

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFECTO DE LA ESTACIÓN DEL AÑO, LA
ALIMENTACIÓN Y EL AMBIENTE
PRODUCTIVO SOBRE EL CONTENIDO DE
CASEÍNA EN LECHE: Monitoreo de Sistemas de
Producción**

por

Enrique Eduardo COLZADA SELLANES

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magíster en Agronomía, Opción
Producción Animal y Agronegocios

**PAYSANDÚ
URUGUAY
Octubre 2015**

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. (PhD) Alejandro Lamanna, Dra. Elena De Torres y Dr. Q. F. Tomás López el 4 de diciembre de 2015. Autor: Ing. Agr. Enrique Colzada. Director: Ing. Agr. (PhD) Pablo Chilibroste. Co-Director: Ing. Agr. (MsC) Enrique Favre.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor de tesis Ing. Agr. PhD Pablo Chilibroste, quien supo orientarme en la investigación de sistemas de producción lecheros vinculado a la nutrición del rodeo, área que ha despertado mucho interés de mi parte, con su forma eficaz de motivar a sus orientados. Además de estar disponible siempre que lo consulté, a pesar de su agenda cargada de actividades. De él, he aprendido metodologías de búsqueda de solución a problemas que se ajustan a la creatividad y eficiencia para encontrar el resultado correcto.

A la estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) lugar que he trabajado mientras realicé la Maestría. A docentes como Ing. Agr. MsC Diego Mattiauda, Ing. Agr. PhD Pablo Socca y Ing. Agr. MsC María de los Angeles Bruni, quienes han sido parte de mi formación en esta etapa, mediante la crítica y discusión de problemas vinculados a los sistemas de producción lecheros de nuestro país. Además el agradecimiento a todos los docentes que formaron parte de los cursos realizados en la Maestría, aportando conocimiento y metodologías de trabajo correctas.

Al Consorcio Regional de Innovación de la cadena láctea del litoral (CRI lechero del litoral), quienes me han permitido formar parte del proyecto en el cual enfoque mi trabajo final y me ha permitido financiar mis estudios de Maestría. Además, me han enseñado a trabajar de forma multidisciplinaria con investigadores de diferentes temáticas.

A mi familia, que me apoyó en todo momento para mejorar mi formación con la Maestría, donde tuve que realizar muchos viajes a Montevideo y dedicar muchos fines de semana a este trabajo, sintiendo el apoyo para continuar formándome. A todas esas personas que permitieron cumplir este objetivo, no tengo nada más que decirles, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>.....	1
1.1. CASEÍNA Y SU ROL EN EL RENDIMIENTO QUESERO.....	2
1.2. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR LAS FRACCIONES DE LA PROTEÍNA EN LA LECHE.....	3
1.2.1. <u>Estación del año</u>.....	5
1.2.2. <u>Efecto del clima</u>.....	5
1.2.3. <u>Efecto del ambiente productivo</u>.....	7
1.2.4. <u>Número de lactancias</u>.....	8
1.2.5. <u>Etapas de lactancia</u>.....	9
1.2.6. <u>Razas lecheras</u>.....	10
1.2.7. <u>Alimentación</u>.....	11
1.2.7.1. Forrajes (pasturas y ensilajes).....	11
1.2.7.2. Concentrados (energéticos, proteicos, grasas, etc.)...	14
1.3. CONCLUSIÓN A PARTIR DE REVISIÓN.....	22
1.4. HIPÓTESIS.....	24
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>.....	25
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>.....	33
3.1. VARIACIÓN ESTACIONAL.....	33
3.2. COMPARACIÓN ENTRE REGIONES.....	43
3.3. CARACTERÍSTICAS DE MANEJO DE PRODUCTORES QUE ALCANZARON VALORES MAS ALTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CASEÍNA.....	47
3.3.1. <u>Mayo-octubre</u>.....	48
3.3.2. <u>Diciembre-Marzo</u>.....	50

4. <u>CONCLUSIÓN</u>	52
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	54
6. <u>ANEXOS</u>	66
6.1. RESUMEN EJECUTIVO	66
6.2. FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	73

RESUMEN

En el marco del proyecto “Patrones de variación de la caseína en leche en el litoral noroeste: su relación con sistemas productivos y producto final” (CRI lechero del litoral), se realizó un trabajo con el objetivo de estudiar el patrón de variación de caseína en leche a lo largo del año, y el efecto sobre la misma de la alimentación y el ambiente productivo vinculadas al rodeo lechero. Se tomaron muestras mensuales en tambos remitentes a las empresas PILI SA y CLALDY SA (15 tambos por empresa) durante el período (abril 2012 - marzo 2013). Se utilizó un modelo mixto (ProcMixed SAS 2010) y un método de partición recursiva. El paquete estadístico utilizado fue: JMP Statistics and Graphics Guide versión 1 (1989). El contenido de proteína en leche (g/100g) fue mayor en otoño, y el contenido de caseína en leche (g/100g) fue más alto en otoño e invierno, explicado por el alto uso de suplementos concentrados (energía) para sincronizar el aporte de proteína por parte de las pasturas. Fue posible mantener niveles altos de contenido de caseína (g/100g) y relación caseína/proteína verdadera en leche en primavera con dietas casi exclusivamente pastoriles. La proporción de caseína en relación a la proteína total y la relación caseína/proteína verdadera en leche no alcanzó valores que reporta bibliografía. En términos de rendimiento (kg/vaca), la región sur produce mayores cantidades de caseína y proteína que la región norte, debido a la mayor producción de leche (L/VO/d) en estos sistemas.

Palabras clave: caseína, nutrición, sistemas de producción, concentrado, pasturas.

SUMMARY

The effect of season, feeding and production environment on the casein in milk: Production systems monitoring

The Project “Patrons of the variation of the casein in milk in the NW littoral: its relation with productive systems and final product” (CRI lecherodellitoral) gave birth to some work done with two aims. One was studying the patron of variation of the casein in milk throughout the year, and the other studying the effect on it of the feeding and productive environment related to the dairy field. Monthly samples were taken on dairy farms remitting to PILI and CLALDY S.A. companies (15 dairy farms each) between April 2012 and March 2013. To determine the patron of seasoning variation of the variables of interest, a mixed model (ProcMixed SAS 2010) was used, with region, month, feeding variables and welfare index as fixed effect. The differences between regions (north and south) and months were considered significant when $P < 0,05$ (Tukey). The recursive partition method was used to form groups of producers and locate cut points in the significant variables. The statistic pack used was: JMP Statistics and Graphics Guide version 1 (1989). The content of protein in milk (g/100) was higher in autumn, associated with the higher input of energy in the diet, due to the use of high concentrated supplements at that time. Autumn and Winter determined the highest values in the content of casein in milk (g/100g), due to the high use of concentrated supplements (energy) to synchronise the supply of protein through the pastures. It was possible to maintain high levels of the content of casein (g/100g) and relation casein/true protein in milk in spring with diets nearly exclusively on pastures. In the evaluated region, the proportion of casein in relation to the total protein in milk did not reach values of 0,8 as it is reported in the bibliography. The relation casein/true protein in milk also showed values inferior to the reported ones in books. In terms of yield (kg/cow), the southern region produces larger amounts of casein and protein than the southern region, due to the higher production of milk (L/VO/d) in those systems.

Key words: casein, nutrition, production systems, concentrated, pastures

1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche en el Uruguay se ha incrementado en la última década llegando a 2.300 millones de litros en el año 2013. Las industrias procesadoras uruguayas recibieron un total de 2.041 millones de litros durante ese año, registrándose un crecimiento en volumen de un 5,4 % en relación a 2012 (INALE, 2013). Solamente 165 millones de litros (8 % del total remitido en el Uruguay) son comercializados como leche pasteurizada, el volumen restante se destina a la elaboración de diferentes productos donde predominan los quesos y la leche en polvo (DIEA, 2014). En los últimos años (2008 a 2012) entre el 35 y el 38 % de la leche remitida a industrias del Uruguay ha sido destinada para la elaboración de quesos, siendo junto a la leche en polvo, los principales rubros de exportación (DIEA, 2013).

El rendimiento quesero influye en la competitividad de las industrias queseras (Escobar et al., 2014), especialmente en el caso de las industrias del litoral norte uruguayo, donde el queso supone un 80 % de sus exportaciones, lo que representó económicamente U\$S 61.374.000 para el año 2011 (Uruguay XXI, 2012). Por lo tanto, mejorar un 1 % el rendimiento quesero, significaría un aumento en el ingreso de U\$S 613.740 en las industrias queseras. Es conocido que la proteína láctea, más precisamente la concentración de caseína en leche, está directamente relacionada con el rendimiento quesero (Guerrero, 2002). En las plantas industriales, se asume como una constante la cantidad de caseína (80 %) en relación a la proteína total en base a valores bibliográficos, sin contar con información local sobre este indicador y su variación a lo largo del año.

Dentro de la caseína, existen diferentes fracciones; α s1-CN, α s2-CN, β -CN y κ -CN (McMahon y Oomen, 2008), que varían de acuerdo a su peso molecular y la cantidad de grupos fosfatos que poseen. La κ -CN representa entre el 8 y 13 % de la caseína total, siendo la que juega un rol fundamental en la formación de la cuajada y en el rendimiento quesero (Etchevers, 2011). Varios estudios han asociado al alelo B de la κ -CN como determinante para la buena coagulación de la leche (Hurtaud et al.

2009), con la obtención de un cuajo más firme, reduciendo tiempos de coagulación de cuajada e incrementando el rendimiento del queso (Whedolm et al. 2006).

Este trabajo forma parte del proyecto “Patrones de variación de la caseína en leche en el litoral noroeste: su relación con sistemas productivos y producto final”, ejecutado por el Consorcio Regional de Innovación de la cadena Láctea del Litoral (CRI lechero del litoral), cofinanciado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Tiene como objetivo determinar el patrón de variación de caseína en leche a lo largo del año, y el efecto de la alimentación y el ambiente productivo vinculadas al rodeo lechero.

1.1. CASEÍNA Y SU ROL EN EL RENDIMIENTO QUESERO

Desde hace más de 100 años se han utilizado diferentes fórmulas para predecir el rendimiento del queso fresco y para asegurar a nivel industrial la calidad del producto e identificar si existió algún problema durante la elaboración del mismo (Delgadillo, 2012). Es conocido que la composición de la leche es el factor principal que afecta el rendimiento quesero, especialmente el contenido de proteína y grasa (Emmons et al., 1990), y muy especialmente la caseína ya que ésta es la fracción coagulable por el cuajo (Etchevers, 2011). Por otra parte De Peters y Cant (1992), sostienen que entre un 76 y 86 % del total de proteínas de la leche está compuesto por caseínas. Se han reportado leches con alta cantidad de proteínas, pero con bajas propiedades para la elaboración de queso, lo cual ha despertado interés en conocer los factores directamente vinculados al rendimiento quesero.

La capacidad de coagulación del queso es esencial para su fabricación (Ikonen et al. 1999). Por lo que varios autores han evaluado el efecto de la composición de las distintas proteínas en las propiedades coagulantes de la leche, encontrándose una influencia de la κ -caseína y su proporción en relación a la caseína total, donde una baja concentración de κ -caseína es asociada a una mala coagulación de la leche (Whedolm et al. 2006).

La caseína puede ser coagulada para formar una masa blanca y así obtener distintos productos lácteos, entre ellos el queso. La κ -caseína constituye entre el 8% y el 13% de las caseínas totales, siendo la que juega un papel fundamental en la formación de la cuajada y en el rendimiento del queso (Etchevers, 2011). La leche de vacas que presentan predominantemente la variante B de α s1-caseína, β -caseína, κ -caseína y β -lactoglobulina produce un 9 % más de queso que vacas con la variante A (De Peters y Cant, 1992). Las propiedades queseras de la leche se podrían mejorar seleccionando vacas con altas concentraciones de α s1, β y κ -caseína y, con alta κ -caseína en relación a la caseína total (Whedolm et al., 2006). El contenido de κ -caseína afecta directamente el tamaño de la micela de caseína y las propiedades de la caseína coagulable para la fabricación del queso (Donkin et al., 1989). La relación α -caseína y β -caseína también juegan un importante papel como constituyentes básicos de la microestructura del queso (St-Gelais y Haché, 2005).

Por todo lo anterior es muy importante para la industria quesera el conocimiento de la producción animal y su relacionamiento con la cantidad y diferentes fracciones de caseínas en la leche, para la evolución de los procesos tecnológicos adecuados para aumentar la calidad y el rendimiento de la producción industrial.

1.2. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR LAS FRACCIONES DE LA PROTEÍNA EN LECHE

En la literatura no existe mucha investigación reciente que concentre sus esfuerzos en el estudio de las variables que inciden en el contenido de caseína y sus fracciones en la leche. Existen trabajos de la década del 80 en los que se investigó sobre variables que podían modificar la proteína en la leche y en algunos de ellos se profundizó más midiendo las variaciones de caseína. En el cuadro 1 se presenta las variables que pueden estar influyendo en la concentración de proteína en leche y sus fracciones.

Cuadro N°1: Factores que pueden afectar el contenido de caseína, proteína verdadera, relación caseína/proteína verdadera, proteína total y MUN (nitrógeno ureico en leche).

Variables	Autores
Estación del año	González et al. (2004).
Clima	Cruz y Saravia (2008), Thom (1959), Valtorta y Gallardo (1996)
Ambiente productivo	Balbinotti et al. (2006), Correa et al. (2002), Piaggio y García (2004), Roman et al., (2013).
Número y etapa de lactancia	Benavides (2003), De Peters y Cant (1992), De Peters et al. (1989), De Peters y Ferguson (1992), Etchevers (2011), Kroeker et al. (1985), Ng-Kwai-Hang et al. (1985), Ng-Kwai-Hang et al. (1984), Rook (1961), Waite et al. (1956).
Razas Lecheras	Balbinotti et al. (2006), De Peters y Cant (1992), Fegan (1979), García et al. (2007), Hurtaud et al. (2009), McLean et al. (1984), Vertes et al. (1989).
Alimentación y Nutrición	Armstrong (1976), Balbinotti et al. (2006), Beever (1993), Beever et al. (1978), Chilibroste (2002), Chilibroste (1998), Clark (1974), Coulon y Remond (1991), Coulon et al. (1998), De Peters y Cant. (1992), De Peters y Ferguson (1992), De Peters y Taylor (1985), De Peters et al. (1989), De Peters et al. (1987), De Peters et al. (1985), Donkin et al. (1989), Elizalde y Santini (1992), Emery (1978), Etchevers (2011), Gallardo (2006), Gallardo (1988), Garciarena et al. (1990), González et al. (2004), Gordon (1977), Grainger and Wilhelms (1979), Grant y Patel (1980), Hagemeister et al. (1976), Hernández y Ponce (2005), Holmes et al. (1956), Hurtaud et al. (2009), Kaufmann (1979), Kaufmann (1977), Kefford et al. (1995), Mackle et al. (1999), Mayne y Thomas (1994), Mephram (1982), Mephram (1976), Mojica et al. (2009), O'Brien et al. (1997), Palmquist y Moser (1981), Ponce (2009), Ponce (1983), Ponce et al. (1999), Razz y Clavero (2007), Rearte (1992), Remond (1985), Rogers et al. (1984), Sloan et al. (1989), Spöndly (1986), Sutton (1989), Sutton et al. (1980), Thomas et al. (1985), Thomas (1984), Thomas et al. (1982), Thomas (1971), , Thomson et al. (1985), Wright et al. (1998), Yousef et al. (1970).

1.2.1. Estación del año

En un estudio realizado en Pelotas, Brasil, González et al (2004) analizaron las variaciones en composición química de la leche a lo largo del año (setiembre 1999 a agosto de 2000) en 10 unidades de producción caracterizadas por sistemas de producción diferentes. Los diferentes sistemas fueron: especializado (ES) con alimentación a base de ración balanceada, ensilaje y pastura cultivada de forma continua durante todo el año, con buena oferta de alimento, además de condiciones de higiene e infraestructura adecuada, semi-especializado (SE) con alimentación a base de ración balanceada, ensilaje y pastura cultivada de forma continua durante todo el año pero sin mantener la calidad ni las condiciones de higiene e infraestructura antes mencionada, y no especializado (NE) donde no utilizaron ración balanceada, ni ensilaje ni pastura cultivada en forma sistemática y bajo condiciones nutricionales y sanitarias precarias.

