las pérdidas en forma de calor, metano y orina (Palmquist y Jenkins, 1980; Jenkins, 1993) y porque los ácidos grasos (AG) absorbidos pueden ser directamente incorporados a la grasa de la leche proceso que resulta altamente eficiente. (Wu y Huber, 1994; Garnsworthy, 1997).

Cuando se habla de protección de un lípido, se involucran dos aspectos: por un lado, la protección de los ácidos grasos de los lípidos contra la biohidrogenación ruminal y, por otro, la protección de las bacterias del rumen contra la acción depresora de los lípidos sobre la degradación de los carbohidratos (Gagliostro, 1988).

Existen varios procesos de protección de las grasas, sin embargo, se menciona aquel que brinda protección a las grasas a causa de la insolubilidad de las mismas a nivel ruminal. Dicho mecanismo utiliza la capacidad de los ácidos

grasos para combinarse con cationes divalentes como el calcio (AG-Ca), formando sales insolubles a pH ruminal (6,0-6,5). En condiciones de mayor acidez (tracto postruminal), los ácidos grasos liberan el calcio y quedan disponibles para la absorción intestinal (Jenkins y Palmquist, 1984).

La alimentación con lípidos no protegidos o insuficientemente protegidos puede modificar la intensidad y orientación de las fermentaciones ruminales, reduciendo la digestión de los constituyentes de la pared celular y la producción de ácido acético, aumentando la proporción de ácido propiónico (Palmquist y Jenkins, 1980; Storry 1981, Jenkins y Palmquist 1984, Bauchart *et al*, (1985 y 1987) y reduciendo, en consecuencia, el nivel total de ácidos grasos volátiles producidos (Jenkins, 1993).

Gagliostro (1997) concluye que las interacciones posibles a nivel ruminal entre los lípidos exógenos y los procesos de digestión de la fibra pueden afectar la respuesta productiva esperable de una suplementación con grasa. De no ser controlados eficazmente, estos problemas digestivos alteran negativamente las ventajas reales de una correcta suplementación con lípidos en rodeos de alto potencial de producción. El mismo autor afirma que, a causa de la naturaleza antimicrobiana de los lípidos suplementarios los mismos deben ser necesariamente protegidos o mantenerse inertes a nivel del rumen; y los productos comerciales a utilizar deben asegurar que tal propiedad se cumpla eficazmente. Los efectos negativos relacionados con las grasas sin proteger se pueden deber a una acción directa de los ácidos grasos en la membrana celular de los microorganismos celulíticos y/o debido a un efecto indirecto por la reducción de la disponibilidad ruminal de cationes como el calcio y el magnesio (Palmquist, 1988; Jenkins, 1993). Es importante establecer los efectos negativos potenciales de la suplementación con las mencionadas grasas en sistemas pastoriles, sobre la digestión de la fibra en detergente neutro (FDN) a nivel ruminal, de manera de evitar un descenso en el consumo de materia seca y por tanto un descenso en la producción láctea.

Pastoreo y comportamiento ingestivo.

A pesar que en los sistemas actuales de producción de carne y leche se utilizan cantidades crecientes de alimentos concentrados, los forrajes constituyen aún la fuente principal de nutrientes para la producción animal en rumiantes. El resultado de la conversión de forraje ingerido, proveniente de pasturas cultivadas y pastizales, en producto animal determina un “valor agregado” en forma de carne, leche u otros productos (Stritzler *et al.*, 2011).

Mientras que hasta la primera mitad del siglo XX existía poco interés en incluir al consumo dietario en la evaluación de los alimentos debido, probablemente, a que prevalecía la idea de que el ganado consumía cualquier tipo de alimento a un nivel equivalente al 3% del peso vivo animal (Minson y Wilson, 1994); en la actualidad, existe un consenso general de considerar el consumo dietario como un factor primario dictando la respuesta productiva animal de rumiantes (Forbes, 1995; Poppi *et al.* 1994; Illius, 1997).

En cualquier situación de pastoreo, el consumo diario depende del tiempo que el animal invierta en pastorear, el peso de los bocados y la tasa de consumo; en términos de cantidad de forraje consumido por unidad de tiempo (Allden y Whittaker, 1970; Chacon y Stobbs, 1976; Jamieson y Hodgson, 1979; Hendricksen y Minson, 1980). Así mismo, mediante una oferta forrajera en exceso, la cosecha y la selección se ve facilitada, aumentando el consumo (Barbera y Cangiano, 2011). Frente a una disminución de dicha tasa de consumo, el animal podría compensarla incrementando el tiempo de pastoreo, y de esa manera lograr mantener el consumo diario de materia seca. Sin embargo, dado que el peso de bocado está estrechamente relacionado con la altura de forraje; cuando ésta disminuye significativamente el incremento en el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado aumentan hasta valores críticos a partir de los cuales la compensación se vuelve insuficiente para evitar la reducción del consumo (Benvenuti y Cangiano, 2011). No obstante, en condiciones no limitantes de disponibilidad (altura) de pastura, el tiempo de pastoreo sería un indicador del aumento del consumo de materia seca.

Si bien la información brindada sobre comportamiento ingestivo es una buena aproximación para estimación de consumo, ésta no puede sustituir a indicadores más precisos tales como consumo y digestibilidad en escala diaria.

Efectos de la suplementación.

El nivel de consumo es determinante del desempeño productivo de los rumiantes. Los mismos, en pastoreo, generalmente presentan menores valores de energía metabolizable y menores respuestas individuales respecto a aquellos que son alimentados con raciones en confinamiento (Barbera y Cangiano, 2011).

Una práctica que ayuda a aumentar el consumo de materia seca y energía es la suplementación de rumiantes en pastoreo ante limitaciones en la disponibilidad forrajera, atenuando el efecto de las variaciones intra e interanuales en el crecimiento de las pasturas. Además, cuando la calidad del forraje no es óptima o presenta deficiencias minerales, dichos suplementos permiten mejorar el balance de nutrientes y el funcionamiento ruminal, aún sin aumentar la digestibilidad de las pasturas (Barbera y Cangiano, 2011).

Las vacas lecheras en pastoreo no siempre tienen la capacidad de obtener, de las pasturas, los nutrientes necesarios para cubrir sus necesidades nutricionales de producción impuestas por el ambiente, la pastura en sí misma, el animal y el manejo (Barbera y Cangiano, 2011).

Los suplementos incluidos en la dieta de rumiantes en pastoreo suelen modificar el consumo de materia seca de la pastura, denominándose este cambio por unidad de suplemento tasa de sustitución. La respuesta animal frente a la suplementación estará íntimamente relacionada con el incremento del consumo total al introducir un nuevo alimento a la dieta. Por tal motivo es importante conocer la tasa de sustitución de un suplemento dado (Barbera y Cangiano, 2011).

8.2.3 Objetivos e hipótesis de trabajo.

8.2.3.1 Objetivos.

Los objetivos del presente trabajo se detallan a continuación:

- Objetivo principal 1: Evaluar el efecto de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos poli-insaturados sobre el comportamiento ingestivo, de vacas en lactancia, sobre una pastura en base a alfalfa.
- Objetivo principal 2: Evaluar el efecto de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos poli-insaturados sobre el consumo de materia seca de vacas en lactancia.
- Objetivo secundario: Conocer los efectos de la suplementación con sales cálcicas saponificadas de ácidos grasos poli-insaturados ricos en C18:3 sobre la producción y composición de leche.

8.2.3.2 Hipótesis de trabajo.

La suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos poli-insaturados podría generar una disminución del consumo de materia seca debido a una menor digestibilidad de la fibra a nivel ruminal; disminuyendo la tasa de pasaje, y reduciendo el tiempo en pastoreo.

8. 3 MATERIALES Y MÉTODOS.

8.3.1 Lugar experimental y animales.

El ensayo se realizó en el Tambo Experimental de la EEA Rafaela del INTA, Pcia. de Santa Fe, Argentina. (Lat. 31° 12' S Long. 61° 30' O Alt. 99 m).

El período experimental se desarrolló durante la primavera de 2015, con una duración total de 10 semanas (70 días).

Se utilizaron 16 vacas multíparas de raza Holando Argentino de parición de fin de invierno en lactancia temprana (peso vivo $583 \pm 86,5$ kg y CC $2,68 \pm 0,32$).

Las mismas fueron bloqueadas en grupos homogéneos de acuerdo al nivel de producción, número de lactancias y días de ordeño y asignadas aleatoriamente a 2 tratamientos (8 vacas/tratamiento) según un diseño continuo, durante los 70 días.

Durante 21 días previos al inicio del ensayo todos los animales recibieron la misma alimentación consistente en pastura a voluntad más 10 kg MS/día de un concentrado peletizado (control, 14% PB y 3,25 Mcal EM/kg MS), conteniendo 80% de grano de maíz, 10% de harina de soja, 8% de afrechillo de trigo y 2% núcleo vitamínico-mineral con monensina. Dicho período consistió en el tiempo utilizado como Covariable, donde se evaluó la producción de leche promedio de cada animal.

El período de acostumbramiento a los lípidos fue de aproximadamente 15 días para poder alcanzar el consumo deseado, período durante el cual la dosis de lípidos suministrada fue en forma creciente, hasta llegar a la dosis recomendada.

Para calcular la formulación de la ración experimental se utilizó el programa NRC Dairy Cattle (2001) tomando como modelo una vaca de 600 kg de peso vivo que produce 40 kg de leche/día con una concentración de 38,5 g/kg de grasa butirosa (GB) y 33 g/kg de proteína total. Dicha vaca no gana ni pierde peso.

8.3.2 Tratamientos.

Sobre una misma base forrajera constituida por pasturas perennes a base de alfalfa, se implementaron 2 tratamientos:

- **Control:** 5,90 kg MS/vaca/día de la ración en sala de ordeño control sin lípidos suplementarios. El mismo estaba compuesto por 61,07% de concentrado comercial y 38,93% de maíz partido.
- **Lípidos:** 5,2 kg MS/vaca/día de ración en sala de ordeño. Compuesto por 69,2% de concentrado comercial, 17,3% de maíz partido y 13,5% de sales cálcicas de aceite de lino.

Los lípidos utilizados son grasas bypass de marca Tecnuar ® (82,3% MS), 71,5% extracto etéreo ((EE) 86,8% MS), 10,8% de cenizas (13,2% MS), elaboradas a partir de AG provenientes de aceite de lino saponificado con hidróxido de calcio y contienen un 35,82% de C18:3n-3 (45,3% MS). El valor estimado de energía bruta es de 7,71 Mcal/kg MS y el de ED es de 6,53 Mcal/kg MS producto de realizar la fórmula:

$$ED= 9,4 * Dig AG* EE/100$$

Considerando la digestibilidad de los Ácidos Grasos como 80% (Palmquist y Jenkins, 1980) y el valor de Extracto Etéreo en MS. La energía digestible se considera igual a la energía metabólica (EM) ya que se asume que las pérdidas son nulas.

Los concentrados se formularon isoenergéticos y la cantidad diaria de ambos fueron suministrados por mitades en comederos individuales durante cada turno de ordeño.

Se empleó un sistema de pastoreo rotativo en franjas diarias mediante el uso de alambrados eléctricos portátiles. El área de la franja fue ajustada semanalmente a fin de asegurar una oferta de forraje de al menos 7-8 kg MS/vaca/día con una eficiencia de cosecha del 70%. La asignación ajustada se definió con el objetivo de evitar los bajos valores de pH que se registran con consumos elevados de pasturas de calidad; de manera tal, de evitar la posible disociación de sales cálcicas de aceite de lino a nivel ruminal, generando alguno de los problemas descritos en el apartado 8.2.2.

El resto de la dieta estaba compuesta por TMR (total mixed ration) conformada por silaje de maíz de planta entera (63.5%), harina de soja (18.0%), maíz molido (10.6%) y heno de alfalfa (7.9%).

8.3.3 Mediciones.

- Biomasa de forraje:

Semanalmente se estimó la disponibilidad forrajera (kg MS/ha) mediante cortes a ras del suelo con tijera manual en un área delimitada por un marco metálico de 0.25 m², cortando una superficie total de 1 m² en cada muestreo. La muestra, compuesta por 4 submuestras de 0.25 m², fue secada en estufa a 60°C durante 48 hs. para determinar el contenido de MS de la misma. Sobre la base de esta estimación se fijó el área de las franjas diarias asegurando una oferta de forraje de al menos 7- 8 kg MS vaca⁻¹ día⁻¹.

- Calidad de los alimentos:

Semanalmente se tomaron muestras representativas del concentrado (100 g aprox.) y de la pastura (500 g aprox.). Estas últimas se obtuvieron en el horizonte de pastoreo en forma manual simulando la selectividad de la vaca (hand-plucking) (Meijs *et al.*, 1982).

Todas las muestras fueron secadas en estufa con circulación de aire forzado (60 °C, 36 horas) para determinar el contenido de MS y molidas en molino tipo Willey (malla 1 mm). Luego, dos muestras compuestas (pooles) representativas de cada período experimental fueron ingresadas al laboratorio. Se determinó el contenido de materia orgánica (MO = MS – cenizas totales, mufla a 550-600 °C durante 4 horas), proteína bruta (PB) según AOAC (1990) y lectura en equipo Selecta PN 1430 automatizado, fibra detergente neutro (FDN) (Komareck *et al.*, 1993) y fibra detergente ácido (FDA) (Komareck *et al.* , 1993), EE según AOAC (1995) y digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS) (técnica de fermentación en dos etapas de Tilley y Terry, 1963). A las muestras de concentrado se les determinó además el contenido de almidón (McRae y Armstrong, 1968).

- Producción y composición de leche:

La producción de leche fue medida en forma individual y diaria durante todo el período experimental.

La composición de la leche se evaluó a partir de muestras individuales que fueron tomadas semanalmente. Se obtuvieron dos submuestras de leche de cada vaca en ordeños consecutivos (mañana y tarde), confeccionando luego una muestra única individual ponderada por la producción respectiva. Sobre cada muestra compuesta se determinó el contenido de proteína bruta y grasa butirosa a través de un autoanalizador por espectrofotometría infrarroja MilkoScan™ Minor (Foss Electric, Hillerod, Denmark).

- Peso vivo y condición corporal:

Las vacas fueron pesadas individualmente cada 15 días, luego del ordeño de la mañana e impidiéndoles el acceso al agua. La variación diaria de PV entre dos pesadas sucesivas se calculó como la diferencia entre el peso promedio final menos el peso promedio inicial dividido por la cantidad de días transcurridos.

Junto con la pesada se determinó la nota de Condición Corporal (CC) por dos observadores independientes con una escala de 1 a 5 (Wildman *et al.*, 1982) y el valor analizado fue el resultado promedio de ambos evaluadores.

- Consumo de materia seca:

El consumo diario individual de concentrado y TMR se determinó por la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado durante la semana 9 en la etapa experimental.

Para estimar el consumo de pastura, se utilizó la ecuación del NRC Dairy Cattle (2001) que predice el nivel de consumo total. A este consumo se le resto los consumos medidos de concentrado y ración totalmente mezclada (TMR).

- Comportamiento ingestivo en pastoreo

El comportamiento animal se midió durante 3 días (sin días de descanso entre mediciones) para los dos tratamientos durante 24 hs.

Los animales fueron debidamente identificados para facilitar su ubicación en la pastura y fundamentalmente poder visualizarlos en condiciones nocturnas. La identificación se realizó pintando números grandes en ambos flancos de los animales de color celeste para las vacas con suplementación lipídica y de color rojo para las del grupo control; utilizando pintura para celo de la empresa comercial "Celo Test".

Las mediciones se realizaron cada 15 minutos tanto en pastoreo como cuando se encontraban en el corral consumiendo la TMR. Se registraron además los horarios de ordeño.

Los eventos a registrar fueron los siguientes:

-Parada (P)

- Pastoreo (G)
- Rumia (R)
- Descanso (D)

-Echada (E)

- Pastoreo (G)
- Rumia (R)
- Descanso (D)

Una vez por hora, en condiciones de pastoreo, se registraron la tasa de bocados (bocados por minuto) en aquellos animales que se encontraban comiendo. El procedimiento fue contar durante 30 segundos, dos veces consecutivas, la

cantidad de bocados. El promedio de la medición se utilizó para el cálculo de bocados por minuto.