El estado de Rio Grande do Sur se ubica al norte de nuestro país y, Pelotas se ubica al sur del estado, correspondiendo a condiciones de temperaturas (de acuerdo a la latitud) similares a las del norte de Paysandú en Uruguay. Los mayores valores de caseína (g/100g) se observaron en octubre (2.53), noviembre (2.49), marzo (2.47) y abril (2.49). Los autores explicaron los mayores valores de caseína por la mejor oferta de forraje en los meses de primavera (octubre y noviembre). Concluyen que el mejor nivel nutricional verificado en la primavera permitió los mayores valores de las fracciones nitrogenadas de la leche (González et al. 2004).

En el Uruguay no hay antecedentes sobre trabajos que evalúen el efecto de la estación del año sobre la variación de las fracciones nitrogenadas de la leche.

1.2.2. Efecto del clima

El índice de temperatura y humedad (ITH) determina el grado de estrés por altas temperaturas que pueden sufrir las vacas lecheras y por lo tanto disminuir la

performance productiva, determinando menor producción de leche y concentración de proteína láctea. El ITH desarrollado por Thom (1959), fue modificado por Valtorta y Gallardo (1996):

$$\text{ITH: } ((1,8 \text{ Ta} + 32) - (0,55 - (0,55 \text{ Hr}/100)) ((1,8 \text{ Ta}) - 26)$$

Donde:

Ta: temperatura ambiente (°C)

Hr: humedad relativa (%)

El rango de ITH es:

70 o menos: no hay estrés

70 a 72: alerta – próximo al límite crítico de producción de leche

72 a 78: alerta – por encima del límite crítico

78 a 82: peligro

Mayor a 82: emergencia

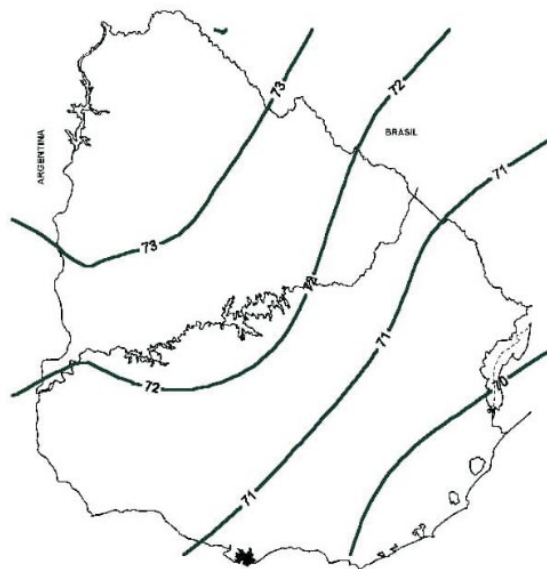


Figura N° 1: Variación espacial del índice de temperatura y humedad del aire del mes de enero (Cruz y Saravia, 2008).

1.2.3. Efecto del ambiente productivo

Balbinotti et al. (2006) en un estudio similar al de González et al. (2004) observaron mayores valores de relación caseína/proteína total (0.84) para aquellos sistemas (ES) que además de mostrar mayores aportes nutricionales al rodeo, presentaron sala de ordeño higiénica, sistema de ordeño con circuito cerrado, corral de espera pavimentado y manejo del ordeño adecuado. Los valores menores (0.807 y 0.812) para los sistemas ES y NE, respectivamente, fueron resultado de sistemas con menor aporte nutricional a la dieta, además de condiciones de higiene e infraestructura inferior a la antes mencionada. Los sistemas ES presentaban sistema de ordeño con circuito cerrado o con tarro, corral de espera sin piso y manejo del ordeño no adecuado. Los sistemas NE mostraban manejo del ordeño inadecuado y sistemas de ordeño con tarro o manual.

En un experimento donde se midió la eficiencia de un sistema de enfriamiento basado en aspersores y ventiladores en vacas lecheras en condiciones de alta temperatura en el Valle de Mexicale (Correa et al. 2002), se trabajó con un grupo de vacas al inicio de lactancia que tenían acceso solo a sombra (SS) y otro que tenían sombra y enfriamiento (SE) durante 135 días. Las temperaturas máximas fueron de 39 y 49 °C y humedad relativa de 30 a 50 %. Las vacas en el tratamiento SE produjeron 4 kg más de leche que las vacas en el tratamiento SS. Si bien no hubo diferencia en el porcentaje de proteína, el rendimiento de proteína (kg/d) fue mayor en las vacas que estaban en el tratamiento SE por una mayor producción de leche diaria (Correa et al., 2002).

En un trabajo realizado en INIA La Estanzuela durante el verano 2012-2013 donde evaluaron el efecto del ambiente estival y el uso de diferentes medidas de mitigación de estrés térmico sobre las respuestas productivas de vacas lecheras Holstein de alta producción, observaron una mejora de la concentración de proteína (3,11 g/100g) en aquellos animales que tenían acceso a sombra artificial asociado a dos sesiones de ventilación y aspersión en el corral de espera durante la mañana y la

tarde, siendo diferente estadísticamente respecto a aquellos animales que accedieron solamente a sombra (3,03 g/100g) y aquellos animales que no tenían acceso a sombra ni tampoco a refrigeración (3,02 g/100g), sin presentar diferencias estadísticas entre estos últimos (Roman et al., 2013).

Por otra parte, en un trabajo realizado en Florida (Uruguay), Piaggio y García (2004) evaluaron el efecto de vacas con acceso al agua de bebida de forma permanente, es decir en todos los potreros y en la sala de ordeño, en relación a vacas que accedían al agua solamente en la sala de ordeño. Observaron que el rodeo de vacas que tenían acceso al agua de forma permanente produjo un 5 % más de leche y un 7 % más en términos de cantidad de grasa y proteína por vaca en ordeño por día, en relación a vacas que solo tenían acceso al agua durante el ordeño. Los autores consideran que estas respuestas en términos de producción de leche, grasa y proteína pueden ser mayores en un año con precipitaciones normales, en ese año las precipitaciones alcanzaron los 1700 milímetros.

1.2.4. Número de lactancias

Etchevers (2011) reporta que los constituyentes de la leche disminuyen hasta la quinta lactancia, en donde los cambios comienzan a ser mínimos. El porcentaje de proteína lo hace en menor proporción debido a que el descenso en caseína se compensa con una elevación en el contenido de la proteína del suero.

Etchevers (2011) coinciden con De Peters y Cant (1992), a medida que se incrementa el número de pariciones, el contenido de caseína desciende.

Estos resultados coinciden con De Peters y Ferguson (1992) y De Peters et al. (1989), quienes consideran que el contenido de caseína y proteína es mayor para una vaca en su primera lactación, respecto a vacas multíparas.

Por otra parte en estudios donde evaluaron la edad de los animales, el contenido de proteína en leche alcanzó su valor máximo a los 3 años de edad y luego comenzó a disminuir. En este momento el contenido de caseína disminuye y las proteínas del suero se ven aumentadas (Ng-Kwai-Hang et al. 1984). Los porcentajes relativos de α -caseína se incrementan, β -caseína disminuye y κ -caseína se mantiene sin cambios a medida que aumenta la edad de la vaca (De Peters y Cant, 1992).

1.2.5. Etapas de lactancia

Etchevers (2011) reportó que existe una reducción del porcentaje de caseína durante los primeros días de la lactancia debido al contenido elevado de inmunoglobulinas en el calostro.

A su vez, Benavides (2003) observó un aumento en el contenido de caseína con el avance de la etapa de lactación, más específicamente entre el sexto y noveno mes luego del parto.

Por otra parte, Ng-Kwai-Hang et al. (1984), Ng-Kwai-Hang et al. (1985), Rook (1961), Waite et al. (1956) y De Peters y Cant (1992), reportaron que el contenido de caseína disminuye rápidamente luego del parto hasta aproximadamente 5 a 10 semanas de lactancia, seguido de un aumento gradual hacia fines de lactancia.

Kroeker et al. (1985), observaron que durante los dos primeros meses de lactancia el % de α -caseína disminuyó pero la β -caseína se incrementó en tal período con pocas variaciones a partir de ese momento. Por el contrario, no se observó variaciones en la fracción κ -caseína durante la lactancia.

1.2.6. Razas lecheras

Existen muchos estudios que investigaron sobre el contenido proteico de la leche de diferentes razas lecheras. Vacas Holstein poseen un menor contenido total de proteína en leche que vacas de raza Jersey (Fegan, 1979, De Peters y Cant, 1992).

Por otra parte García et al. (2007), en un estudio similar al de González et al. (2004) en Pelotas (Brasil), no observaron diferencias estadísticas entre los sistemas evaluados para los valores porcentuales de proteína (ES: 3,21 g/100g, SE: 3,04 g/100g y NE: 3,11 g/100g) y caseína (ES: 2,56 g/100g, SE: 2,48 g/100g y NE: 2,54 g/100g) en leche. Los autores mencionan que este efecto podría estar parcialmente relacionado a las diferencias en la composición racial de los rodeos, ya que los rodeos de los sistemas ES estaban compuestos por un 33 % de raza jersey y un 66 % de raza holando, los sistemas SE un 25 % de raza jersey y un 75 % de raza holando y los sistemas NE se componían de un 50 % de raza jersey y un 50 % de raza holando. Concluyen que la leche de la raza Jersey posee más sólidos totales que la raza Holando (García et al. 2007).

Balbinotti et al. (2006) coinciden con lo expuesto por García et al. (2007) dado que observaron, mayores tenores de sólidos totales en la raza Jersey, en relación a la raza Holando. A su vez, McLean et al. (1984) observaron que la frecuencia de la variante B de κ -caseína fue mayor para vacas Jersey que para vacas Holstein.

Por otra parte, Hurtaud et al. (2009) evaluaron el efecto de dietas con alta y baja energía en razas Holando y Normando. Cuando las vacas tenían acceso a dietas de alta energía, la leche de vacas Normando tuvieron mayor contenido de caseína y una mayor relación caseína/proteína que vacas de raza Holando. Estos resultados son consistentes con los reportados por Vertes et al. (1989), y estarían relacionados con la variante B de la κ -caseína, que es más frecuente en la población de vacas Normando. Sin embargo, otros estudios reportan que no hay diferencias importantes en la relación caseína/proteína en leche entre razas (Hurtaud et al. 2009).

1.2.7. Alimentación

Existen diversos trabajos en los que se ha estudiado el efecto de la alimentación en la composición láctea, más precisamente en la concentración de proteína y grasa en la leche (Cuadro N°1). Algunos de ellos profundizaron en el estudio de caseína, pero varios coinciden que la concentración de grasa en leche es más fácil de modificar debido a factores de alimentación. Sin embargo Sutton (1989) considera que cambios en la concentración de proteína de la leche pueden ser modificados debido a manipulación en la dieta de las vacas lecheras.

1.2.7.1. Forrajes (pasturas y ensilajes)

Balbinotti et al. (2006) realizaron un trabajo para caracterizar la producción y composición de leche en diferentes sistemas de producción de la región sur de rio Grande do Sur (Brasil). Los sistemas de producción fueron caracterizados de forma similar a González et al (2004) reportado en la sección anterior y obtuvieron valores mayores de caseína (2,71a) para los sistemas ES, respecto a SE (2,59b) y NE (2,63b). La relación caseína/proteína verdadera (calculada a partir de la información del experimento) mostró valores de 0,88, 0,84 y 0,85 para los sistemas ES, SE y NE, respectivamente. Los autores atribuyen los niveles mayores de caseína en los sistemas ES al mayor aporte de nutrientes considerando la dieta en estos sistemas. Concluyen que los porcentajes de caseína son afectados, principalmente, por la nutrición del rodeo.

Mackle et al. (1999) realizaron un trabajo con el objetivo de evaluar si las diferencias en las fracciones de caseína de la leche de vacas, se ven afectadas por la cantidad de pastura disponible, y por lo tanto por el consumo de materia seca en primavera (lactancia temprana) y verano (lactancia tardía). Observaron una disminución de la concentración de proteína (9 %) y de caseína (8 %) en leche durante el pastoreo restringido en primavera (lactancia temprana), en relación a vacas con acceso a pasturas ad libitum y suplementadas con concentrado. La relación

caseína/proteína total aumentó con el pastoreo restringido 1,5 %. Durante el verano (mediados a final de lactancia), la reducción en la concentración de proteína debido al pastoreo restringido fue de un 5 % y la concentración de caseína también se redujo un 5 % (Cuadro N°2).

Cuadro N°2. Efecto de la dieta en la concentración de caseína, proteína y relación caseína/proteína total en vacas sujetas a restricción de pasturas y vacas accediendo a pasturas ad libitum y suplementadas con concentrado (Adaptado de Mackle et al., 1999).

Fracción en leche	Primavera (Inicio lactancia)		Verano (Lactancia media-tardía)	
	RP	P+C	RP	P+C
Proteína total (g/100g)	3,15	3,46**	3,41	3,57**
Caseína (g/100g)	2,63	2,86**	2,83	2,96**
Caseína/Proteína total	0,837	0,825**	0,831	0,830 NS

*P<0,05 **P<0,01

RP: Restricción de pasturas. P+C: Pasturas suplementadas con concentrado.

Grainger y Wilhelms (1979) modificaron el consumo de energía, restringiendo el consumo de pastura para observar las variaciones en el contenido y el rendimiento de proteína en leche. Cuando el consumo de pastura fue ad libitum, el contenido y el rendimiento de proteína en leche fue de 3.73 (g/100g) y 0,69 kg/d, respectivamente, comparadas con vacas alimentadas a consumo restringido en donde el contenido y el rendimiento de proteína fue de 3.61 (g/100g) y 0,47 kg/d, respectivamente.

En otro trabajo Hurtaud et al. (2009) evaluó las diferencias de consumo de MS, producción, concentración de proteína, caseína y urea en leche en dietas con diferentes niveles de energía.

Cuadro N°3: Consumo, producción y composición química de la leche en un experimento con diferentes niveles de energía en la dieta (Adaptado de Hurtaud et al., 2009).

Raza	Holando		
Sistema de alimentación	AE	BE	P*
Consumo MS (kg./d.)	23.9	18.2	-
Producción leche (Kg./d.)	33.8	29.2	<0.001
Proteína (gr/100gr)	3.06	2.77	<0.001
Caseína (gr./kg.)	25.0	23.0	0.003
Urea (mg./lt.)	249	120	0.013

AE: alta energía, BE: baja energía.

El contenido de proteína y caseína en leche es mayor en dietas que contienen alta energía en relación a aquellas que contengan baja energía. Estos resultados coinciden con muchos autores, el contenido de proteína en leche depende del nivel energético total de la dieta (Remond 1985, Coulon y Remond 1991, Sutton 1989, De Peters y Cant 1992, Etchevers 2011 y De Peters et al., 1989), siempre y cuando el aporte proteico está acorde a los requerimientos de la vaca, lo cual podría estar asociado a un contenido de urea en leche más adecuado en las dietas de alta energía, en relación a las dietas de baja energía.

En dietas basadas casi exclusivamente en pasturas, que perfectamente podría ser una situación de primavera en nuestras condiciones, la composición química de la pastura podría estar influyendo sobre las variaciones de caseína y proteína en leche. Un mayor contenido de carbohidratos solubles junto con un menor contenido de proteína del forraje, resultan en un esquema de fermentación ruminal más eficiente (Beever et al., 1978, Mayne y Thomas 1994), que también puede estar acentuado porque una proporción mucho más alta de la proteína del forraje de primavera se encuentra como proteína verdadera (Mayne y Thomas, 1994), y a la predominancia de especies de leguminosas en las pasturas, ya que pueden lograrse mejores desempeños productivos con leguminosas que con gramíneas (Thomas et al., 1985, Thomson et al., 1985, Mayne y Thomas 1994), debido a las mejores características

de consumo de esta especie, y a un mejor flujo de nitrógeno no amoniacal a nivel de duodeno (Thomson et al., 1985, Mayne y Thomas 1994).

Etchevers (2011) evaluó diferentes suplementos ensilados y observó que para la elaboración de quesos, la leche de mejor calidad del punto de vista composicional se logró con alimentación de silos de pulpa de citrus. Concluye que la utilización de pulpa de citrus permite suplir el déficit de otros recursos forrajeros de reserva como son el silo de maíz, no alterando los atributos sensoriales en la producción de quesos.

Por otra parte, O'Brien et al. (1997) observaron incrementos en la concentración y producción de proteína con la inclusión de ensilaje de maíz. Diversos trabajos han reportado incrementos en la concentración de caseína (Mackle et al., 1999), cuando las vacas se suplementaron con ensilaje en dietas basadas en pastura. Sin embargo Thomas et al. (1982), no observaron diferencias en la concentración de proteína en leche, con vacas alimentadas con ensilaje de raigrás y trébol blanco.

La variación en la concentración de proteína en leche al suministrar diferentes tipos de ensilaje en la dieta, es dependiente del tipo de ensilaje y su interacción con la pastura (Mojica et al., 2009).

1.2.7.2. Concentrados (energéticos, proteicos, grasas, etc.)

Incrementos en la producción de leche y concentración de proteína como respuesta a la suplementación con concentrados que aportan energía son consistentes a lo largo del tiempo (Cuadro 1).

Sutton et al. (1980), observaron que la concentración de proteína en leche aumentó 0,4 % cuando se aumentó la relación de concentrado: heno en la dieta de 60 a 90 % en el caso de maíz grano pero no se mantuvo el incremento cuando el concentrado fue cebada aplastada.

Por otra parte, Yousef et al. (1970) observaron que con alto suministro de concentrado en la dieta, la proporción de α -caseína y β -caseína se incrementó, mientras que la proporción de κ -caseína disminuyó en comparación a una dieta más fibrosa.

Grant y Patel (1980) no encontraron diferencias significativas en las proporciones de caseína y proteínas del suero cuando modificaron la proporción concentrado: forraje en la dieta.

Razz y Clavero (2007) en Venezuela, evaluaron la variación de los componentes lácteos de vacas doble propósito pastoreando *Panicum maximum* (11,5 % PC) y *Leucaena leucocephala* (22,5 % PC), sometidas a diferentes tratamientos. T1. pastoreo en *P. maximum* + 1 h/d en *Leucaena*, T2. pastoreo en *P. maximum* + 1 h/d en *Leucaena* + 1 kg. concentrado (17 % PC), y T3. pastoreo en *P. maximum* + 1 h/d en *Leucaena* + 2 kg. concentrado. Los valores más altos de proteína cruda y caseína en leche se obtuvieron en animales que consumieron 1 kg. de concentrado. Los autores concluyen que en las condiciones de este estudio, la utilización de concentrados comerciales en bajas cantidades se constituye como una práctica alimentaria que incrementa los contenidos de proteína y caseína en leche.

En otro estudio donde evaluaron la inclusión de más concentrado en la dieta, aumentó la producción de leche un 6,4 % y el rendimiento en caseína un 11,1 % cuando se le suministró concentrado. Los autores observaron que incrementar la energía en dietas que incluyen concentrado, produjo un aumento de la caseína en leche pero no necesariamente de la proteína del suero y del NNP (De Peters et al. 1989).

Por otra parte, Gallardo (2006) sostiene que el bajo contenido proteico en leche de vacas pastoreando una alfalfa sin suplementación, se relaciona a una baja eficiencia de transformación del nitrógeno de la pastura en caseína a nivel de glándula mamaria.

El nivel de energía en la dieta favorece la síntesis de proteínas de origen microbiano en el rumen y la síntesis mamaria de proteínas de la leche a partir de aminoácidos circulantes en la sangre. Coulon y Remond (1991) observaron que el contenido de proteína en leche posee una respuesta curvilínea dependiente del nivel de alimentación y la etapa de lactancia, siendo proporcional a los requerimientos de energía.

La síntesis de proteína de la leche depende de la cantidad y la composición de aminoácidos disponibles en la glándula mamaria (Mephram 1976, Kaufmann 1979). La producción de proteína unicelular (bacteriana) en el rumen juega un papel importante en la síntesis de proteína de la leche. Este conocimiento demuestra la importancia de ambas fuentes de proteínas para el rumiante: la proteína de la dieta y la proteína bacteriana (Kaufmann 1979). Entre 60 y 80 % de la proteína dietaria es degradada en rumen (Armstrong 1976, Hagemeister et al., 1976, Kaufmann 1977, Kaufmann 1979), lo que significa que solamente un 20 a 40 % de la proteína de la dieta llega a intestino.

Generalmente se observa una relación directa entre el suministro de energía y la síntesis microbiana. El NNP sólo puede ser utilizado como fuente de N por la flora del rumen, por lo tanto puede emplearse solamente cuando el suministro de N para la flora ruminal es insuficiente. La cantidad de aminoácidos disponibles en la ubre no solo depende de las transformaciones que ocurren en el rumen, sino también de la absorción de aminoácidos en el intestino. Por lo tanto, un incremento en el suministro de aminoácidos disponibles a la glándula mamaria dará como resultado una síntesis más elevada de proteína en leche. Sin embargo, estará limitado ya que cuando se aumenta el contenido de proteína de la dieta solo alrededor del 30 % de dicha proteína alcanza el intestino (Kaufmann 1979). Esto explica porque la suplementación proteica en grandes cantidades no tiene efectos marcados sobre el rendimiento de proteína en leche (Holmes et al. 1956, Thomas 1971, Gordon 1977, Kaufmann 1979).

Por lo tanto, el suministro de energía juega un papel decisivo en la provisión de aminoácidos necesarios a la glándula mamaria, dado que conduce a la síntesis microbiana óptima a partir de la “fábrica de proteína unicelular” que existe en el rumen. Los aminoácidos circulantes en sangre son extraídos por la glándula junto a la glucosa circulante, para incrementar la síntesis de caseína en leche (Wattiaux. s/f).

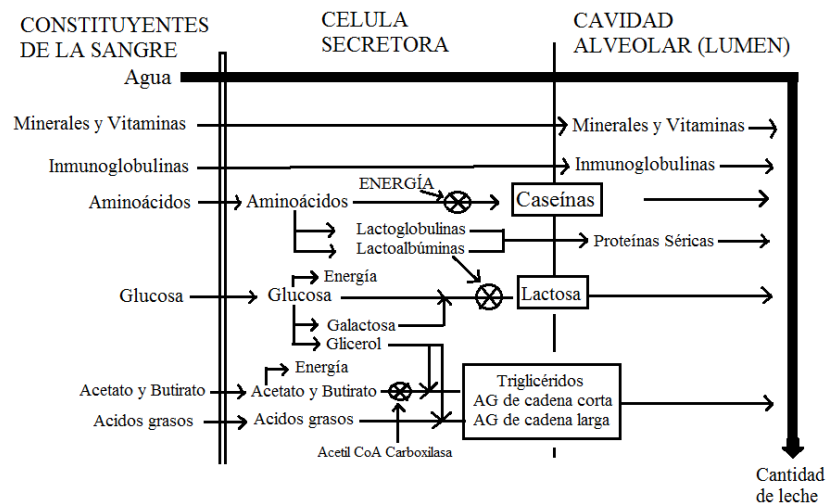


Figura N°2: Esquema representativo de la síntesis de los componentes lácteos (Fuente: Adaptado de Wattiaux. s/f).

En un trabajo llevado a cabo por Hernández y Ponce (2005), en donde evaluaron el efecto de la subnutrición y el desbalance de nutrientes con 50, 80 y 100 % de los requerimientos (NRC, 2001) en vacas Holstein con 3 lactancias y 40 a 165 días post parto, observaron una disminución de la concentración de caseína/proteína total en leche por debajo de 0,75 con los tratamientos de 50 y 80 % de los requerimientos. Los autores atribuyeron este efecto al menor aporte de fósforo en la dieta de los grupos sometidos a un menor aporte de nutrientes, que se traduce en déficit de este mineral en la glándula mamaria, provocando una disminución en la concentración de calcio y fósforo soluble en la misma, que condujo en menor proporción de fosfato cálcico miscelar traduciéndose en una disminución de la síntesis de caseína (Hernández y Ponce, 2005).

Remond (1985) y Coulon et al. (1998), no observaron diferencias en la relación caseína/proteína según el nivel de energía. Los resultados de los tratamientos en vacas Normando mostraron variaciones similares a las reportadas para vacas Holando (Hurtaud et al., 2009). Una reducción en la concentración de proteína en leche con un menor consumo de energía en la dieta también fue observada por Remond (1985), Coulon y Remond (1991).

Por otra parte Emery (1978) y Spöndly (1986) en trabajos diferentes, calcularon que el incremento de la proteína en leche fue de 0,015 % unidad/mcal ENI consumida. Sutton (1989) considera que el estrecho acuerdo en los resultados de ambos trabajos es alentador, considerando los diferentes tipos de dietas y las razas utilizadas en ambos trabajos. Etchevers (2011) coincide que un nivel energético deficiente en la dieta disminuye el porcentaje de proteína.

Con dietas convencionales, la concentración de proteína en leche fue de 0,2 % inferior con avena que con cebada (Sutton, 1989), pero no se encontraron diferencias consistentes entre cebada y maíz molido (De Peters y Taylor 1985, Sutton et al. 1980).

Posteriormente Ponce (2009), vinculó valores de caseína/proteína por debajo de 73 % a posibles fallos energéticos a nivel celular, afectando la integración de la micela de caseína. Ponce (1983) y Ponce et al. (1999) nombraron y caracterizaron una herramienta para evaluar alteraciones en la leche: SILA (Síndrome de leche anormal). Asocian este desequilibrio (SILA) a valores de caseína menores a 2,20 % y proteína bruta menor a 2,90 %. La relación caseína/proteína total por debajo de 73 % podría estar también asociada con este desequilibrio.

Un aumento del nivel nitrogenado de la ración no mejora el contenido proteico en leche a menos que este sea limitante con respecto a los requerimientos de los animales. Suplementar dietas con proteína extra, cualquiera sea su degradabilidad, no ha tenido efectos consistentes sobre la concentración de proteína en leche, aunque

puede aumentar el rendimiento de proteína debido a sus efectos beneficiosos en la producción de leche (Thomas 1984). Sin embargo una sub-alimentación severa de proteínas, reduce la concentración de proteínas en leche un 0,1 a 0,2 % (Gordon 1977).

Otros estudios sugieren que tanto la cantidad y el tipo de proteínas de la dieta pueden influir sobre el contenido de proteínas de la leche (De Peters y Cant, 1992). Emery (1978) encontró un coeficiente de correlación de 0,59 con una respuesta de 0,02 puntos porcentuales de proteína en leche/por cada punto porcentual de incremento de la proteína cruda en la dieta.

Los aminoácidos absorbidos en el intestino delgado, pasan al torrente sanguíneo y llegan a las células epiteliales mamarias para formar las proteínas de la leche. La principal proteína es la caseína, por lo que suministrar dietas con un perfil de aminoácidos similar a la caseína conduciría a aumentos en la producción de proteína de la leche (Wright et al. 1998, Clark 1974).

Infusiones postruminales de caseína tienen efectos positivos en la producción de leche y el contenido de proteína en leche (Thomas 1984, Sutton 1989), proporcionando aminoácidos limitantes para la síntesis de proteínas de la leche (De Peters y Cant, 1992). Estos cambios parecen ser debido al incremento de la fracción caseína en leche, ya que el NNP se mantuvo inalterado (Rogers et al. 1984).

Las respuestas a la inclusión de aminoácidos como lisina y metionina protegidos son inconsistentes en el aumento del contenido de proteína en la leche (De Peters y Cant, 1992). Sin embargo Sloan et al. (1989), observaron que la inclusión de lisina y metionina protegida al rumen aumentó las proteínas totales y el contenido de caseína, el contenido de urea en leche se mantuvo sin cambios. Esto sugirió que el aumento de la producción de proteína en leche fue el resultado de una mayor síntesis de caseína debido a la inclusión de aminoácidos protegidos. Estos resultados fueron también reportados por Donkin et al. (1989) con la inclusión en la dieta de lisina y

metionina protegida a la degradación ruminal. Lo más interesante de este estudio fue observar las fracciones de la caseína, α -caseína y β -caseína se incrementaron, pero la κ -caseína se redujo con la inclusión de los aminoácidos lisina y metionina protegidos. Los autores sugieren que este efecto de disminución de la κ -caseína puede deberse a un aumento de la síntesis de las otras fracciones de caseína.

Recopilación de información de ensayos que determinaron las fracciones de nitrógeno en leche, mostraron que el contenido total de nitrógeno y caseína disminuyó con el consumo de grasa en la dieta para vacas multíparas en etapas tempranas de lactación (De Peters et al. 1989, 1987 y 1985; De Peters y Cant., 1992). Cuando las grasas afectan la digestión ruminal, una menor síntesis de proteína bacteriana podría resentir la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis proteica (Rearte, 1992). Otros autores sugieren que la suplementación con grasas puede inducir una resistencia a insulina, y causar una reducción en la transferencia de AA a glándula mamaria disminuyendo de esta forma la síntesis proteica (Palmquist y Moser, 1981).

Suplementos lipídicos generalmente, aunque no siempre, reducen la concentración de proteína en leche (Thomas 1984, Sutton 1989). El tamaño de la depresión varía pero generalmente es de hasta un 0,3 puntos porcentuales (Sutton, 1989). Spöndly (1986), demostró que existe un efecto específico de los lípidos en la dieta, que produce una disminución en la concentración de proteína de la leche.

El balance energético-proteico a nivel ruminal determina en gran medida la cantidad de proteína microbiana que luego será fuente de aminoácidos para síntesis de la proteína láctea en la glándula mamaria. Mojica et al. (2009) observaron un aumento de la concentración de proteína y caseína en leche en vacas consumiendo pastura y suplementadas con ensilaje de maíz (0,7 kg MS/100 kg PV), atribuyendo este efecto a una mejora en el balance proteico-energético en rumen, lo cual se puede reflejar en un incremento en la concentración de caseína y proteína en leche. Consideran que este efecto puede estar influenciado por la cantidad de ensilaje, ya

que observaron una menor concentración de proteína y caseína en la leche de los animales suplementados con la mayor oferta de ensilaje (1,4 kg MS/100 kg PV), lo cual puede asociarse con un menor consumo de proteína debido a una menor concentración de proteína cruda en la dieta.

Los precursores que la glándula mamaria utiliza para la síntesis de la micela de caseína son aminoácidos libres (AA), P y Ca. Generalmente se considera que la absorción intestinal de aminoácidos esenciales es suficiente para proveer los AA esenciales presentes en la proteína de la leche. Algunos AA incluso son tomados en exceso y luego utilizados por la glándula en la síntesis de AA no-esenciales o como fuente de energía para la síntesis proteica. Más del 60 % de ciertos AA esenciales, principalmente los azufrados, son tomados del flujo sanguíneo por la glándula mamaria (Rearte, 1992).

La cantidad total de AA tomados del plasma por la glándula, excede largamente a la cantidad excretada en la proteína de la leche. Un considerable catabolismo y resíntesis de los AA ocurre en el tejido secretor, con el fin de producir el balance óptimo para la síntesis proteica (Mephan, 1982).

La cadena peptídica es glucosilada antes de dejar los ribosomas y a medida que pasa del retículo endoplasmático rugoso a través del aparato de golgy es fosforilada. En el aparato de golgy las moléculas de caseína se comienzan a agregar, formando miscelas (Rearte, 1992).