Los eventos se registraron en una planilla de campo (ver adjunto). En la columna de otros se registró otros eventos que puedan ocurrir en el momento de la medición (bosteo, orina, toma agua, permanencia en el callejón, etc.).

Toda la medición de comportamiento se llevó a cabo con el menor disturbio posible a los animales. En momentos en los que un animal dejó de realizar una acción como consecuencia del disturbio, se procedió a dejar al animal tranquilo y volver a medir luego.

En el período que abarcó entre el ordeño de la madrugada (3 AM hora aproximada) y las 6 AM (momento en el cuál se racionaba la ración TMR) no se realizaron mediciones de comportamiento.

8.3.4 Análisis estadísticos.

Los resultados fueron analizados según un modelo mixto con observaciones repetidas en el tiempo (cuando correspondía) ajustado por Covariable (producción de leche previa) y utilizando el animal como efecto variable:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + W_j + (TxW)_{ij} + Cov + E_{ijk},$$

Dónde: Y_{ijkl} = variable dependiente, μ = media general, T_i = efecto tratamiento, W_k = efecto semana de muestreo, $(T \times W)_{ij}$ = efecto interacción tratamiento x semana de muestreo, Cov = efecto covariable y E_{ijkl} = error residual asociado a la ijk observación.

Las comparaciones entre medias de tratamientos se realizaron mediante el test para medias ajustadas de Tukey-Kramer ($\alpha=0,05$).

Todos los análisis estadísticos se realizarán utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (1999).

8.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

8.4.1 Con respecto al objetivo principal uno, evaluar el efecto de la suplementación con lípidos protegidos sobre el comportamiento ingestivo, de vacas en lactancia, sobre una pastura en base a alfalfa; los resultados se muestran en la Tabla 1.

En la misma puede observarse que aquellos animales que fueron suplementados con lípidos, destinaron más tiempo al pastoreo, respecto a aquellos que no fueron suplementados. Al mismo tiempo, las vacas que vieron suplementada su dieta con lípidos presentaron menor tiempo de descanso echadas, respecto a aquellas que no tuvieron suplementación.

Para las restantes variables, paradas rumiando, echadas rumiando y paradas descansando, no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos de animales ($p < 0,05$).

Tabla 1: Comportamiento ingestivo en pastoreo. Tiempo por actividad.

Variable	Lípido	Control	EEM ¹	Significancia ²
PG	211 a	163 b	10,5	0,0132
PD	132	139	7,4	NS
PR	131	127	11,8	NS
ER	123	123	12,1	NS
ED	100 b	146 a	10,9	0,017

¹ Error estándar de la media. ² Significancia: Valores seguidos por letras distintas indican diferencias significativas.

NS = $p > 0,05$

La información anteriormente detallada coincide con el trabajo de Albright (1993), quien halló que vacas de alto rendimiento permanecen mucho menos tiempo echadas y más tiempo pastoreando desde el comienzo hasta el final del día de pastoreo. Sin embargo, Balocchi *et al.* (2000) aseguran que la suplementación disminuye el consumo de pradera, especialmente cuando su disponibilidad es elevada; y que, efectuar una suplementación energética genera una tasa de

sustitución tal que modifica el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo disminuyendo el tiempo asignado al mismo. Conjuntamente, Bargo *et al.* (2002) hallaron que el tiempo destinado al pastoreo en animales sujetos a suplementación con concentrados energéticos se vio reducido. No obstante, los mismos autores, documentaron que el efecto negativo en el tiempo de pastoreo producto de la suplementación sería menor en animales de alto rendimiento; lo que concuerda con los datos obtenidos y expuestos en la tabla 1.

En las figuras 1 y 2 se muestra el comportamiento ingestivo en pastoreo, para los grupos control y con suplementación con lípidos, respectivamente. En las mismas se puede observar la cantidad de vacas, en porcentaje, realizando una actividad dada (rumia, pastoreo, descanso) medida en períodos de 15 minutos.

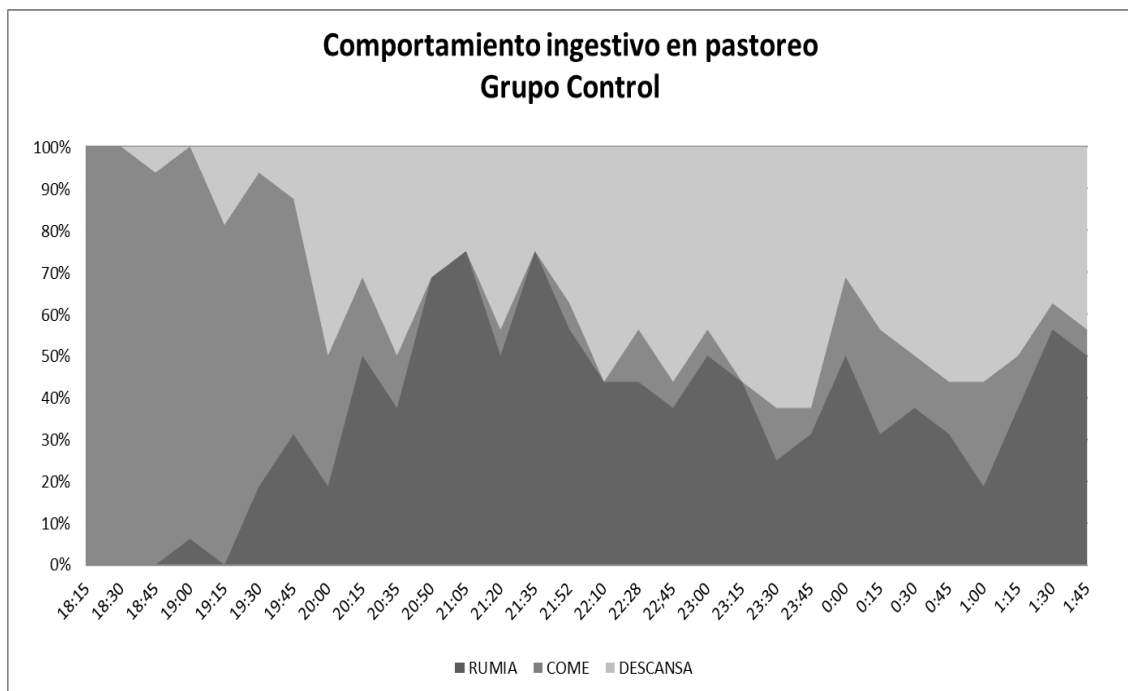


Figura 1: Comportamiento ingestivo en pastoreo: Grupo Control. Cantidad de vacas (%) realizando una actividad dada en períodos de 15 minutos. Fuente: elaboración propia, 2016.