En relación al componente nitrógeno ureico en leche (MUN), existe una alta correlación entre urea en plasma y urea en leche ($r: 0,82$) (De Peters y Ferguson, 1992). Las pasturas de clima templado suelen tener altos niveles de proteína bruta y bajos niveles de carbohidratos no estructurales solubles (Elizalde y Santini 1992, Beever 1993). La proteína del forraje es altamente degradable en el rumen, debido fundamentalmente a las importantes fracciones de proteína soluble y de nitrógeno no proteico que posee. En ocasiones, causa una asincronía entre la disponibilidad de

nitrógeno y energía, lo cual genera un ambiente ruminal con altas concentraciones de nitrógeno amoniacal (N-NH₃), provocando una ineficiente utilización de la proteína dietaria (Beever, 1993). Los excesos de N-NH₃ son metabolizados en el hígado y contribuyen a elevar los niveles de urea plasmática (De Peters y Ferguson, 1992) que se traducen en niveles elevados de MUN en leche. La suplementación con concentrados energéticos provocan una disminución de la concentración de amoníaco ruminal debido a un mejor aprovechamiento de este metabolito por parte de las bacterias del rumen (Garciaarena et al. 1990), provocando un aumento en la producción de leche y la cantidad de proteína producida (Gallardo, 1988).

A modo de referencia se presenta a continuación un cuadro con diferentes niveles de MUN en leche y sus interpretaciones (Peña Castellanos, 2002).

Cuadro N°4: Interpretación de los resultados de laboratorio sobre niveles de urea en leche (Peña Castellanos, 2002).

Niveles de MUN (mg/dl)	Calificación	Interpretación
< 9	Deficiente	Insuficiente N en la dieta. Afecta producción
9 – 12	Bueno	Buen uso del N. Puede afectar producción
12 – 15	Excelente	Óptimo nivel de producción y reproducción.
15 – 18	Bueno	Uso sub-óptimo del N. Sin efecto adverso en reproducción.
18 – 21	Regular	Desperdicio de N. Puede afectar reproducción.
> 21	Deficiente	Exceso de N. Afecta reproducción.

1.3. CONCLUSIÓN A PARTIR DE REVISIÓN

Un aumento del contenido de caseína, más precisamente de la fracción κ-caseína, está asociado a un mayor rendimiento quesero. Vacas Holstein poseen un menor contenido total de proteína y caseína en leche que vacas Jersey.

El acceso a sombra, refrigeración, disponibilidad de agua de bebida, son medidas de manejo que reducen el estrés térmico de la vaca en producción, impactan sobre el consumo de energía, producción de leche y contenido de caseína en leche.

A medida que se incrementa el número de pariciones, el contenido de caseína y proteína desciende, aunque este último lo hace en menor proporción debido a un aumento en el contenido de las proteínas del suero. Existe una reducción del contenido de caseína durante los primeros días de la lactancia hasta aproximadamente 5 a 10 semanas de lactancia, seguido de un aumento gradual hacia fines de lactancia.

Una restricción en el consumo de pasturas provoca una disminución del rendimiento y contenido de proteína y caseína en leche debido a disminuciones en el consumo de energía. Las variaciones en el contenido de proteína al suministrar diferentes tipos de ensilajes va a depender del tipo de ensilaje y su interacción con la pastura, considerando la dieta total.

Reportes de aumentos en el contenido de proteína y caseína en leche con el suministro de concentrados son consistentes en la literatura. Un incremento en el suministro de energía sumado al aporte de nitrógeno por parte de las pasturas, permiten un aumento en el suministro de aminoácidos disponibles en la glándula mamaria, incrementando la síntesis de proteína láctea. Un aumento del nivel nitrogenado de la ración no mejora el contenido proteico en leche a menos que este sea limitante con respecto a los requerimientos de los animales.

Es posible incrementar la proteína en la leche aumentando la proteína de sobrepaso en la dieta, si dicha proteína tiene una composición similar a la caseína. Suplementos lipídicos generalmente reducen la concentración de proteína en leche.

Existen inconsistencias en los factores que podrían afectar las relaciones caseína/proteína verdadera y caseína/proteína total. Deficiencias de energía en dietas

que incluyen pasturas generan un ambiente ruminal con altas concentraciones de nitrógeno amoniacal (N-NH_3) que luego son metabolizados en el hígado y causan un exceso de nitrógeno ureico en leche (MUN).

En función de estos antecedentes, surge la interrogante y el objetivo de este trabajo, determinar cuál es el patrón de variación de caseína en leche a lo largo del año, y el efecto de la alimentación y el ambiente productivo vinculadas al rodeo lechero, en la región noroeste del Uruguay.

1.4. HIPÓTESIS

1. Sistemas de producción que suministren mayores niveles de concentrado en la dieta producirán leche con mayor concentración de caseína y mayor relación caseína/proteína verdadera.
2. La estación del año va a tener un efecto significativo en la concentración de caseína y en la relación caseína/proteína verdadera. Los menores valores se esperan en verano.
3. Los mejores ambientes productivos serían los que poseen mayor concentración de caseína y relación caseína/proteína verdadera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras mensuales en 30 tambos remitentes a las empresas PILI SA y CLALDY SA (15 por cada planta) durante el período de un año (abril 2012 a marzo 2013). El número y tamaño de los predios por planta fueron determinados según la asignación de Neyman, tomando en cuenta el tamaño y la varianza de cada estrato, considerando una confianza del 95 % y un error de estimación de 10 %. Los tamaños de los estratos fueron establecidos:

Estrato 1: < 50.000 litros remitidos mensuales

Estrato 2: $50.000 \leq x < 150.000$ litros remitidos mensuales

Estrato 3: $150.000 \leq x$ litros remitidos mensuales

La selección de los predios se realizó considerando que los tambos debían representar la totalidad de establecimientos que se encuentran en ambas industrias. Para ello, se utilizaron dos variables de gran importancia: remisión de leche y nivel tecnológico. En relación a la primera, se conformaron tres grupos (remisión baja, media y alta, considerando los estratos ya especificados). Con respecto al nivel tecnológico se los agrupó considerando el tipo de alimentación y manejo, agrupándolos en tres categorías: extensivo, pastura más suplemento e intensivo. El sistema extensivo se caracterizó por pasturas a base de campo natural que en algunos casos presentaba algún mejoramiento, con muy bajos niveles de suplementación, ausencia de más de un lote de ordeño y pariciones distribuidas durante todo el año. El sistema compuesto por pastura más suplementos se caracterizó por pasturas sembradas, niveles de suplementación bajos a medios, generalmente un lote de ordeño y en algunos casos las pariciones tenían una concentración en determinado momento del año. Por último, el sistema intensivo se caracterizó por pasturas sembradas con niveles altos de suplementación que en determinado momento del año el rodeo se estabulaba, presencia de más de un lote de ordeño y pariciones concentradas en determinado momento del año. Con la primera variable (remisión a

planta), una vez que se armaron los tres grupos, se ordenaron al azar. Posteriormente, con técnicos de la planta, se seleccionaron por nivel tecnológico y ubicación (considerando que representen la totalidad de predios de la región). A continuación se presentan los tambos seleccionados según estrato y tecnologías aplicadas.

Industria	Estrato	Nivel tecnológico	Nº tambos: 30
Claldy	1	Extensivo	1
		Pastura más suplementos	4
		Intensivo	2
	2	Extensivo	1
		Pastura más suplementos	2
		Intensivo	3
	3	Intensivo	2
PILI	1	Extensivo	3
		Pastura más suplementos	4
		Intensivo	1
	2	Pastura más suplementos	1
		Intensivo	2
	3	Intensivo	4

En relación a la distribución de los niveles tecnológicos de los sistemas de producción en los diferentes estratos, no pudo ser equitativa debido a la ausencia de alguno de estos grupos en determinado estrato. El sistema extensivo se encuentra en el estrato 1 y en algún caso en el estrato 2, pero no fue posible encontrar este sistema en el estrato 3. De forma similar, es más factible encontrar sistemas intensivos en el estrato 2 y 3 que en el estrato 1. Por tal motivo se seleccionaron 5 sistemas extensivos, 11 sistemas pastoriles más suplementación y 14 sistemas intensivos, entre ambas industrias.

Las muestras se tomaron en tanque (en caso de existir más de uno se realizó una mezcla proporcional a los volúmenes de cada uno) teniendo en cuenta que la leche provenga de dos o cuatro ordeñes. La toma de muestras la realizaron dos personas en simultáneo (uno en cada planta). La frecuencia de muestreo fue mensual,

durante los días lunes, martes y miércoles de la primera y segunda semana de cada mes. Luego se enviaron las muestras al laboratorio de INIA La Estanzuela los días miércoles de cada semana, y fueron analizadas los días jueves (máximo 3 días de refrigeración con previo agregado de conservantes).

Las muestras en INIA La Estanzuela fueron analizadas con el equipo MilkoScan FT6000 FOSS. Se realizaron las siguientes determinaciones: proteína (g/100g) por el método Kjeldahl Norma IDF 20B:1993 o posterior, caseína (g/100g) por el método de referencia: IDF 29:1964, MUN (mg/dl) por el método de pH diferencial. Proteína verdadera fue determinada restando de la proteína total el nitrógeno ureico en leche (MUN) y proteínas del suero se calculó por diferencia entre proteína verdadera y caseína.

Al momento de cada muestreo se tomaron registros en cada sistema de producción referido a: manejo del rodeo, producción de leche, rutina de alimentación de las vacas en ordeño y ambiente productivo (ver formulario en Anexo). La información recabada en cada predio respecto al manejo del rodeo y producción fue:

Variables	
Número de vacas en ordeño (por lote)	Número de vacas de primera cría (por lote)
Estación de parición (si existe)	
Producción total (mensual)	

En relación a la oferta de alimento y rutina de alimentación, se recabó para cada lote:

Variables					
Disponibilidad de agua	En el pastoreo				
	En caminos cercanos				
	Solo en el tambo				
Pastoreo	Tipo de franja*				
	Mañana	Distancia a la parcela (m)			
		Tiempo de acceso (h)			
		Tipo de pastura (especie)			
		Disponibilidad (cm)			
		Tamaño de franja (m²)			
	Tarde	Ídem mañana			
Suplementación	En sala	Tipo			
		Cantidad (kg)			
	Fuera de sala	Lugar**			
		Encierros			
		En la mañana	Concentrado	Tipo	
				Cantidad (kg)	
			Forraje***	Tipo	
				Cantidad (kg)	
		En la tarde	Ídem mañana		

*Franjas diarias, semi-diarias, o mayores a 1 día.

**En comederos o en el piso.

***Heno: se consultó si ofrece o no (resultó difícil cuantificar la cantidad suministrada).

En relación al ambiente productivo se relevó la siguiente información:

Variables	
Caminería (Calificación 1 a 3 según barro)*	
Corral de espera	Piso (Calificación 1 a 5)**
	Protección*** (Tiene o no)
Corral de salida	Piso (Calificación 1 a 5)
	Protección* (Tiene o no)
Corrales de alimentación	Piso (Calificación 1 a 5)
	Protección* (Tiene o no)

*1: mucho barro y dificultad para el traslado, 2: algo de barro y 3: sin barro.

**Se realizó una puntuación en relación a los obstáculos (roturas, piedras salientes, que dificulten el correcto traslado de los animales, siendo 1 la peor condición y 5 la mejor condición.

***Techo de chapa o malla sombra

Los registros especificados anteriormente fueron consultados al productor o capataz del establecimiento y a su vez monitoreado con la visualización en cada visita mensual al tambo.

Luego, se agrupó aquella información referida a la pastura y se determinaron las siguientes variables:

V1 (h): Tiempo de acceso a la pastura diario (mañana + tarde)

V2 (cm): Altura promedio de la pastura (mañana y tarde),

$$\frac{(\text{ham} * \text{tam}) + (\text{hpm} * \text{tpm})}{\text{tam} + \text{tpm}}$$

$$\text{tam} + \text{tpm}$$

Donde,

ham: altura promedio (cm) de entrada a la pastura en la mañana¹

hpm: altura promedio (cm) de entrada a la pastura en la tarde

tam: tamaño de la parcela (m²) en la mañana

tpm: tamaño de la parcela (m²) en la tarde

¹La altura de la pastura se midió con regla tomando como referencia la punta de la bota, se realizó un promedio (3 a 5) de registros en la parcela considerando el tamaño y la representatividad de la misma.

V3 (kg MS/ha): Disponibilidad promedio de la pastura (estimado en base a la altura media diaria de la pastura):

Estrato	0-5cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
Kg MS	200	180	150	120	90	60	40

Fuente: In. Agr. MSc Enrique Favre (com. pers.).

V4 (kg MS/VO/d): asignación promedio diaria por vaca:

$(\text{kg MS/ha} * (\text{Tam m}^2/10000))$

Nº VO

La variable ambiente productivo se calculó en base a un índice de bienestar productivo calificando, aquellos factores que estarían contribuyendo al bienestar productivo durante los doce meses de muestreo:

Variables	Calificación					
Dispone de agua en la pastura	1: No	2: Si				
Dispone de agua en caminos cercanos	1: No	2: Si				
Dispone de agua en el tambo	1: No	2: Si				
Distancia recorrida en el día	1: >5km	2: (4a5km)	3: (3 a 4km)	4: (2 a 3km)	5: (1 a 2km)	6: (< 1km)
Estado de la caminería	1: Malo	2: Regular	3: Bueno			
Piso corral espera	1: Malo	2: Regular	3: Bueno	4: Muy bueno		
Protección corral espera	1: No tiene	2: Tiene				
Piso salida del tambo	1: Malo	2: Regular	3: Bueno	4: Muy bueno		
Lugar suplementación	1: Piso	2: Comederos				
Piso corral alimentación	1: Malo	2: Regular	3: Bueno	4: Muy bueno		
Protección corral alimentación	1: No tiene	2: Tiene				
ITH*	0: D, E y F	2: M, A, O y N	4: M, J, J, A y S			

*Corrección por ITH.

Con esta calificación el Índice de bienestar puede variar entre 11 y 37 (mínimo y máximo, respectivamente). Cuanto más cerca de 37 se encuentre el sistema estará en mejores condiciones de bienestar productivo mientras que cuanto

más cerca de 11 estará en peores condiciones de bienestar productivo para los animales en producción.

La variable época de parición fue consultada calificando aquellos predios que tienen parición concentrada durante el otoño (O), otoño e invierno (OI), otoño y primavera (OP), otoño, invierno y primavera (OIP) y todo el año (OIPV). No obstante esta variable no fue utilizada en el análisis estadístico dado que no se pudo verificar la distribución de partos de forma precisa en todos los sistemas de producción. De todas formas, se consideró la información disponible para la discusión. Una vez finalizado el año de muestreo se procedió a procesar la información.

Para determinar el patrón de variación estacional de las variables de interés se utilizó un modelo mixto (ProcMixed SAS 2010) con región, mes, variables de alimentación e índice de bienestar como efecto fijo. Las variables de alimentación incluidas en este modelo fueron nivel de concentrado, nivel de ensilaje, tiempo de pastoreo, disponibilidad de pasturas y asignación de forraje. Las diferencias entre región y meses fueron declaradas como significativas cuando $P < 0,05$ (Tukey y Student's).

Para armar grupos de productores y ubicar puntos de corte en las variables significativas se utilizó el método de partición recursiva. Este método crea un árbol de particiones, es decir, una serie de cortes o grupos de valores x (factores o variables de incidencia) que mejor predicen un valor de y (variable de respuesta). Se generan nodos intermedios y nodos terminales. En cada nodo se prueba un modelo de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}$$

G_i es el efecto de los posibles grupos de uno de los factores que se proponen como candidatos en la partición.

Este método toma como observaciones individuales la información correspondiente a cada mes en cada uno de los tambos. Cada muestra es utilizada como una observación en el total (n) de observaciones realizadas.