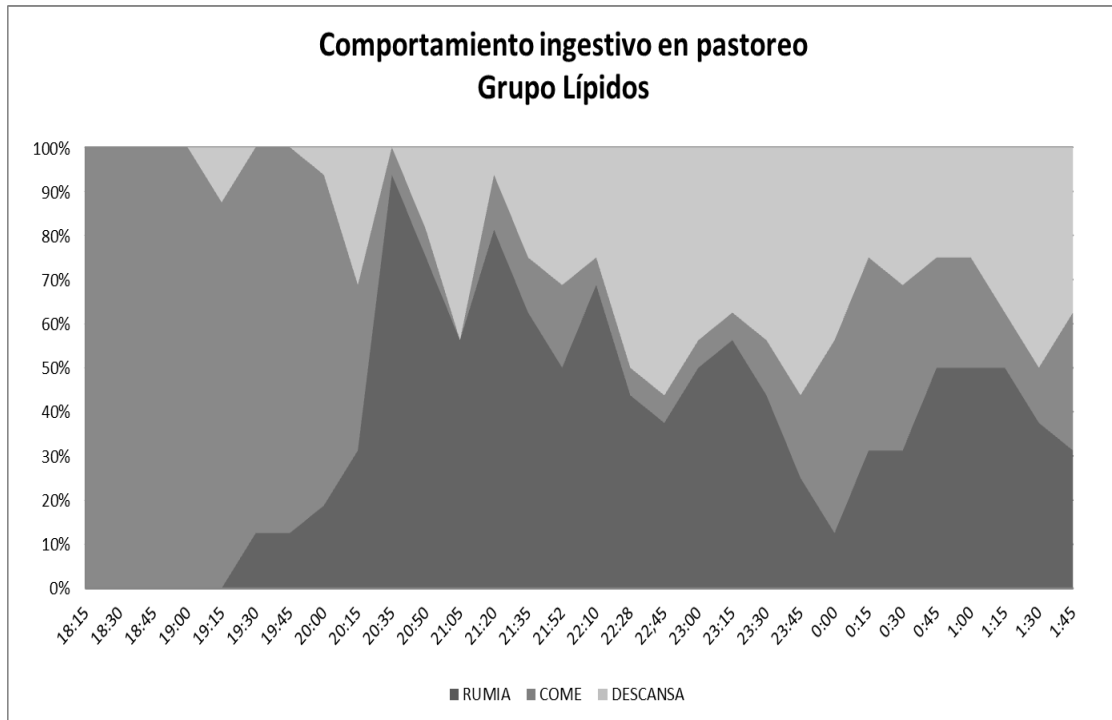


Figura 2: Comportamiento ingestivo en pastoreo: Grupo lípidos. Cantidad de vacas (%) realizando una actividad dada en períodos de 15 minutos. Fuente: elaboración propia, 2016.

Para la actividad descanso (D) se observa que el área delimitada es mayor para el grupo control, representada no solo por un mayor número de animales realizando dicha actividad sino también por una mayor duración en el tiempo, con mayor ocurrencia durante las horas de la noche y madrugada. Esta situación es compatible con la información disponible en el trabajo de Balocchi, *et al.* (2000) quienes mencionan que los períodos de descanso se dan, principalmente, por la noche. Además, este punto es consistente con la información estadística mostrada en la Tabla 1, la cual muestra diferencias significativas para la variable echadas descansando siendo mayor para el mismo grupo de animales.

Por otro lado, para la actividad pastoreo (P) puede visualizarse que el área delimitada es mayor para el grupo lípidos, representada tanto por un mayor número de animales realizando la actividad como también por un mayor tiempo de ocurrencia de la misma. En este aspecto, Gregorini *et al.* (2015) también encontraron que la mayor asignación de tiempo destinado a pastoreo, por parte de los animales, ocurre durante las primeras horas tras haber sido introducidos en una nueva pastura. Asimismo, esta información resulta compatible con los datos de la Tabla 1, la cual

muestra diferencias significativas para la variable pastoreo (P); siendo mayor el valor para el mismo grupo de animales.

Finalmente, para la actividad rumia (R) puede observarse que la misma fue siempre predominante por la noche en ambos grupos. Sin embargo, el área delimitada es mayor para el grupo lípidos quien evidencia menor duración total de la actividad pero con mayor ocurrencia de la misma durante la noche (20.45hs – 22.10hs).

Balocchi *et al.* (2000), tras haber evaluado rumia diurna y rumia nocturna en animales suplementados, concluyeron que el tiempo total destinado a la rumia, entre grupos de animales testigo y tratamiento, no difirió significativamente; sin embargo encontraron que el tiempo destinado a la rumia diurna se vio reducido acompañado de una compensación evidente en el tiempo de rumia nocturna.

8.4.2 En lo que respecta al segundo objetivo principal, evaluar el efecto de la suplementación con lípidos protegidos sobre el consumo de materia seca, de vacas en lactancia, sobre una pastura en base a alfalfa; los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Consumo de materia seca (CMS) en Kg/día. Fuente: elaboración propia, 2016.

Variable	Tratamientos			Significancia ²
	Lípidos	Control	EEM ¹	
Consumo Concentrado (Kg/día)	3,9	5,9	0,07	**
Consumo TMR (Kg/día)	13,1	12,8	0,11	NS
Consumo Pastura (Kg/día)	5,6	3,4	0,70	*
Total Consumo (Kg/día)	22,7	22,1	0,83	NS

¹ Error estándar de la media. ² Significancia: Tratamientos. NS = p>0,05; *, p<0,05; **, p<0,01.

En la Tabla 2 pueden verse los consumos de materia seca para Concentrado, ración totalmente mezclada (TMR), Pastura y Totales, tanto para el grupo lípidos como para el grupo control. Se contempla además el error de la media y la

significancia para cada parámetro, demostrando que dos de los tres parámetros presentan diferencias significativas.

Haciendo hincapié en el consumo de concentrado, se observa que el grupo control presenta más Kg/día respecto al grupo lípidos, siendo ésta una diferencia significativa. La posible justificación puede hallarse en que, tal y como se detalla en la sección 8.3, el efecto de la adición de la grasa protegida al balanceado comercial durante el ordeño pudo haber generado problemas de palatabilidad en los animales, provocando por tanto un cierto grado de rechazo al consumo del mismo. Ésta justificación concuerda con lo expuesto por Grummer *et al.* (1990), quienes detallan en su trabajo que el tiempo de adaptación a sales cálcicas de aceite de palma fue menor en comparación con otras grasas, produciendo que éstas tengan un menor consumo total. Éste factor se acentúa cuando las vacas reciben la suplementación en un período limitado de tiempo durante el ordeño.

Los problemas de palatabilidad pueden deberse a características químicas, físicas y organolépticas del suplemento, aunque éste es un tema pendiente a estudiar (Schroeder *et al.*, 2004). El mismo autor, citando a King *et al.* (1990), concluye que la concentración de la grasa en el concentrado mezcla es más importante que la cantidad de grasa suplementada; ya que cuando ésta presentaba mayor concentración, producía una disminución del consumo de materia seca del concentrado, lo que concuerda con los resultados presentados en la Tabla 2.

Con respecto al consumo de Ración Totalmente Mezclada, no se observan diferencias significativas entre grupos. Según Schroeder *et al.* (2004), la inclusión de suplementos grasos en la ración TMR tuvo asociada una disminución del CMS pero en el presente ensayo el suplemento lipídico fue adicionado al concentrado y no a la TMR, por ende, la ausencia de diferencias de CMS de la TMR.

Por otra parte el consumo de pastura se vio aumentado, difiriendo significativamente entre grupos; mostrando que la adición de grasa, a pesar que la protección de ésta no sea total, no genera problemas en la digestibilidad de la fibra a nivel ruminal. Esto concuerda con lo afirmado por Schroeder *et al.*, (2004) quienes, citando a Bargo *et al.* (2003) y otros autores, afirman que la suplementación con

grasas no produjo una disminución del consumo de materia seca en condiciones de pastoreo. Sin embargo y contrariamente con lo anterior, Gagliostro y Chilliard (1992) hallaron que si se produce una reducción del CMS, cuando se trata con grasas pero a nivel duodenal, incorporando con esto el concepto de regulación del consumo a nivel metabólico debido al aumento de la densidad energética total.

El aumento en el consumo de pastura tal vez pueda ser explicado por condiciones de estrés calórico atravesadas durante la semana de medición, en la cual los animales aprovechando la dieta “fría” proporcionada se vieron en condiciones de aumentar el CMS.

De todos modos ésta superioridad, mostrada para el parámetro CMS de pastura (+2 Kg/día) para el grupo tratamiento, se encuentra respaldada por el mayor tiempo de permanencia realizando la actividad de pastoreo. Dicha superioridad fue explicada anteriormente en la sección correspondiente a comportamiento ingestivo y mostrada en la Tabla 1; la misma junto a las figuras 1 y 2 dejan en manifiesto que un 40% más de las vacas se encontraban realizando dicha actividad.

Por otra parte, el mayor consumo de pastura pudo estar también asociado a una compensación en el tratamiento con lípidos, ya que en este el consumo de concentrado fue menor.

8.4.3 En lo que refiere al objetivo secundario, conocer los efectos de la suplementación con sales cálcicas saponificadas de ácidos grasos polinsaturados ricos en C18:3 sobre la producción y composición de leche; los resultados pueden observarse en la Tabla 3.