Para establecer diferencias estadísticas en los resultados, utiliza el Log Worth que es el logaritmo negativo (en base 10) ajustado a p -value:

$$\text{LogWorth} = -\log_{10} (p\text{-value})$$

Para el análisis de las variables debido al efecto estación y grupos se realizó una análisis de varianza (ANOVA) y el método utilizado para establecer diferencias significativas fue por Tukey ($P < 0,05$).

Para establecer las correlaciones entre las variables se utilizó SAS 2010. El paquete estadístico utilizado fue: JMP Statistics and Graphics Guide versión 1 (1989).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados son presentados en forma secuencial analizando las variaciones de proteína total, MUN, proteína verdadera, caseína, relación caseína/proteína verdadera y relación caseína/proteína total. Se complementan los resultados con las variables producción de leche y grasa para describir la población. Para estas variables se analiza y discute la variación estacional y por región (Norte y Sur) para analizar si existen diferencias de manejo que puedan determinar en resultados distintos. Por último, se presentan las características de manejo de aquellos productores que alcanzaron los valores más altos de caseína, producción de leche y los rangos de MUN que resultan de mayor interés como eficiencia nutricional.

3.1. VARIACIÓN ESTACIONAL

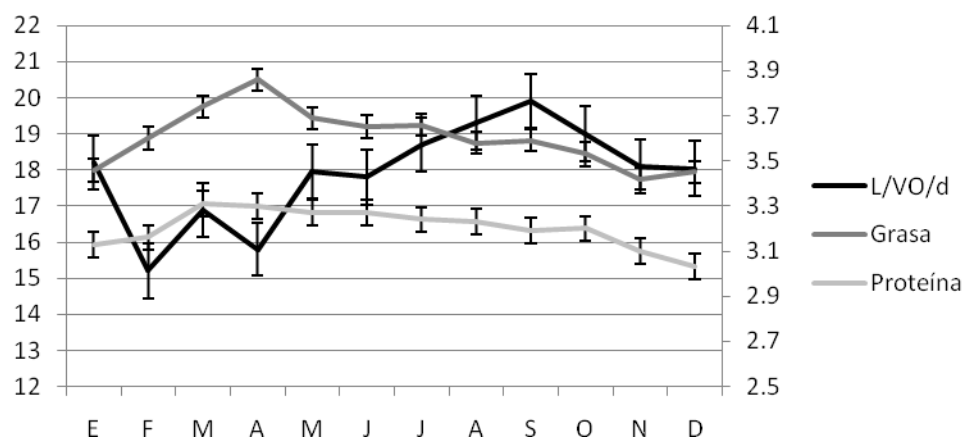


Gráfico N° 1: Variación en producción de leche (L/VO/d), proteína (g/100g) y grasa (g/100g) en leche en los 30 tambos evaluados durante los 12 meses del año.

Cuadro N°5: Producción individual (media) en litros por vaca por día (L/VO/d) en todos los sistemas evaluados según mes del año.

Mes	L/VO/d
9	20,0a*
8	19,7a
10	19,3ab
7	19,1ab
6	18,3abc
1	18,2abc
11	18,1abc
12	18,1abc
5	17,9abc
3	16,6abc
4	15,8bc
2	15,1c

*Letras diferentes son diferentes estadísticamente (Tukey $P < 0.05$).

La producción de leche promedio en todos los sistemas evaluados, fue mayor durante los meses de agosto y setiembre con valores cercanos a los 20 L/VO/d, en relación a los meses de febrero y abril que muestran valores por debajo a los 16 L/VO/d ($p < 0,05$). El resto de los meses se ubican en una posición intermedia con producciones que van desde 16,6 a 19,3 litros por vaca en ordeño por día, no siendo estadísticamente diferentes. El mayor tiempo de pastoreo permite un aumento en el consumo diario de pasturas (Chilibroste, 1998), asociado a la estación de parición otoño-invernal (en los tambos evaluados generalmente se da la mayor concentración de partos en las estaciones de otoño e invierno), explicaron la mayor producción en primavera. Es posible llegar a producciones medias a altas en otoño e invierno debido a altos suministros de concentrado (6 a 7 kg de concentrado por vaca en ordeño por día en otoño-invierno).

Cuadro N°6: Contenido de grasa en leche (media de todos los sistemas evaluados) según mes del año.

Mes	Grasa (g/100g)
4	3,89a
3	3,85ab
6	3,74abc
9	3,72abc
8	3,69abc
5	3,69abc
2	3,68abc
10	3,67abc
7	3,65abc
1	3,51abc
11	3,50bc
12	3,45c

*Letras distintas son diferentes estadísticamente (Tukey $P < 0.05$).

Cuadro N°7: Contenido de proteína en leche (media de todos los sistemas evaluados) según mes del año.

Mes	Proteína (g/100g)
3	3,35a
4	3,33ab
5	3,28abc
6	3,27abc
7	3,26abc
8	3,24abc
9	3,22abcd
10	3,20bcd
2	3,19bcd
1	3,16cde
11	3,09de
12	3,05e

*Letras distintas son diferentes estadísticamente (Tukey $P < 0.05$).

El contenido de grasa fue alto en los meses de marzo y abril, siendo diferentes estadísticamente con el mes de diciembre. Posiblemente explicado por una menor producción de leche en esta época (Gráfico N°1), que concentra los componentes lácteos. El contenido de proteína fue mayor en los meses de marzo y abril con valores por encima de 3,30 g/100g, siendo diferentes estadísticamente de los meses de noviembre, diciembre y enero. El resto de los meses se ubican en una posición intermedia. Estas diferencias podrían asociarse al mayor uso de concentrados (Ver Cuadro N° 9), tal como lo menciona De Peters y Cant (1992), explicado por un mayor aporte de energía (Coulon y Remond, 1991). El mantenimiento del contenido de proteína en valores medios durante el invierno y la primavera puede explicarse por el alto uso de concentrado en invierno y las características favorables para aumentar el consumo de pasturas en primavera. En esta época la pastura se torna un alimento predominante en la dieta, con un esquema de fermentación ruminal más eficiente, lo cual coincide con lo expuesto por Beever et al. (1978), Mayne y Thomas (1994), y con predominancia de especies de leguminosas en la pastura en los sistemas evaluados, tal como lo mencionan Thomas et al. (1985), Thomson et al. (1985) y también Mayne y Thomas (1994). El contenido de proteína en leche en verano es menor, lo cual podría deberse al estrés térmico que sufren las vacas en esta época en la región evaluada, que disminuyen el consumo y aumentan las pérdidas de energía del rodeo.

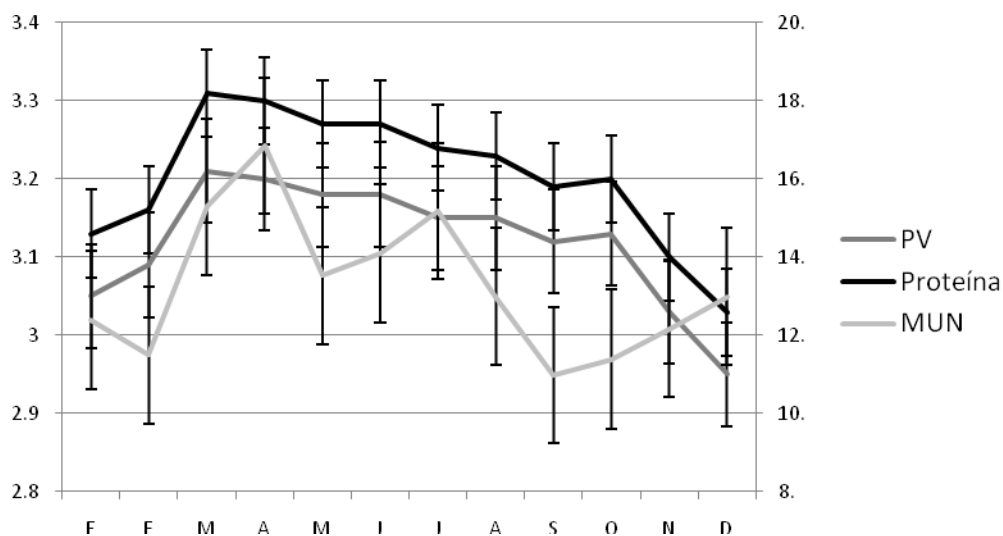


Gráfico N°2: Variaciones en el contenido de proteína verdadera (g/100g), proteína total (g/100g) y MUN (mg/dl) durante el año.

La proteína verdadera sigue la misma tendencia que la proteína total con algunas diferencias entre ambas que están dadas por las variaciones de MUN en leche. Hay una mayor diferencia entre las curvas de proteína verdadera y proteína total durante fines de otoño, invierno e inicio de primavera, determinada por los altos valores de MUN. Esta diferencia luego disminuye hacia fines de primavera, verano e inicio de otoño, en donde los valores de MUN disminuyen. Esto podría establecer que existen diferencias en analizar proteína verdadera en relación a la proteína total, ya que el analizar una u otra variable va a depender de las variaciones de MUN. Los valores más altos de MUN en otoño-invierno podrían estar dados por el alto contenido de nitrógeno de las pasturas de clima templado (Elizalde y Santini 1992, Beever 1993), asociado a un uso ineficiente del suplemento en esta época. El exceso de $N-NH_3$ es metabolizado en el hígado y contribuye a elevar los niveles de urea plasmática (De Peters y Ferguson, 1992) que se traduce en niveles elevados de MUN en leche.

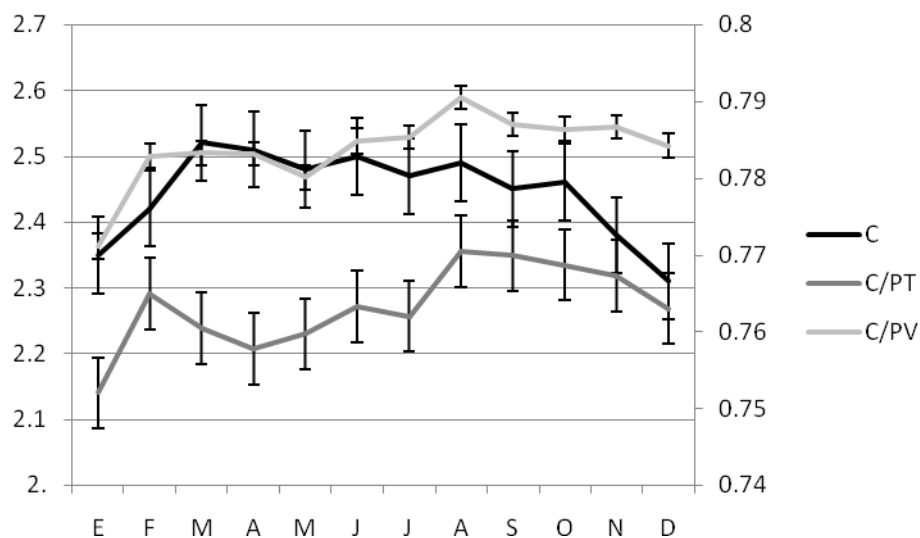


Gráfico N°3: Variaciones en el contenido de caseína (g/100g), relación caseína/ proteína verdadera y caseína/ proteína total durante el año en el período evaluado.

Cuadro N°8: Contenido de caseína en leche (media de todos los sistemas evaluados) según mes del año.

Mes	Caseína (g/100g)
3	2,55a
4	2,52a
6	2,50a
7	2,49a
5	2,49a
8	2,49a
9	2,48ab
10	2,46ab
2	2,44ab
1	2,37bc
11	2,37bc
12	2,32c

*Letras distintas son diferentes estadísticamente (Tukey $P < 0.05$).

El contenido de caseína (g/100g) fue mayor en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto (otoño e invierno), en relación a los meses de noviembre, diciembre y enero (valores más bajos en verano), siendo diferentes estadísticamente. Los valores más altos en otoño e invierno de caseína, podrían estar muy vinculados al alto suministro de concentrados y ensilajes, siendo mayor durante esta época considerando el promedio de todas las matrículas evaluadas (Ver Cuadro N° 9). Estos resultados coinciden con lo expuesto por varios autores donde, el suministro de concentrados (Mackle et al. 1999, De Peters y Cant 1992, Emery 1978, Sutton 1989) y ensilajes (Echevers 2011, O'Brien et al. 1997, Mojica et al. 2009) incrementaron la concentración de caseína y proteína en leche, lo cual puede explicarse por un aumento en el consumo de energía (Etchevers 2011, Hurtaud et al. 2009, De Peters y Cant 1992, Coulon y Remond 1991, De Peters et al. 1989, Spöndly 1986, Remond 1985, Emery 1978). La energía aportada por el concentrado y ensilaje junto al aporte de proteína por parte de las pasturas, son las variables que determinan en gran medida la mayor concentración de caseína (g/100g) y proteína en leche en esta época, ya que un déficit de proteína en la dieta podría estar limitando la proteína láctea (Etchevers 2011, De Peters y Cant. 1992, Sutton 1989, Emery 1978, Gordon 1977). El balance de la dieta está jugando un rol fundamental en el control del contenido de caseína en leche, no solo basta con suplementar con suplementos que aporten energía, sino también debe estar presente la proteína aportada por la pasturas (en los sistemas evaluados), para que exista suficiente disponibilidad de aminoácidos y glucosa en sangre y sean absorbidos por la glándula mamaria y determinen mayores contenidos de caseína en leche.

Cuadro N°9: Cantidad de suplemento utilizado promedio en los sistemas evaluados según la estación del año.

Variable*	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Concentrado	7,4	6,5	5,9	6,0
Ensilaje	12,8	6,2	6,4	5,7

*kg BF/VO/d promedio para todas las matrículas evaluadas.

En setiembre y octubre el contenido de caseína (g/100g) es menor numéricamente (sin presentar diferencias estadísticas) que en otoño e invierno, aunque mantiene un valor considerable por encima del mes de diciembre, siendo diferentes estadísticamente con este mes. Sin embargo, la cantidad de energía aportada por el suplemento en esta época es menor, la dieta se torna más pastoril. Este efecto puede explicarse porque la pastura en primavera se torna un alimento predominante en la dieta, con características favorables para aumentar el consumo de materia seca en base a una cosecha directa del forraje, con un esquema de fermentación ruminal más eficiente, lo cual coincide con lo expuesto por Beever et al. (1978), Mayne y Thomas (1994), y con predominancia de especies de leguminosas en la pastura en los sistemas evaluados, tal como lo mencionan Mayne y Thomas (1994), Thomas et al. (1985), Thomson et al. (1985).

En verano el contenido de caseína (g/100g) baja abruptamente respecto al resto de las estaciones. El suministro de suplemento no varía demasiado respecto a primavera. Considerando la estacionalidad de partos (otoño e invierno) de algunos de estos predios, en verano se estaría en lactancia tardía, y por lo tanto la concentración de caseína aumentaría según lo reporta la bibliografía (Ng-Kwai-Hang et al. 1984, Ng-Kwai-Hang et al. 1985, Waite et al. 1956, De Peters y Cant 1992, Benavides 2003). Sin embargo los valores de caseína y proteína verdadera (g/100g) caen durante esta estación. Estos resultados coinciden con lo observado por González et al (2004) y De Peters y Cant (1992). Esto podría deberse al estrés térmico que sufren las vacas en esta época en la región evaluada, que determinan menores consumos energéticos y pérdidas de energía para mantenimiento. Largas caminatas, la falta de sombra en corrales de espera, de salida, de alimentación, la disponibilidad de agua de bebida en el campo, son algunas de las causas que pueden determinar estos resultados. Durante el verano, en esta zona del país el estrés por calor que sufren los animales es muy notorio, el ITH desarrollado por Thom (1959) modificado por Valtorta y Gallardo (1996), supera el valor de 72 en promedio, llegando incluso a valores extremos, lo cual estaría indicando peligro y emergencia para las vacas. Estos valores de ITH podrían estar explicando los bajos valores de caseína y proteína

verdadera (g/100g) observados en verano. Por otra parte, la baja calidad de las pasturas en verano, repercute en la fermentación ruminal y posteriormente en la disponibilidad de aminoácidos en la glándula mamaria, siendo determinante del contenido de caseína en leche (Beever et al. 1978, Mayne y Thomas 1994).

Cuadro N°10: Relación caseína/proteína verdadera (C/PV) en leche (media de todos los sistemas evaluados) según mes del año.

Mes	C/PV
8	0,791a
7	0,790ab
9	0,790ab
10	0,787abc
6	0,786abc
11	0,786abc
12	0,784abc
4	0,784abc
3	0,783bc
2	0,783bc
5	0,781c
1	0,772d

*Letras distintas son diferentes estadísticamente (Tukey $P < 0.05$).

Con respecto a la relación caseína/proteína verdadera, estos valores están muy por debajo a los observados por Balbinotti et al. (2006), quienes reportaron valores de 0,88, 0,84 y 0,85, para los sistemas ES, SE y NE, respectivamente. También por debajo a los observados por Auldist et al. (2000), 0,823 y 0,842 con acceso ad libitum y restringido de pasturas, respectivamente, en lactancia temprana, y 0,817 y 0,805 con acceso ad libitum y restringido de pasturas, respectivamente, en lactancia tardía.

Se observan los valores más altos en los meses de agosto, julio y setiembre, y valores algo por debajo se ubican el resto de los meses a excepción del mes de enero que presentó el valor más bajo, siendo diferente estadísticamente al resto de los

meses del año. Es interesante observar este resultado más bajo en el mes de enero, muy despegado del resto de los meses. Quizá el estrés calórico (Thom, 1959 y Valtorta y Gallardo, 1996), que en la región tiene incidencia importante en este mes, podría repercutir de forma directa en este indicador, a través de un mayor costo energético que debe demandar la vaca para termo regular su organismo y por lo tanto resulta en menos cantidad de energía para síntesis de caseína.

Cuadro N°11: Relación caseína/proteína total (C/PT) en leche (media de todos los sistemas evaluados) según mes del año.

Mes	C/PT
9	0,771a
8	0,770ab
10	0,769abc
11	0,766abcd
7	0,765abcd
6	0,764abcde
2	0,7634bcde
12	0,762cde
3	0,761de
5	0,760de
4	0,758ef
1	0,752f

*Letras diferentes son diferentes estadísticamente (Tukey $P < 0.05$).

La relación caseína/proteína total en ningún momento alcanzó valores de 0,8 (80 %), lo cual pone en evidencia que en nuestros sistemas de producción la caseína no representa el 80 % de las proteínas totales. Estos valores observados están muy por debajo a los observados por Balbinotti et al. (2006), incluso inferiores a los observados en los sistemas de producción con menores condiciones de infraestructura y alimentación (0,81). También inferiores a los observados por Mackle et al. (1999), donde en la peor condición (acceso restringido a pasturas) observó valores de 0,825. Por otra parte, Hurtaud et al. (2009) también observó

valores superiores en este indicador, 0,811 y 0,831 para niveles de alta y baja energía, respectivamente.

La diferencia en la relación C/PT entre el mes de setiembre (0,771) y el mes de enero (0,752) es de 1,9 % expresada como porcentaje. Considerando los volúmenes que industrializan las grandes empresas, pueden ser determinantes para maximizar la eficiencia de conversión de leche a queso. Si vinculamos estos resultados con el reporte de Uruguay XXI (2012), si este incremento de la relación C/PT se traduce en un aumento de 1 % de rendimiento en el queso, significaría un aumento en el ingreso de las industrias de U\$S 613.740, tal como se reportó anteriormente.

En la medida que a las industrias les interese las cantidades de caseína producidas en la leche remitida, sería más correcto utilizar esta variable como medida de referencia, ya que si se continúa utilizando proteína total, se está considerando la variable proteínas del suero y nitrógeno ureico en leche (MUN), que son respuesta a patrones diferentes de variación, y alteran los resultados reales de interés industrial. Para ejemplificar, bajo el sistema de pago que tienen hoy las industrias, dos remitentes pueden producir similares cantidades de caseína por litro de leche, pero diferente precio por litro de leche remitido, es decir, recibirá un mejor precio aquel que contenga mayores niveles de MUN y proteínas del suero, que incrementarán el contenido de proteína total (principal contribuyente al precio del litro de leche actual).

3.2. COMPARACIÓN ENTRE REGIONES

A continuación se muestran los resultados para ambas regiones (norte y sur) ubicadas en el noroeste del país. Esta comparación se realiza para analizar si existieron diferencias en las características de los sistemas entre ambas regiones, que puedan determinar en resultados distintos en la composición de la leche.

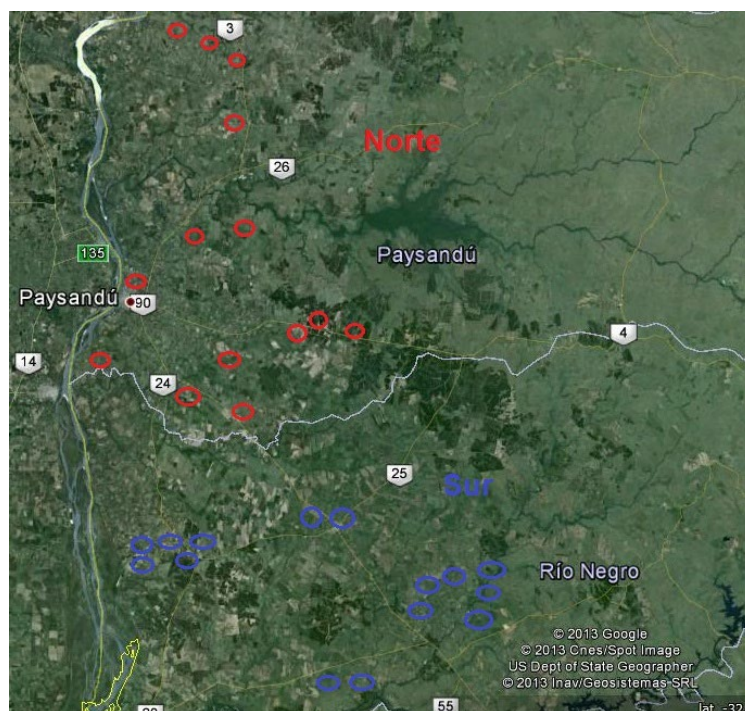


Figura N° 3: Ubicación espacial de los predios seleccionados según región: norte (círculos rojos) y sur (círculos azules).

Cuadro N°12: Producción de leche, contenido de grasa, proteína total, proteína verdadera (g/100g) y MUN (mg/dl) promedio en los doce meses según la región evaluada (norte y sur).

Región	*L/VO/d $\pm$ DE	G $\pm$ DE	PT $\pm$ DE	PV $\pm$ DE	MUN $\pm$ DE
Norte	15,9b $\pm$ 0,91	3,65a $\pm$ 0,03	3,21a $\pm$ 0,06	3,15a $\pm$ 0,07	11,1a $\pm$ 1,83
Sur	20,0a $\pm$ 0,78	3,56b $\pm$ 0,03	3,20a $\pm$ 0,06	3,09a $\pm$ 0,07	15,5a $\pm$ 1,76

*L/VO/d: litros por vaca en ordeño por día, G: grasa (g/100g), PT: proteína total (g/100g), PV: proteína verdadera (g/100g), MUN: nitrógeno ureico en leche (mg/dl).

La producción de leche fue mayor en la región sur (más de 4 litros) respecto a la región norte. Estas diferencias en producción de leche pueden estar dadas por el suministro de suplementos (Cuadro N°13), el sur suministra 1,1 kg de concentrado y 2,9 kg de ensilaje más que la región norte. Ello implica una dieta con más densidad energética, más concentración de energía por kilogramo de alimento que redunda en más producción de leche. Es decir, el sur suministra 4 kg suplemento extra

(concentrado más ensilaje) que redunda en 4,1 litros por vaca en ordeño por día más respecto a la región norte.

Otro factor que también podría estar explicando esta diferencia en producción de leche es la eficiencia con la cual se utilicen los recursos en el sistema de producción en cada una de las regiones. Esta eficiencia podría estar dada por el largo de lactancia de los animales, momento de la lactancia en el cual se suministre el suplemento, edad de las vacas, lugar donde se suministra el suplemento y tipo de pastura asignada. La eficiencia del sistema de producción también podría estar muy vinculada al tamaño de la explotación, los predios del norte en promedio son más grandes en casi 150 VO respecto a los predios del sur (Cuadro N° 13), lo cual conduce a un control más difícil de los procesos en un sistema de producción a medida que aumenta de tamaño. Otras características de manejo que aparecen con valores más favorables en la región sur respecto a la región norte, siendo estadísticamente diferente, es la disponibilidad de pasturas (kg MS/ha) con la que ingresan los animales a la parcela a pastorear, el índice de bienestar productivo (IBP) y la mayor carga (VO/ha VM). Todos estos indicadores de manejo más favorables que presentaron los sistemas de la región sur respecto a la región norte, podrían repercutir en una mayor eficiencia global del sistema de producción que se traduce en un mejor nivel de productivo con similares cantidades de recursos utilizados.

El contenido de grasa fue mayor para los tambos del norte, que podría estar asociado a una mayor concentración de este componente cuando la producción individual es menor. El contenido de proteína total, proteína verdadera, MUN y caseína no muestran diferencias significativas entre regiones (Cuadro N°14). Aunque si hay diferencias numéricas entre regiones en la variable MUN, con valores que se encuentran dentro del rango de calificación denominados “bueno” según la interpretación de Peña Castellanos (2002).

Cuadro N°13: Características de manejo de la alimentación y el ambiente (promedio 12 meses) en los sistemas evaluados según la región evaluada.

Variable*	Conc.	Ens.	T.past.	Disp.	Asig.	IBP	Carga	N°VO
Norte	5,9b**	5,9b	10,8a	2.503b	37,1a	25,7b	0,70b	275a
Sur	7a	8,8a	11,1a	2.788a	37,5a	26,6a	0,87a	130b

*Conc. y Ens. (kg BF/VO/d); T.past. (h); Disp. (kg MS/ha); Asig. (kg MS/VO/d); IBP (índice de bienestar productivo); Carga (VO/ha VM). **LS menans Student's.

La relación caseína/proteína total presentó diferencias significativas a favor de la región norte respecto a la región sur, estas diferencias están dadas debido al mayor valor numérico de caseína y al menor valor numérico de MUN para la región norte, en relación a la región sur, que resultan en mayores valores de caseína/proteína total. La relación caseína/proteína verdadera no presenta diferencias significativas entre regiones.

Cuadro N°14: Contenido de caseína, relación caseína/proteína total y caseína/proteína verdadera (promedio en los doce meses) según región evaluada (Norte y sur).

Región	*C ± DE	C/PT ± DE	C/PV ± DE
Norte	2,47a ± 0,06	0,769a ± 0,005	0,784a ± 0,001
Sur	2,42a ± 0,06	0,758b ± 0,005	0,783a ± 0,001

*C: caseína (g/100g), C/PT: caseína/proteína total, C/PV: caseína/proteína verdadera

A modo de conclusión del análisis de los resultados observados entre ambas regiones, la producción de leche fue mayor en la región sur (más de 4 litros) respecto a la región norte. Esta diferencia posiblemente se explique por el mayor uso de suplementos y el nivel de eficiencia con el cual utilizan los recursos en el sistema de producción de los productores del sur respecto a los productores del norte. Si bien este indicador no fue medido, resulta de la información recabada en los sistemas analizados en ambas regiones. El contenido de grasa mayor para los tambos del norte, seguramente explicado por una concentración de este componente cuando la producción individual fue menor. La relación caseína/proteína total en leche fue

mayor en la región norte debido al mayor valor numérico del contenido de caseína y al menor valor numérico del MUN para esta región, que resultan en mayores valores de caseína/proteína total en leche. En términos de rendimiento (kg/vaca/día), la región sur produce mayores cantidades de caseína y proteína que la región norte, debido a la mayor producción de leche en estos sistemas.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE MANEJO DE PRODUCTORES QUE ALCANZARON VALORES MAS ALTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CASEÍNA

A continuación se presentan para dos períodos del año, mayo-octubre y diciembre-marzo, cuáles fueron las características de manejo de la alimentación y el ambiente de los productores que obtuvieron la mayor producción de leche y el mayor contenido de caseína mediante las salidas de partición continua obtenidas con el programa JMP. Se tomaron estos períodos de evaluación, dado que los resultados observados y analizados anteriormente muestran a lo largo del año, dos períodos claramente definidos en los sistemas de producción de la región noroeste del Uruguay. Existe un período que va desde el otoño hasta la primavera tardía (mayo-octubre) caracterizado por una concentración en la época de partos, mayores producciones de leche, consumos de pasturas de buena calidad, altos consumos de suplemento y bajo riesgo de estrés calórico proporcionado por las temperaturas y humedades altas. El otro período (desde diciembre a marzo), se caracteriza por vacas en lactancias tardías (incluso mayor proporción de vacas secas), menos producción de leche, pasturas de baja calidad, bajos niveles de suplementación y condiciones de temperatura y humedad muy elevadas que se traducen en alto riesgo para nuestras vacas. De esta forma, se intenta ubicar cuáles son las características de manejo que tuvieron los tambos que logran los mejores resultados productivos en ambas épocas. Posteriormente se presentan cuáles fueron las características de manejo de la alimentación y el ambiente productivo que tuvieron los productores que logran niveles adecuados de nitrógeno ureico en leche (MUN) según lo reporta bibliografía (Peña Castellanos, 2002).

3.3.1. Mayo-octubre

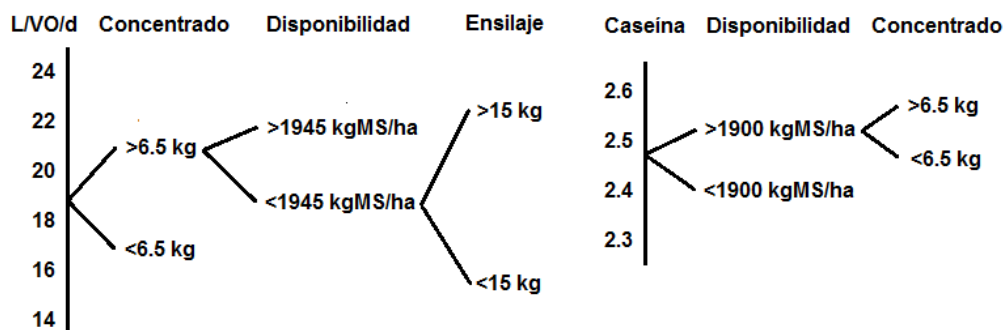


Figura N° 4. Partición de los factores de incidencia para las variables de respuesta: litros por vaca en ordeño por día (L/VO/d) y contenido de caseína (g/100g) en el período mayo-octubre en 30 tambos de la región noroeste del Uruguay.

Aquellos tambos que suministraron más de 6,5 kg de concentrado por vaca por día ($P<0.05$), el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad menor a 1945 kg MS/ha ($P<0.05$) y suministraron más de 15 kg de ensilaje por vaca por día ($P<0.05$), alcanzaron producciones de 23 litros por vaca (promedio). La suplementación permite incrementar el consumo de energía (Peyraud y Delaby, 2001), que se traduce en mayor producción de leche. Los tambos que reflejaron estos resultados tienen las siguientes características (indicadores promedio extraídos de la base de datos):

N°VO	Conc. (kg)	Ens (Kg)	Tpas (h)	IBP	VO/HaVM
165	8.7	22.7	9.3	27.9	0.9

n: 15 (n° de observaciones en el total de 174).