Tabla 3: Producción y composición de leche, promedio de cuatro semanas, en vacas Holstein en lactancia temprana.

Variable	Tratamientos			Significancia ²	
	Lípidos	Control	EEM ¹	Trat	Trat*Semana
Producción de leche (l/día)	32,2	32,7	1,00	NS	NS
Prod. leche corregida por grasa (4%)	28,60	29,88	1,19	NS	NS
Prod. leche corregida por energía	28,34	29,62	1,13	NS	NS
Grasa butirosa (g/ 100 g)	3,26	3,44	0,125	NS	NS
Proteína bruta (g/ 100g)	3,06	3,09	0,047	NS	NS

¹ Error estándar de la media. ² Significancia: Tratamientos e interacción Tratamiento*Semana. NS = $p > 0,05$

En la misma queda evidenciado que no existen diferencias significativas, entre grupo control y grupo bajo tratamiento lipídico, para ninguno de los parámetros mostrados. Sin embargo, antecedentes en la bibliografía mencionan que la composición de la leche y su contenido de grasa pueden ser marcadamente afectados según la dieta (Baumann y Griinari, 2003).

Con respecto a los parámetros de producción de leche (PL) y producción de leche corregida por grasa al 4% (LCG), las diferencias se establecen en -0,5 lts/día y -1,22 lts/día para el grupo tratamiento, aunque no muestra significancia alguna.

La no significancia obtenida en el ensayo también es destacada por Jerred *et al.* (1990), quienes manifiestan que la suplementación con grasa no afecta la PL ni LCG.

Éstos resultados adicionalmente concuerdan con datos mostrados por Schroeder *et al.* (2004), en su revisión, donde detalla un experimento realizado comparando fuentes de AG saturados e insaturados, y concluyendo que éstos últimos no tienen efecto significativo en el aumento tanto de PL como de LCG. Sin embargo, en el mismo trabajo declara que ambos parámetros se incrementan bajo el efecto de la suplementación grasa, lo que puede ser parcialmente explicado por una mejora en la eficiencia de utilización de la energía contenida en el suplemento, contradiciendo los resultados del presente trabajo.

Este fenómeno, puede llegar a ser explicado por el porcentaje de inclusión de lípidos en la dieta ya que, según Schroeder *et al.* (2004), la respuesta de PL, en dietas que incluyen raciones totalmente mezcladas (TMR), a la inclusión de grasa es curvilínea incrementándose cuando dicha inclusión es cercana al 9%; mientras que por encima de esos valores empieza a decrecer.

En cuanto al contenido de GB, tanto para Control y Tratamiento se registraron valores bajos, respecto a los valores normales. Baumann y Griinari (2001) describen un síndrome de baja grasa en leche cuando los animales son alimentados con suplementos que contengan aceites vegetales (contenido elevado de ácidos grasos C18:2 n-6 y C18:3 n-6). Además, la reducida cantidad de grasa en leche pudo haberse debido a la inhibición de la síntesis de grasa butirosa de ácidos grasos de cadena corta a partir de la disminución en la expresión de genes relacionados con la síntesis endógena; es decir, con un efecto directo sobre la síntesis de AG en glándula mamaria (Bauman y Griinari, 2001).

Schroeder *et al.*, (2004) afirman que los AG insaturados de cadena larga tienen un aparente efecto negativo en el contenido de grasa en leche; lo que es concordante con los valores mostrados en los resultados, a pesar que los mismos no sean significativos (- 0,18g/100ml) para el grupo lípidos.

Con respecto al contenido de proteína en leche, los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí. Schroeder *et al.*, (2004) menciona que valores superiores al 8-9% de éste tipo de suplementación resultan en una depresión de la concentración de grasa y proteína en leche, relacionado con la digestión de la fibra a nivel ruminal y el consumo de materia seca.

Si bien en el presente estudio los valores de suplementación no exceden este umbral, el alto nivel de consumo de N no proteico (proveniente de la alfalfa) y la menor concentración de energía fermentescible en rumen en ambos tratamientos, serían condición suficiente para reducir la síntesis de proteína microbiana y por ende, bajos niveles de proteína en leche.

Es necesario destacar que a nivel ruminal la protección de un suplemento en forma de sal cálcica es considerada cercana al 50% del total suplementado; es decir,

que un porcentaje considerable de ese suplemento queda libre en el rumen, pudiendo generar complicaciones con respecto al nivel de digestión de la fibra, entre otros. Sin embargo, la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos (AG-Ca) sigue siendo considerada como la fuente más común de suplementación lipídica dados sus mínimos efectos negativos sobre la digestión ruminal (Schroeder *et al.*, 2004).

En la figura 3 puede verse el promedio semanal de producción de leche para ambos grupos. Se visualiza que, durante la semana 7, período en el cuál los animales se encontraban en acostumbamiento a la suplementación, los valores de producción para ambos grupos fueron similares.

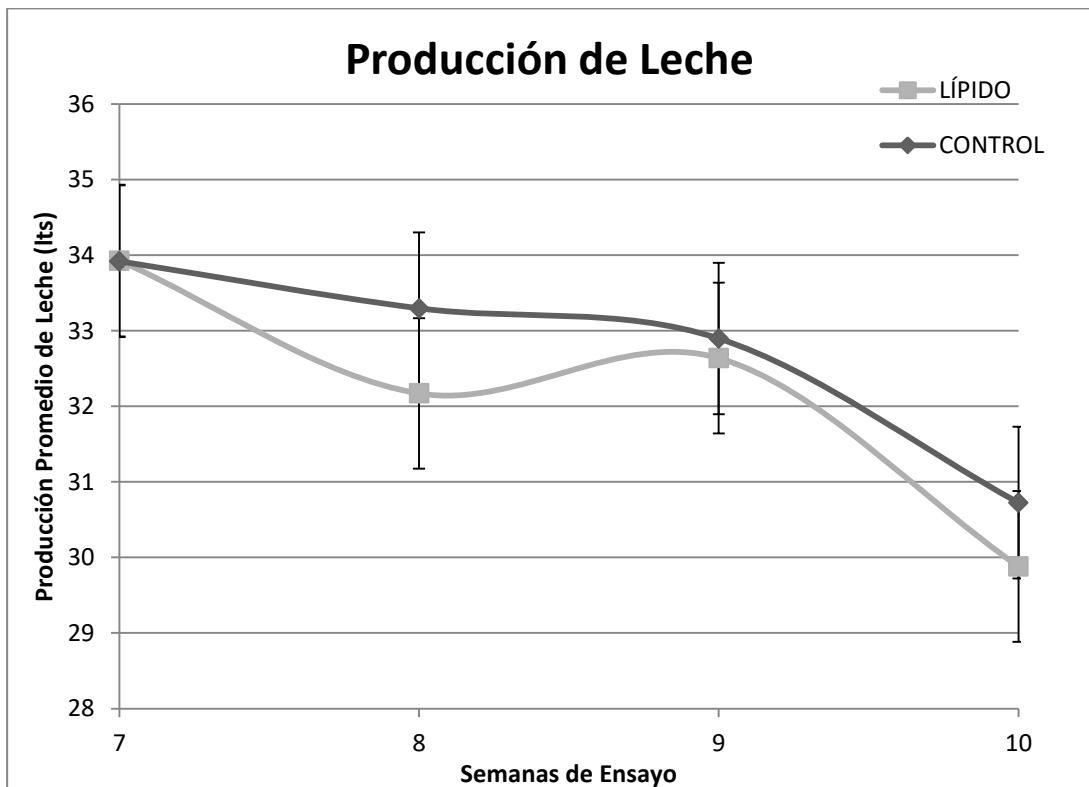


Figura 3. Producción de leche (Lts/día). Promedios semanales para grupo lípidos y grupo control. Fuente: elaboración propia, 2016.

La producción del grupo tratamiento se encontró siempre por debajo de la del grupo control. Si bien la diferencia entre grupos en un período se amplía y en otro período se acorta, puede observarse que la caída de la producción es más marcada en el grupo tratamiento. La justificación es la misma que la dada para la Tabla 3.