En relación al contenido de caseína, los valores más altos (2,56 g/100g) se obtuvieron con disponibilidades mayores a 1.900 kg MS/ha ($P<0.05$) y suministro mayor a 6,5 kg de concentrado ($P<0.05$). Incrementos en la concentración de caseína como respuesta a la suplementación con concentrado ha sido previamente reportado (Mackle et al. 1999, De Peters y Cant 1992, Sutton 1989, Emery 1978), explicado

por un mayor consumo de energía (Etchevers 2011, Hurtaud et al. 2009, De Peters y Cant 1992, Coulon y Remond 1991, De Peters et al. 1989, Spöndly 1986, Remond 1985, Emery 1978). En primavera, la pastura es el alimento predominante en la dieta, favoreciendo el mayor consumo de materia seca en base a una cosecha directa del forraje, mejorando la fermentación ruminal (Mayne y Thomas 1994, Beever et al. 1978). Los tambos que reflejaron estos resultados tienen las siguientes características (promedio):

NºVO	Conc. (kg)	Ens (Kg)	Tpas (h)	IBP	VO/HaVM
138	8.5	10.2	11.1	27.5	0.9

n: 50 (nº de observaciones en el total de 174).

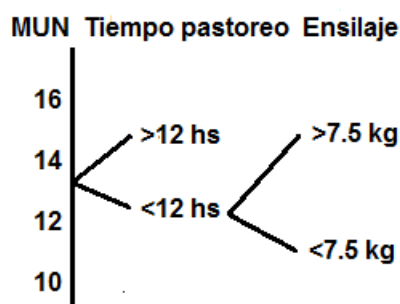


Figura N° 5. Partición de variables de incidencia para la variable de respuesta nitrógeno ureico en leche (mg/dl) (MUN) en el período mayo-octubre en 30 tambos de la región noroeste del Uruguay.

Los valores de MUN ubicados por encima de 10.7 (mg/dl) se observaron en aquellos tambos que muestran un tiempo de pastoreo diario que puede ser menor o mayor 12 horas ($P<0.05$), aunque si es menor a 12 horas el suministro de ensilaje debe ser mayor a 7.5 kg ($P<0.05$). Solamente 14 observaciones de las 174, mostraron valores de MUN óptimo según los valores de referencia de Peña Castellanos (2002), es decir valores entre 12 y 15 mg/dl. En 10 observaciones, el nivel de MUN fue mayor a 21 mg/dl, afectando la reproducción según lo reporta el autor, y también en

10 observaciones los valores de MUN no superaron los 9 mg/dl, demostrando insuficiente N en la dieta, afectando la producción (Peña Castellanos, 2002).

3.3.2. Diciembre-marzo

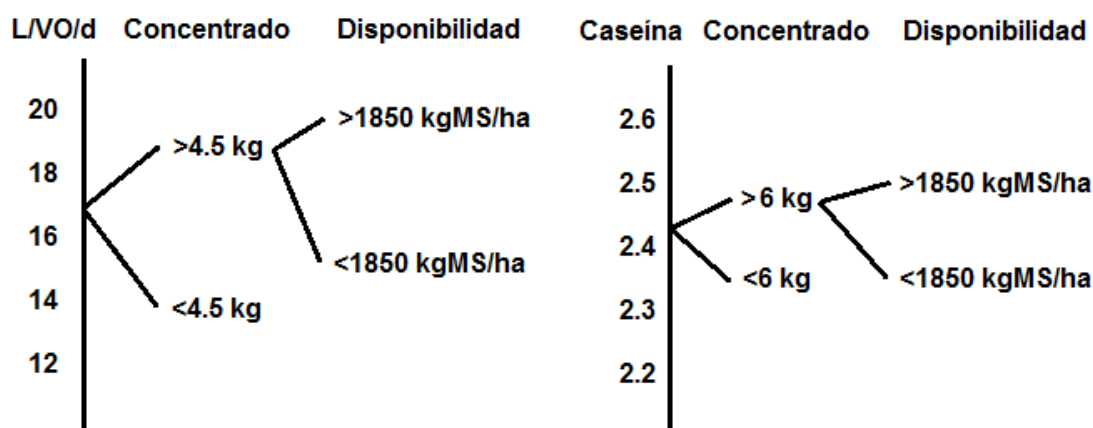


Figura N° 6. Partición de variables de incidencia para las variables de respuesta: litros por vaca por día (L/VO/d) y contenido de caseína (g/100g) en el período diciembre-marzo en 30 tambos de la región noroeste del Uruguay.

Aquellos tambos que suministraron más de 4,5 kg de concentrado por vaca por día ($P < 0.05$) y el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad mayor a 1850 kg MS/ha ($P < 0.05$) alcanzaron producciones de 18,9 litros por vaca. Como ya se mencionó anteriormente la suplementación permite incrementar el consumo de energía (Peyraud y Delaby, 2001), que se traduce en mayor producción de leche, aunque en esta época el nivel de suplementación con concentrado necesario fue menor. Esto seguramente sea debido a una etapa más avanzada de lactación en esta época que responde de menor manera en producción de leche a la suplementación con concentrado (Bargó et al., 2003). A medida que mejora la disponibilidad de las pasturas seguramente con mayor altura del forraje el consumo puede mejorar a través de un mayor peso del bocado y tasa de consumo (Chilibroste, 1998), que se traduce en mayor producción de leche. Los tambos que reflejan estos resultados tienen las siguientes características (promedio):

NºVO	Conc. (kg)	Ens (Kg)	Tpas (hs)	IBP	VO/HaVM
230	6.9	6.2	11.7	24.6	0.8

n: 71 observaciones de un total de 116.

En relación al contenido de caseína, los valores más altos (2,49 g/100g) se obtuvieron con suministros de concentrado mayores a 6 kg ($P<0.05$) y disponibilidades de pastura mayores a 1.850 kg. MS/ha ($P<0.05$). El suministro de concentrado mejora la disponibilidad de energía a nivel de glándula mamaria para la síntesis de caseína (Etchevers 2011, Hurtaud et al. 2009, De Peters y Cant 1992, Coulon y Remond 1991, De Peters et al. 1989, Spöndly 1986, Remond 1985, Emery 1978). Un aumento de la disponibilidad de pasturas disminuye las pérdidas de energía debido a una menor búsqueda en el proceso de pastoreo, que redundaría en mayor energía disponible para la síntesis de caseína. Los tambos que reflejan estos resultados tienen las siguientes características:

NºVO	Conc. (kg)	Ens (Kg)	Tpas (hs)	IBP	VO/HaVM
250	7.7	7.0	11	25.1	0.9

n: 51 observaciones de un total de 116.

4. CONCLUSIÓN

El nivel de concentrado y la mejor oferta forrajera asociados a una estación de pariciones que generalmente se concentra durante el otoño-invierno permitirían lograr las mayores producciones de leche en los meses de agosto, setiembre y octubre. El contenido de grasa fue mayor en marzo y abril, explicado por una menor producción individual que aumentó la concentración de este componente en la leche. El contenido de proteína también fue mayor en otoño, seguramente asociado al mayor aporte de energía en la dieta debido al uso de concentrados elevados en esta época. La concentración de partos y la movilización de reservas también podrían estar contribuyendo a concentraciones de grasa y proteína elevados en esta época.

Las estaciones de otoño e invierno determinaron los valores más altos del contenido de caseína (g/100g), seguramente explicado por el alto uso de suplementos concentrados (energía) para sincronizar el aporte de proteína por parte de las pasturas. No obstante, en los sistemas de producción evaluados, es posible mantener niveles altos de contenido de caseína (g/100g) y relación caseína/proteína verdadera en primavera con dietas casi exclusivamente pastoriles, posiblemente debido a cambios en la composición de la pastura que generan condiciones favorables en el rumen para aumentar la disponibilidad de aminoácidos a nivel de glándula mamaria. Las pérdidas de energía debido a las altas temperaturas en verano, sumado a la baja calidad de las pasturas ofrecidas en esta época, se traducen en disminuciones muy notorias del contenido de caseína (g/100g) y en la relación caseína/proteína verdadera, lo cual genera controversias respecto a la conveniencia productiva en esta época.

La proporción de caseína en relación a la proteína total no alcanzó valores de 0,8 tal como lo reporta la bibliografía. La relación caseína/proteína verdadera también mostró valores inferiores a los reportados por otros autores.

En el período mayo-octubre, aquellos tambos que logran producciones de 23 litros por vaca por día, tienen una dieta que se compone de 6,5 kg de concentrado, el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad inferior a 1945 kg MS/ha y suministraron más de 15 kg de ensilaje por vaca por día. Los valores más altos de caseína (2,56 g/100g) se obtuvieron en tambos en los cuales el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad de pasturas mayor a 1.900 kg MS/ha y suministros de concentrados mayores a 6,5 kg.

En el período diciembre-marzo, aquellos tambos que logran producciones de 18,9 litros por vaca por día, tienen una dieta que se compone de 4,5 kg de concentrado por vaca por día y el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad de pasturas mayor a 1850 kg MS/ha. Los valores más altos de caseína (2,48 g/100g) se obtuvieron con suministros de concentrado mayores a 6 kg y cuando el rodeo ingresó a pastorear con disponibilidades de pastura mayores a 1.850 kg. MS/ha.

5. **BIBLIOGRAFÍA**

- Armstrong, D. 1976. Proteinverdauung und –absorption bei Monogastriden und Wiederkäuern. Übers. Tierernährg., 4, 1-24.
- Auldist, M.; Thomson, M.; Mackle, T.; Hill, J.; Prosser, C. 2000. Effects of pasture allowance on the yield and composition of milk from cows of different β -Lactoglobulin phenotypes. *Journal Dairy Science*. 83:2069-2074
- Balbinotti, M.; Fischer, V.; Rocha, M.; Stumpf, W.; Zanela, C.; Treptow, L.; García, P. 2006. Qualidade do leite em sistemas de produção na região Sul do Rio Grande do Sul. Pelotas (Brasil). Dpto. de Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. 7p.
- Bargó, F.; Muller, L.; Kolver, E.; Delahoy, J.; Cassidy, T. 2003. Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal Dairy Science*. 86:1-42
- Beever, D. 1993. Rumen function. CABI, Wallingford, Oxon, U.K. In: J. M. Forbes and J. France (ed.). *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. pp 187–215.
- Beever, D.; Terry, R.; Cammel, S.; Wallace, A. 1978. The digestion of spring and autumn harvested perennial ryegrass by sheep. *Journal of Agricultural Science* 90. 463-34.
- Benavides, T. 2003. Efecto de las Variantes Genéticas A y B de κ -caseína y β -lactoglobulina sobre las propiedades de coagulación de la leche. Valdivia (Chile). Tesis de Ing. Agr. En Chile. Universidad Austral de Chile. 108p.

Chilibroste, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. Paysandú (Uruguay). Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC). Facultad de Agronomía. Publicado en XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría 2002. 21p.

Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: Predicción del consumo. Paysandú (Uruguay). Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC). Facultad de Agronomía. Publicado en XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. 18p.

Clark J. 1974. Lactational Responses to Postruminal Administration of Proteins and Amino Acids. Journal Dairy Science. 58(8) 1178-97.

Correa, A.; Avendaño, M.; Rubio, A.; Armstrong, D.; Smith, J.; DeNise, S. 2002. Efecto de un sistema de enfriamiento en la productividad de vacas lecheras bajo estrés calórico. México. Agrociencia 36: 531-539. 2002.

Coulon, J.; Remond, B. 1991. Variations in Milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: Review. Livestock Production Science. 29:31-47.

Coulon, J.; Hurtaud, C.; Remond, B.; Vé rite, R. 1998. Factors contributing to variation in the proportion of casein in cows milk true protein: a review of recent INRA experiments. Journal of Dairy Research 65, 375–387.

Cruz, G.; Saravia, C. 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. Uruguay. Agrociencia. Vol XII N° 1 pág. 56 – 60.

- Delgadillo, E. 2012. Modelo matemático para predecir el rendimiento del queso a partir de la composición química de la dieta. Tesis Maestro en Ciencias. Montecillo. Estado de México. Colegio de Post graduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. 120p.
- De Peters, E.; Cant, J. 1992. Nutritional Factors Influencing the Nitrogen Composition of Bovine Milk: A Review. *Journal Dairy Science*. 75: 2043-2070.
- De Peters, E.; Ferguson, J. 1992. Nonprotein Nitrogen and Protein Distribution in the Milk of Cows. *Journal Dairy Science*. 75:3192-3209.
- De Peters, E.; Taylor, S. 1985. Effects of feeding corn or barley on composition of milk and diet digestibility. *Journal Dairy Science*. 68:2027.
- De Peters, E.; Taylor, S.; Baldwin, R. 1989. Effect of Dietary Fat in Isocaloric rations on the Nitrogen Content of Milk from Holstein Cows. *Journal Dairy Science* 72:2949-2957.
- De Peters, E.; Taylor, S.; Finley, C.; Famula, T. 1987. Dietary fat and nitrogen composition of milk from lactating cows. *Journal Dairy Science* 70:1192.
- De Peters, E.; Taylor, S.; Franke, A.; Aguirre, A. 1985. Effects of feeding whole cottonseed on composition of milk. *Journal Dairy Science* 68:897.
- DIEA (Dirección de Investigación de Estadísticas Agropecuarias). 2014. Montevideo (Uruguay). Estadísticas del Sector Lácteo 2013. Consultado en octubre 2014. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,dica,dica-pub-lecheria,O,es,0>,

DIEA (Dirección de Investigación de Estadísticas Agropecuarias). 2013. Montevideo (Uruguay). Anuario estadístico agropecuario 2013. Consultado en octubre 2014. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2013,O,es,0>,

Donkin, S.; Varga, G.; Sweeney, T.; Muller, L. 1989. Rumen-Protected Methionine and Lysine: Effect of Animal Performance, Milk Protein Yield, and Physiological Measures. *Journal Dairy Science* 72:1484-1491.

Elizalde, J.; Santini, F. 1992. Algunos factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. Argentina. Bol. Técnico 104. INTA EEA Balcarce. 27p.

Emery, R. 1978. Feeding For Increased Milk Protein. *Journal Dairy Science*. 61:825-828.

Emmons, D.; Ernstrom, C.; Lacroix, C; Verret, P. 1990. Predictive formulas for Yield of Cheese from Composition of Milk: A Review. *Journal dairy Science*. 73:1365-1394.

Escobar, D., Pelaggio, R., Grille, L., Colzada, E., Rampoldi, C., Carro, S., Delucchi, I., Viola, N., Nolla, J., Reinares, R., Chilibroste, P., Piedrabuena, L. 2014. Efecto del perfil de caseínas, recuento de células somáticas y composición de la leche en el rendimiento del queso Dambo. Montevideo-Uruguay. INNOTEC. Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay. 9 (31-42).

Etchevers, F. 2011. Influencia del consumo por vacas lecheras, de silajes de diferentes forrajes en la calidad de la leche y su posterior aptitud para la elaboración de quesos. Concordia. Argentina. Tesis doctoral. Universidad politécnica de Valencia. 141p.

- Fegan, J. 1979. Factors affecting protein composition of milk and their significance to dairy processing. *Aust. Journal Dairy Technology*. 34:77-81.
- Gallardo, M. 2006. Alimentación y composición química de la leche. INTA Rafaela. Sitio Argentino de Producción animal. E.E.A. 10p.
- Gallardo, M. 1988. Lipomovilización en vacas lecheras en pastoreo. Efectos de distintos niveles de suplementación energética durante lactación temprana. Mar del Plata, Argentina. Tesis de Magister Sci. UNMDP (Universidad Nacional de Mar del Plata).
- García, P.; Fischer, V.; Rocha, M.; Gomes, J.; Stumpf, W.; Balbinotti, M. 2007. Produção e qualidade do leite em sistemas de produção da região leiteira de Pelotas. Peolas (Brasil). *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.1, p.212-217.
- Garciaarena, A.; Santini, F.; Rearte, D. 1990. Ruminal metabolism of dairy cows grazing pasture and supplemented with corn grain. *Journal Dairy Science*. (Suppl.1) 73:240.
- González , H.; Fisher, V.; Rocha, M.; Gomes, J.; Stumpf, W.; Abreu, M. 2004. Avaliação da Qualidade do Leite na Bacia Leiteira de Pelotas (Brasil). Efeito dos Meses do Ano. *Revista Brasileira Zootecnista*, v. 33, n. 6, p.1531-1543.
- Gordon, F. 1977. The effects of protein content on the response of lactating cows to level of concentrate feeding. *Journal Agriculture Science (Camb.)* 25:181.
- Grainger, C.; Wilhelms, G. 1979. Effect of duration and pattern of underfeeding in early lactation on milk production and reproduction of dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 19: 395-401.