Sin embargo, inversamente a lo expuesto, Palmquist y Conrad (1978) y Palmquist y Sukhija (1988) describen que el aporte de un 8% del requerimiento en energía absorbida bajo la forma de lípidos protegidos resulta predisponente a lograr una mejor respuesta productiva global de la vaca lechera.

En la figura 4 se muestra el porcentaje de Grasa Butirosa (GB) en leche (gr/100ml) para ambos grupos. Se considera una diferencia notable, aunque no presenta significancia estadística (ver Tabla 3); visualizando una tendencia a estabilizarse a lo largo de las cuatro semanas de evaluación.

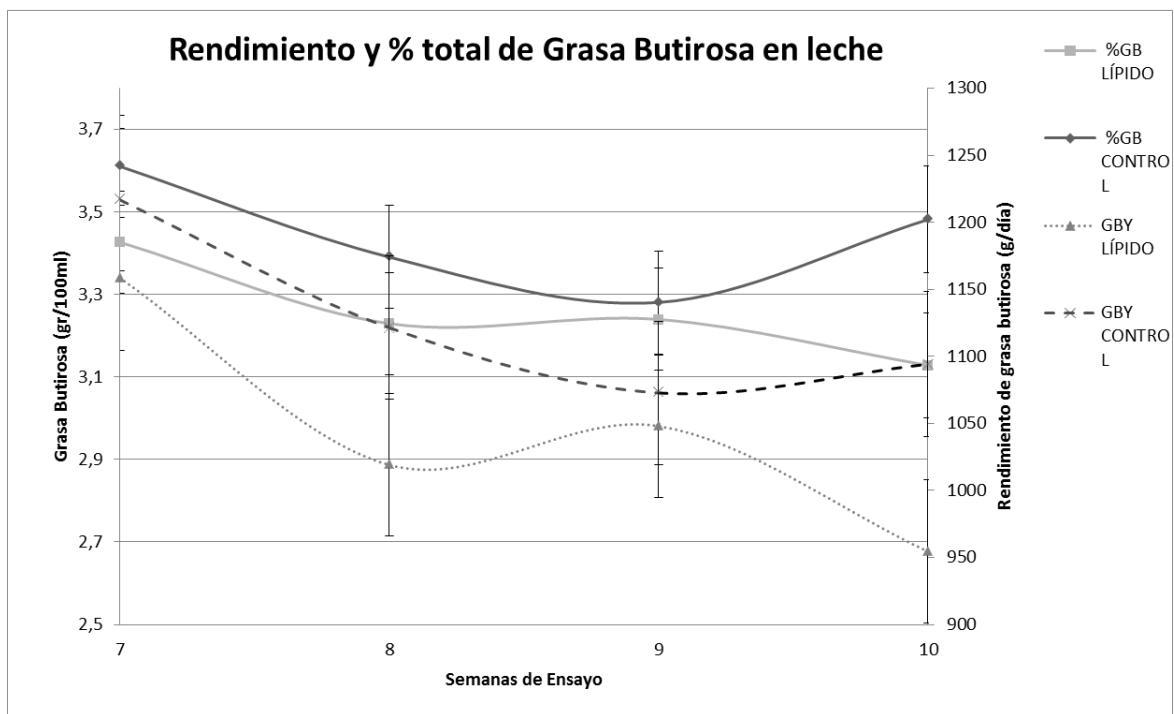


Figura 4. Rendimiento y % de Grasa Butirosa total en leche. GBY: grasa butirosa yield (rendimiento) en leche. Promedios semanales para grupo lípidos y grupo control.

Con respecto a los valores de rendimiento de GB mostrados en el mismo gráfico puede verse que las curvas de rendimiento acompañan, en tendencia, a las curvas de %GB; siendo en algunos momentos más pronunciada la pendiente de las primeras.

En el caso del grupo tratamiento se ve una marcada disminución del rendimiento en la primera semana. Esto concuerda, en parte, con lo dicho por Schroeder et al. (2004), quienes mencionan que frente al efecto de suplementación con grasas insaturadas, el rendimiento de GB no se incrementa; como puede verse luego de un período de recupero, empieza a descender nuevamente. Según el mismo autor, el efecto general de la suplementación con grasas insaturadas sobre el rendimiento de GB en leche de vacas en condiciones de pastoreo no es diferente a cero y esto puede ser explicado por la combinación de la disminución en la concentración de grasa y el incremento de la producción de leche.

Como se mencionó anteriormente, el efecto de una disminución en la concentración de grasa en leche puede deberse a la disminución en la síntesis de novo de grasa en glándula mamaria por efecto directo de ciertos tipos específicos de AG de cadena larga. Esta justificación es semejante con la de Schroeder et al. (2004), quien además detalla que, a pesar de producir esa disminución antes mencionada, el rendimiento total de grasa no es afectado; lo que es coincidente con los resultados descritos en este trabajo ya que los valores son no significativos.

En la figura 5 se visualiza como la tendencia del porcentaje de Proteína total (%PT) en leche (gr/100ml) tiende a aumentar, para ambos tratamientos. Esto puede explicarse por el descenso en la cantidad de litros de leche que los animales producen debido a la etapa de lactancia.

Una vez más, aunque sin diferencias significativas, puede verse que el grupo tratamiento, al comienzo de la evaluación (semana 7), presenta un valor ligeramente mayor respecto al grupo control. Posteriormente se observa un descenso con un valor bajo muy marcado para el período correspondiente a la semana 8. Luego de dicho intervalo de tiempo se contempla la recuperación de la concentración de proteína, aunque siempre con valores por debajo respecto al grupo control.

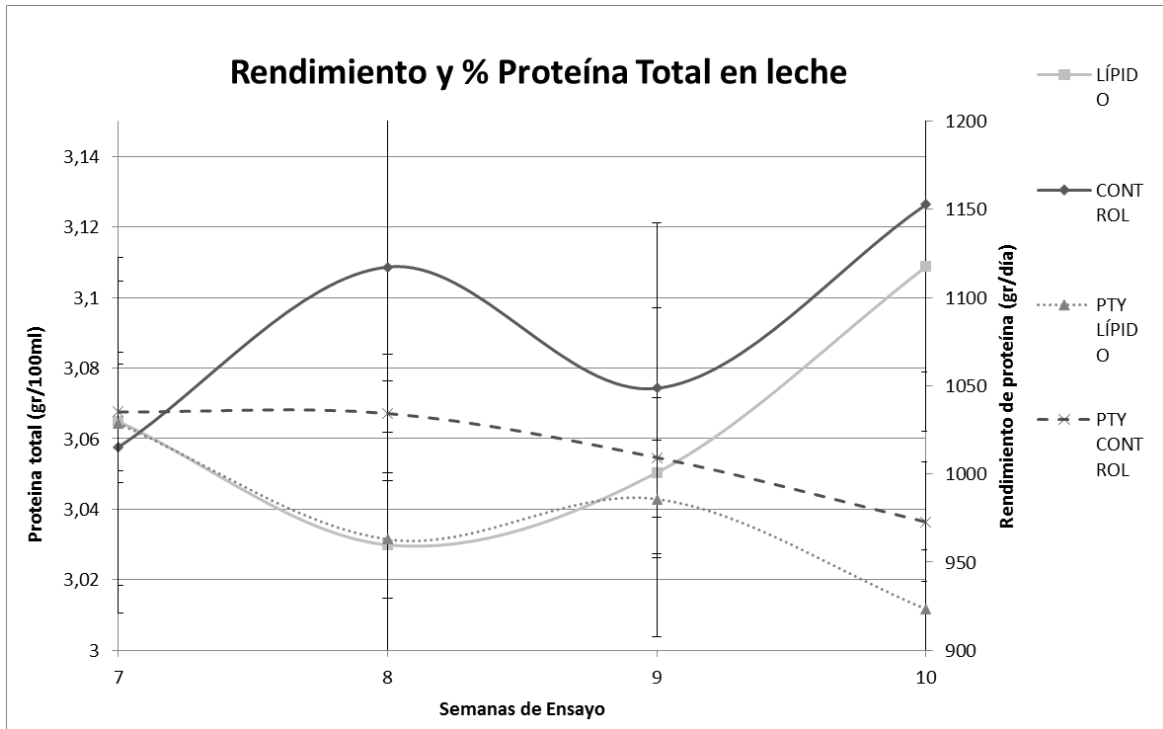


Figura 5. Rendimiento y % de Proteína Total en leche. PTY: proteína total yield (rendimiento) en leche. Promedios semanales para grupo lípidos y grupo control. Fuente: elaboración propia, 2016.

Con respecto al rendimiento de proteína en leche puede observarse que, tanto para el grupo tratamiento como para el grupo control, la tendencia es a la disminución, a pesar de que el parámetro % PT tiende a aumentar en ambos casos. Ésta tendencia es mucho más marcada en el grupo control, que en el grupo tratamiento, donde la curva de PTY acompaña a la de % PT separándose sólo en la última semana.

Según Schroeder *et al.* (2004), la concentración total de proteína en leche, generalmente, no es afectada a causa de la suplementación lipídica. Además, en el mismo trabajo y citando a Bargo *et al.* (2003), se destaca que la suplementación no reduce significativamente el contenido de proteína total, lo que es coincidente con lo obtenido en el presente trabajo.

Con respecto al rendimiento de proteína en leche, el mismo autor mencionado anteriormente citando a Gagliostro y Chilliard (1992) y Wu y Huber (1994), destaca

que dicho parámetro no disminuye luego de la suplementación con grasas insaturadas y saturadas. En el mismo trabajo se deja constancia que las grasas del primer tipo presentan un aumento, pero en menor escala que las del segundo tipo.

Los resultados son coincidentes con lo expuesto por Duque *et al.*, (2013), quienes detallan que frente a una suplementación con omega 3 y 6 los parámetros de calidad de leche no varían respecto al grupo control.

Schroeder y Gagliostro (2007) afirman que la suplementación con AG-Ca (conteniendo éstos 65% de AG insaturados y 35% de AG saturados) tampoco generó diferencias en la producción y composición de leche. Asimismo sugieren que la suplementación con sales cálcicas de AG insaturados es adecuada porque no produce efectos negativos en la digestibilidad ruminal, los que normalmente se esperarían tener, frente a una suplementación lipídica en rumiantes.

La respuesta a la suplementación lipídica está altamente relacionada al tipo de suplemento graso utilizado y a la etapa de lactación en la que se encuentra la vaca. Dicha suplementación, realizada a vacas en pastoreo, puede representar una estrategia para maximizar los efectos benéficos de dietas a base de pastura; incrementando tanto el valor nutricional como comercial de la leche producida bajo éste tipo de sistemas (Kolver *et al.*, 2002; Vidaurreta *et al.*, 2002; Schroeder *et al.*, 2003).

8.5 CONCLUSIÓN.

En base a los resultados obtenidos y expuestos en la sección resultados, la hipótesis propuesta queda refutada.

Frente a la suplementación con grasas protegidas, la evaluación del comportamiento ingestivo en pastoreo mostró que el tiempo en pastoreo fue mayor para las vacas sometidas a suplementación, contrariamente a lo esperado, sin modificarse el tiempo de rumia.

Por otra parte, el consumo de materia seca en vacas en pastoreo no solo no disminuyó, sino, sino que se vio incrementado; lo que concuerda con el mayor tiempo de pastoreo hallado.

Con respecto a los parámetros de producción y calidad de leche no se encontraron diferencias significativas.

8. 6 BIBLIOGRAFÍA.

Albright, J.L.: "*Feeding Behavior of Dairy Cattle^{1, 2}*", Journal of Dairy Science, n°2 vol: 76, Purdue University, West Lafayette, Indiana. USA. 1993.

Allden, W.G. y Mc D. Whittaker, I.A.: "*The determinants of herbage intake by grazing sheep. The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability*". Bodles anim. Research Station, Old Harbour, Jamaica. 1970.

Bach, A.: "*La reproducción en el vacuno lechero*". XVII Curso de Especialización FEDNA (s/d), Purina, España.

Balocchi, L.; Pulido, F. y Fernandez, V.; "*Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado*". Univ. Austral de Chile, FCA, Valdivia, Chile. 2000.

Bargo, F.; Muller, L.D.; Kolver, E.S.; Delahoy, J.D.: "*Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture*", J. Dairy Sci. 86: 1-42, Pennsylvania, USA. 2003.

Bargo, F.; Muller, L.D.; Delahoy, J.D.; Cassidy, T.W.: "*Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations*", J. Dairy Sci. 85: 2948-2963, Pennsylvania, USA. 2002.

- Bauchart, D.; Doreau, M y Kindler, A.:" *Effect of fat and lactose supplementation on digestion in dairy cows. 2 long chain fatty acids*". Institut National de la Recherché Agronomique de Theix, Francia. 1987.
- Bauchart, D., Doreau, M., & Legay-Carmier, F. R. A. N. C. O. I. S. E. "*Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant*". Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 61, 65-77, 1985.
- Bauman, D.E. y Currie, W.B.: "*Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis*". Dept. Anim. Sci. Cornell Univ. Ithaca. New York, USA. 1980.
- Bauman, D.E. y Griinari, J.M.:" *Nutritional regulation of milk fat synthesis*". Dept. Anim. Sci. Cornell Univ. Ithaca y Dept. Animal Sci. Univ. Helsinki, Finlandia. 2003.
- Bauman, D.E. y Griinari, J.M.:" *Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome*". Dept. Animal Sci. Cornell Univ. Ithaca y Dept. Anim. Sci. Univ. Helsinki, Finlandia. 2001.
- Barbera P. y Cangiano C.A. Capítulo 14: Suplementación en pastoreo. En Cangiano, C.A. y Brizuela, M. A: *Producción Animal en Pastoreo*, Segunda edición. Editorial INTA, pp. 377 – 381; 386; 393-394; 397-398. Argentina. 2011.
- Beam, S.W. y Butler, W.R.:" *Energy balance, metabolic hormones and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid*". Dept. of Animal Sci. Cornell Univ. Ithaca. New York, USA. 1998.
- Beam, S.W. y Butler, W.R.:" *Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat*". Dept. of Animal Sci. Cornell Univ. Ithaca. New York, USA. 1997.

- Benvenuti M. A. y Cangiano C.A. Capítulo 10: Características de las pasturas y su relación con el comportamiento ingestivo y consumo en pastoreo. En Cangiano, C.A. y Brizuela, M. A.: *Producción Animal en Pastoreo. Segunda edición*. Editorial INTA, pp. 259 – 260 y 277-279. Argentina. 2011.
- Butler, W.R.: “*Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow*”. *Livestock Production Science*, 98: 5-12, 2005.
- Chacon, E.; Stobbs, T.H. y Sandland, R.L.:” *Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurements of eating behaviour*”. CSIRO. *Journal of the British Grassland Society* Vol. 31, 81-87. 1976.
- De Luca, L. “*Nutrición y fertilidad del ganado lechero*”. Apunte de clase. Cátedra de Producción Lechera. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Lomas de Zamora, 2006.
- Duque, Q.M.; Rosero, N.R.; Gallo, J y Olivera A.M.: “*Efectos de la suplementación con grasas protegidas sobre parámetros productivos y reproductivos en vaca lactante*”. *Revista MVZ Cordoba*, n.3, 18:3812-3821, Colombia, 2013.
- Forbes, J.M.:” *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*”. CAB International, Oxon, UK. 1995.
- Gagliostro, G.A. y Schroeder, G.F.:” *Efectos de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos insaturados sobre la digestión ruminal en vacas lecheras en pastoreo*”. INTA E.E.A. Balcarce y CONICET. Argentina. 2007.
- Gagliostro, G.A.:” *Suplementación con sales de calcio de ácidos grasos en vacas lecheras en lactancia media en condiciones de pastoreo*”. INTA E.E.A Balcarce. Argentina. 1997.

- Gagliostro, G.A. y Chilliard, Y.:” *Utilización de lípidos protegidos en la nutrición de vacas lecheras. I. Efectos sobre la producción y composición de leche y sobre la ingestión de materia seca*”. INTA E.E.A. Balcarce. Argentina. 1992.
- Gagliostro, G.A.; Cangiano, C.A.; Gallardo, M.; Gonda, H.L.; Santini, F.J. y Rearte, D.H.:” *Consumo de vacas lecheras en pastoreo. I. Efecto de la suplementación energética sobre la tasa de sustitución y la producción de leche*”. INTA E.E.A Balcarce. Argentina. 1988.
- Garnsworthy, P.C.: “*Fats in Dairy cows diets*”, *Recent Advances in Animal Nutrition*, pp. 87-103. University of Nottingham, Maryland, USA. 1997.
- Grant, R.J., y Albright J.L.: “Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle”, *J. Dairy Sci.* 84(E. Suppl.):E156-E163. Lincoln, Nebraska y West Lafayette, IN. USA. 2001.
- Gregorini, P.; Waghorn, G.C.; Kuhn-Sherlock, B.; Romera, A.J. y Macdonald, K.A.: “*Short communication: Grazing pattern of dairy cows that were selected for divergent residual feed intake as calves*”. *J. Dairy Sci* 98:1–6, New Zealand. 2015.
- Grummer, R.R.; Hatfield, M.L. y Dentine, M.R.:” *Acceptability of fat supplements in four dairy herds*”. Dept. of Animal Sci. Univ. of Wisconsin, Wisconsin, USA. (Abstract). 1990.
- Hendricksen, R. y Minson, D.J.:”The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of Lablab purpureus cv. Rongai*”. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures, St Lucia, Queensland, Australia. 1980.
- Illius, A. W. “*Advances and retreats in specifying the constraints on intake in grazing ruminants*”. In *Proceedings of the XVIII International Grassland Congress*, Winnipeg. Canada (pp. 39-44), 1997.

- Jamieson, W.S. y Hodgson, J.:" *The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon ingestivo behavior and herbage intake of calves under strip-grazing managements*". Grassland Research Institute, Hurley. UK. 1979.
- Jenkins, T.C.: SIMPOSIO: "ADVANCES IN RUMINANT LIPID METABOLISM: *Lipid metabolism in the rumen*". Animal, Dairy and Veterinary Sciences Dept., Clamson Univ. Carolina Del Sur. USA. 1993.
- Jenkins, T.C. y Palmquist, D.L.:" *Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations*". Dept. of Dairy Sci. Ohio Agricultural Research and Development Center, the Ohio State University. Ohio. USA. 1984.
- Jerred, M.J.; Carrol, D.J.; Combs, D.K. y Grummer, R.R.:" *Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on lactation performance of dairy cattle*". Dept. of Dairy Sci. Univ. of Wisconsin, Wisconsin, USA. (Abstract). 1990.
- Kolver, E.S. y De Veth, M.J.: "*Prediction of ruminal pH from pasture-based diets*". J. Dairy Sci, 85:1244-1266. New Zealand. 2002.
- Komarek, A. R., Robertson, J. B., & Van Soest, P. J. "*A comparison of methods for determining ADF using the filter bag technique versus conventional filtration*". J. Dairy Sci, 77 (Suppl 1), 114, 1993.
- Lucy, M.C.; Staples, C.R.; Michel, F.M. y Thatcher, W.W.:" *Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows*". Dairy Sci. Dept. Institute of Food and Agricultural Sciences Univ. of Florida, USA. 1991.

- MacRae, J. C., & Armstrong, D. G. “*Enzyme method for determination of α -linked glucose polymers in biological materials*”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19(10), 578-581, 1968.
- Meléndez, El Mercurio Web: “*Suplementación de grasas en la alimentación de vaca lechera*”. [disponible en: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2015/01/21/Suplementacion-de-grasas-en-la-alimentacion-de-vacas-lecheras.aspx>. 2015 [consultado en: marzo 2016].
- Meijs, J. A. C., Walters, R. J. K., & Keen, A. “*Sward methods*”. *Herbage intake handbook*, 11-36, 1982.
- Minson, D.J. y Wilson, J.R.:” *Prediction of intake as an element of forage quality*”. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures, St Lucia, Queensland, Australia. 1994.
- Mongiardino, M.E.: “*Influencias de los desbalances nutricionales y enfermedades metabólicas sobre la eficiencia reproductiva en rodeos lecheros*”. Curso de nutrición de vaca lechera. CICV, INTA E.E.A Castelar, Argentina. 1997.
- National Research Council, et al. “*Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*”. National Academies Press, 2001.
- Palmquist, D.L.: “*Utilización de lípidos en dietas de rumiantes*”. XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. Madrid, España. 1996.
- Palmquist, D.L. y Sukhija, P.S.:” *Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces*”. Dept. of Dairy Sci. Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University. Ohio, USA. 1988.

- Palmquist, D.L. y Jenkins, T.C.:” *Fat in lactation rations* ^{1, 2}”. Dept. of Dairy Sci. Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University. Ohio, USA. 1980.
- Palmquist, D.L. y Conrad, H.R.:” *High fat rations of dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production and plasma metabolites*”. J. Dairy Sci. 61:890-901. Ohio, USA. 1978.
- Poppi, D.P.; Gill, M. y Frances, J.:” *Integration of theories of intake regulation in growing ruminants*”. Grassland Research Institute, Hurley. UK. 1994.
- Rearte, D.H. y Pieroni, G.A.:” *Supplementation of temperate pastures*”. INTA E.E.A. Balcarce, Argentina. 2001.
- Remesy, C., Chilliard, Y., Rayssiguier, Y., Mazur, A., & Demigne, C.. *Le métabolisme hépatique des glucides et des lipides chez les ruminants: principales interactions durant la gestation et la lactation*. *Reproduction Nutrition Développement*, 26(1B), 205-226, 1986.
- Schroeder, G.F.; Gagliostro, G.A.; Bargo, F.; Delahoy, J.E.; Muller, L.D.:” *Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review*”. CONICET, INTA E.E.A. Balcarce y Dept. of Dairy and Anim. Sci., Pennsylvania State University. 2004.
- Schroeder, G.F.; Delahoy J.E.; Vidaurreta, I.; Bargo, F.; Gagliostro, G.A. y Muller L.D.:” *Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat*”. J. Dairy Sci. 86:3237-3248. CONICET, INTA E.E.A. Balcarce y Dept. of Dairy and Anim. Sci., Pennsylvania State University. USA. 2003.

- Schroeder, G.F.; Gagliostro, G.A.; Becu-Villalobos, D. y Lacau-Mengido, I.:” *Supplementation with partially hydrogenated oil in grazing dairy cows in early lactation*”. CONICET, INTA E.E.A Balcarce. Argentina. 2002.
- Shaver, R.:” *Fat supplements*”. College of agricultural and life Sci., Univ. of Wisconsin, Wisconsin, USA. 1991
- Sklan, D. y Moallem, U.:” *Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows*”. Faculty of Agriculture, Hebrew University, Israel. 1991.
- Statistical Analysis System Institute. *SAS/STAT: user's guide, version 8*. SAS Institute, 1999.
- Storry, J. E. “*Effect of dietary fat on milk composition*”. Recent advances in animal nutrition, 1981.
- Stritzler, N.P.; Rabortnikof, C.M.; Ferri, C.M. y Pagella, J.H. Capítulo 6: Los forrajes en la alimentación de rumiantes. En Cangiano, C.A. y Brizuela, M.A.: *Producción Animal en Pastoreo*. Segunda edición. Editorial INTA, pp. 155-156. Argentina. 2011.
- Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. “*A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops*”. Grass and forage science, 18(2), 104-111, 1963.
- Vidaurreta, L.I.; Gagliostro, G.A.; Schroeder, G.F.; Rodriguez, A. y Gatti, P.:” *Partial replacement of corn grain by calcium salts of unsaturated fatty acids in grazing dairy cows: 2—Milk fatty acid composition*”. J. Dairy Sci. 85:311 – 312. Québec, Canada. 2002.
- Wildman, E.E.; Jones, G.M; Wagner, P.E. y Boman R.L.:” *A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics*”.

Dept. of Dairy Sci. Virginia Polytechnic Institute and State University
Blacksburg, Carolina del Sur, USA. 1982.

Wu, Z. y Huber, J.T.: "Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: A review". Dept. of Animal Sci., Univ. of Arizona, Tucson. USA. 1994.