- Grant, D.; Patel, P. 1980. Changes of protein composition of milk by ratio of roughage to concentrate. *Journal Dairy Science*. 63:756.
- Guerrero, L. 2002. Composición láctea y rendimiento quesero de vacas de la raza Criollo Lechero Tropical (CLT). Mexico. Tesis profesional para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Veracruzana. 55p.
- Hagemeister, H.; Kaufmann, W.; Pfeffer, E. 1976. Factors influencing the supply of nitrogen and amino acids to the intestine of dairy cows. Butterworth, London. In: Protein Metabolism and Nutrition (ed. Cole et al.). pp. 425-439.
- Hernández, R.; Ponce, P. 2005. Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. Venezuela. *Zootecnia Tropical*, Vol. 23, No. 3, pp. 295-310.
- Holmes, W.; Waite, R.; Maclusky, D.; Watson, J. 1956. Winter feeding of dairy cows. I. The influence of level and source of protein and of the level of energy in the feed on milk yield and composition. *Journal Dairy Reserch*, 23, 1-12.
- Hurtaud, C.; Peyraud, J.; Michel, G.; Berthelot, D.; Delaby, L. 2009. Winter feeding systems and dairy cow breed have an impact on milk composition and flavour of two Protected designation of Origin French cheeses. *The Animal Consortium*. 3:9. Pp 1327-1338.
- Ikonen, T.; Ahlfors, R.; Kempe, R.; Ojala, M.; Ruottinen, O. 1999. Genetics Parameters for the Milk Coagulation Properties and prevalence of Noncoagulating Milk in Finnish Dairy Cows. *Journal Dairy Science*. 82:205-214.

- INALE (Instituto Nacional de la Leche) 2013. Situación y perspectivas de la Lechería Uruguaya. Montevideo. Uruguay. Informes N° 8. Enero a diciembre 2013. Consultado en noviembre 2014. Disponible en: <http://www.inale.org/>
- Kaufmann, W. 1979. Utilización de la Proteína. En: Broster, W. (Eds.). Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. Mexico. AGT, Editor, S.A. Pp: 69-83.
- Kaufmann, W. 1977. Calculation of the protein requirement for dairy cows according to measurements of N metabolism. Wageningen (Netherlands). En: Protein Metabolism and Nutrition (ed. S. Tamminga), pp. 130-132. Centre Agric. Publishing Doc.
- Kroeker, E.; Ng-Kwai-Hang, K.; Hayes, J.; Moxley, J. 1985. Effects of environmental factors and milk protein polymorphism on composition of casein fraction in bovine milk. Journal Dairy Science. 68: 1752.
- Mackle, T.; Bryant, A.; Petch, S.; Hill, J.; Auldist, M. 1999. Nutritional influences on the Composition of Milk from Cows of Different Proteins Phenotypes in New Zealand. Journal Dairy Science. 82:172-180.
- Mayne, C.; Thomas, C. 1994. Sistemas de manejo de pastoreo. En: Broster, W.; Phipps, R.; Johnson, C. (Eds.). Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. Capítulo 9. P:239-277.
- McLean, D.; Bruce, E.; Ponzoni, R. 1984. Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition. Journal Dairy Reserch 51: 531.
- McMahon, D.; Oomen, B. 2008. Supramolecular Structure of the Casein Micelle. Journal Dairy Science. 91:1709-1721.

- Mephram, T. 1982. Amino acid utilization by lactating mammary gland. *Journal Dairy Science*. 65:287-298.
- Mephram, T. 1976. Amino acid supply as a limiting factor in milk and muscle synthesis. In: *Principles of Cattle Production* (ed. H. Swan and W. H. Broster). Butterworth, London. pp. 201-220.
- Mojica, J.; Castro, R.; León, J.; Cárdenas, E.; Pabón, M.; Carulla, J. 2009. Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. Colombia. *Revista Corpoica*. (1) P81-90.
- Ng-Kwai-Hang, K.; Hayes, J.; Moxley, J.; Monardes, H. 1985. Percentages of protein and nonprotein nitrogen with varying fat and somatic cells in bovine milk. *Journal Dairy Science*. 68:1257.
- Ng-Kwai-Hang, K.; Hayes, J.; Moxley, J.; Monardes, H. 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *Journal Dairy Science*. 67:361.
- O'Brien, B.; Murphy, J.; Connolly, J.; Mehra, R.; Guinee, T.; Stakelum, G. 1997. Effect of altering the daily herbage allowance in mid lactation on the composition and processing characteristics of bovine milk. *Journal Dairy Reserch*. 64:621–626.
- Palmquist, D.; Moser, E. 1981. Dietary fat effect on blood insulin, glucose utilization, and milk protein content of lactating cows. *Journal Dairy Science* 64: 1664-1670.

- Peña Castellanos, F. 2002. Importancia del nitrógeno ureico en leche como índice para evaluar la eficiencia productiva y reproductiva de la vacas lecheras. Colombia. Revista Acovez; Volúmen 27. No.1. Edición 90. 8p.
- Peyraud, J.; Delaby, L. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows - Response to concentrates in interaction with grazing management and grass quality. In: P.G. Garnsworthy and J. Wiseman (eds) Recent Advances in Animal Nutrition. University of Nottingham University Press, pp 203-220.
- Piaggio, L.; García, A. 2004. El agua de bebida como factor limitante de la producción. Argentina. Sitio Argentino de Producción Animal. 7p.
- Ponce, P. 2009. Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. La Habana, Cuba. Revista Salud Animal Vol. 31 No. 2: 69-76.
- Ponce, P.; Capdevila, J.; Hernandez, R.; Laranja, F.; 1999. Characterization of the abnormal milk syndrome: An approach of its probable causes and its corrections. Journal Dairy Science. 1999;82:195.
- Ponce P. 1983. Precipitaciones anormales en placas de pasteurizadores en una planta procesadora de leche durante el período de transición seca-primavera. Cuba. Informe final de Servicio Empresa Láctea Habana-CENSA. Junio/1983.
- Razz, R.; Clavero, T. 2007. Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando Panicum máximum – Leucaena leucocephala. Universidad de Zulia. Maracaibo. Venezuela. Revista Científica. Vol. XVII, N° 1, 53-57.
- Rearte, H. 1992. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Argentina. E. E. A. del INTA Balcarce. 93p.

- Remond, B. 1985. Influence of feeding of dairy cow milk composition. 2. Protein content: general factors (in French). Bulletin Technique CRZV Theix INRA 62, 53–67.
- Rogers, J.; Clark, J.; Drendel, T.; Fahey, G. 1984. Milk production and nitrogen utilization by dairy cows infused postruminally with sodium caseinate, soybean meal, or cottonseed meal. Journal Dairy Science. 67:1928.
- Roman, L.; Saravia, C.; Astigarraga, L.; Bentancur, O.; Acosta, Y.; Pla, M.; Mendoza, A.; Morales, T.; La Manna, A. 2013. Efecto del acceso a sombra asociado o no con aspersión y ventilación de vacas Holstein en el suroeste del Uruguay. I. Desempeño productivo. Uruguay. En: Sitio argentino de producción animal. 2p.
- Rook, J. 1961. Variations in the chemical composition of the milk of the cow. Part I. Dairy Science Abstr. 23:251.
- Sloan, B.; Robert, J.; Mathe, J. 1989. Influence of dietary crude protein plus or minus inclusion of rumen protected amino acids (RAA) on the early lactation performance of heifers. Journal Dairy Science. 67(Suppl. 1):506.(Abstr.).
- Spörndly, E. 1986. Effects on milk composition and yield of diet to dairy cows with special emphasis on Milk protein content. Effects of diet to dairy cows on milk protein content. Rep. 159. Swed. Univ. Agriculture Science, Uppsala, Swed.
- St-Gelais, D.; Haché, S. 2005. Effect of β -casein concentration in cheese milk on rennet coagulation properties, cheese composition and cheese ripening. Food Research International, Volúme 38. Pages 523-531.
- Sutton, J. 1989. Altering Milk Composition by Feeding. Journal Dairy Science. 72:2801-2814.

- Sutton, J.; Oldlaam, J.; Hart, I. 1980. Products of digestion, hormones and energy utilization in milking cows given concentrates containing varying proportions of barley or maize. Page 303 in Energy metabolism. L. E. Mount, ed. Butterworths, London, Engl.
- Thom, E. 1959. Discomfort index. Weatherwise 12:57-59.
- Thomas, P. C. 1984. Feeding and milk protein production. Page 53 in Milk compositional quality and its importance in future markets. M. E. Castle, and R. G. Gunn, ed. Occas. Publ. Br. Soc. Anim. Prod. No. 9.
- Thomas, J. 1971. Protein requirement of milking cows. Journal Dairy Science., 54, 1629-1636.
- Thomas, C.; Aston, K.; Daley, S. 1985. Milk production from silage. 3. A comparison of red clover with grass silage. Animal Production 41 23-31.
- Thomas, C.; Aston, K.; Daley, S.; Hughes, P. 1982. A comparison of red clover with grass silage for milk production. Animal Production 34: 361.
- Thomson, D.; Beever, D.; Haines, M.; Cammel, S.; Evans, R.; Dhanoa, M.; Austin, A. 1985. Yield and composition of milk from Friesian cows grazing either perennial ryegrass or white clover in early lactation. Journal of Dairy Research 52: 17-31.
- Uruguay XXI. 2012. Informe de comercio exterior (en línea). Montevideo: Uruguay XXI. Consulta: abril 2014. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/wp-content/uploads/2011/11/Informe-de-Comercio-Exterior-de-Uruguay-FINAL-A%C3%B1o-2012.pdf>.

- Valtorta, S.; Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera.
En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Miscelánea N°
81. pp 173-185.
- Van Es, A.; Van Der Honing. 1983. Utilización de la energía. En: Broster, W. (Eds.).
Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. Mexico.
AGT, Editor, S.A. Pp: 69-84.
- Vertes, C.; Hoden, A.; Gallard, Y. 1989. Effect of nutritional level on composition
and cheese making quality of milk from Holstein and Normandy cows (in
French). INRA Productions Animales 2, 89–96.
- Waite, R.; White, J.; Robertson, A. 1956. Variation in the chemical composition of
milk with particular reference to the solids-not fat. I. The effect of stage of
lactation, season of year, and age of cow. Journal Dairy Reserch 23:65.
- Wattiaux, M. s/f. Metabolismo de proteínas en las vacas lecheras. Instituto Babcock
para la Investigación y desarrollo internacional de la Industria lechera.
Universidad de Wisconsin-Madison. USA.
- Whedolm, A.; Larsen, L.; Lindmark-Mansson, H.; Karlson, A.; Andrén, A. 2006.
Effect of Protein Composition on the Cheese-Making Properties of Milk from
Individual Dairy Cows. Journal Dairy Science. 89:3296-3305.
- Wright T.; Moscardini, S.; Luimes, P.; Susmel, P.; McBride, B. 1998. Efects of
Rumen-undegradable Protein and Feed Intake on Nitrogen Balance and Milk
Protein Production in Dairy Cows. Journal Dairy Science. 81(3):784-93.
- Yousef, I.; Huber, J.; Emery, R. 1970. Milk protein synthesis as affected by high-
grain, low-fiber rations. Journal Dairy Science. 53:734.

6. ANEXOS

6.1. RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años (2008 a 2012) entre el 35 y el 38 % de la leche remitida a industrias del Uruguay ha sido destinada para la elaboración de quesos, siendo junto a la leche en polvo, los principales rubros de exportación (DIEA, 2013). El rendimiento quesero influye en la competitividad de las industrias queseras (Escobar et al., 2014), especialmente en el caso de las industrias del litoral norte uruguayo, donde el queso supone un 80 % de sus exportaciones, lo que representó económicamente U\$S 61.374.000 para el año 2011 (Uruguay XXI, 2012). Mejorar un 1 % el rendimiento quesero, significaría un aumento en el ingreso de U\$S 613.740 en las industrias queseras. La proteína láctea, más precisamente la concentración de caseína en leche, está directamente relacionada con el rendimiento quesero. En el marco del proyecto “Patrones de variación de la caseína en leche en el litoral noroeste: su relación con sistemas productivos y producto final”, ejecutado por el Consorcio Regional de Innovación de la cadena Láctea del Litoral (CRI lechero del litoral), cofinanciado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), se realizó un trabajo que tiene como objetivo determinar el patrón de variación de caseína en leche a lo largo del año, y el efecto de la alimentación y el ambiente productivo vinculadas al rodeo lechero.

Un aumento del contenido de caseína, más precisamente de la fracción κ -caseína, está asociado a un mayor rendimiento quesero. Vacas Holstein poseen un menor contenido total de proteína y caseína en leche que vacas Jersey. El acceso a sombra, refrigeración, disponibilidad de agua de bebida, son medidas de manejo que reducen el estrés térmico de la vaca en producción, he impactan sobre el consumo de energía, producción de leche y contenido de caseína en leche. A medida que se incrementa el número de pariciones, el contenido de caseína y proteína en leche descende, aunque este último lo hace en menor proporción debido a un aumento en el contenido de las proteínas del suero en la leche. Existe una reducción del

contenido de caseína durante los primeros días de la lactancia hasta aproximadamente 5 a 10 semanas luego del parto, seguido de un aumento gradual hacia fines de lactancia. Una restricción en el consumo de pasturas provoca una disminución del rendimiento y contenido de proteína y caseína en leche debido a disminuciones en el consumo de energía. Las variaciones en el contenido de proteína al suministrar diferentes tipos de ensilajes va a depender del tipo de ensilaje y su interacción con la pastura, considerando la dieta total. Reportes de aumentos en el contenido de proteína y caseína en leche con el suministro de concentrados son consistentes en la literatura. Un incremento en el suministro de energía sumado al aporte de nitrógeno por parte de las pasturas, permiten un aumento en el suministro de aminoácidos disponibles en la glándula mamaria, incrementando la síntesis de proteína láctea. Un aumento del nivel nitrogenado de la ración no mejora el contenido proteico en leche a menos que este sea limitante con respecto a los requerimientos de los animales. Es posible incrementar la proteína en la leche aumentando la proteína de sobrepaso en la dieta, si dicha proteína tiene una composición similar a la caseína. Suplementos lipídicos generalmente reducen la concentración de proteína en leche. Existen inconsistencias en los factores que podrían afectar las relaciones caseína/proteína verdadera y caseína/proteína total. Deficiencias de energía en dietas que incluyen pasturas generan un ambiente ruminal con altas concentraciones de nitrógeno amoniacal (N-NH_3) que luego son metabolizados en el hígado y causan un exceso de nitrógeno ureico en leche (MUN). Como hipótesis se plantearon tres:

1. Sistemas de producción que suministren mayores niveles de concentrado en la dieta producirán leche con mayor concentración de caseína y mayor relación caseína/proteína verdadera.
2. La estación del año va a tener un efecto significativo en la concentración de caseína y en la relación caseína/proteína verdadera. Los menores valores se esperan en verano.
3. Los mejores ambientes productivos serían los que poseen mayor concentración de caseína y relación caseína/proteína verdadera.

Se tomaron muestras mensuales en 30 tambos remitentes a las empresas PILI SA y CLALDY SA (15 por cada planta) durante el período de un año (abril 2012 a marzo 2013), considerando el tamaño y el nivel tecnológico de los predios de forma que representen la totalidad de predios de la región. Al momento de cada muestreo se tomaron registros en cada sistema de producción referido a: manejo del rodeo, producción de leche, rutina de alimentación de las vacas en ordeño y ambiente productivo. Se analizaron las variaciones de proteína total, MUN, proteína verdadera, caseína, relación caseína/proteína verdadera y relación caseína/proteína total en leche en relación a las estaciones del año y por región (Norte y Sur). También se estudiaron, para dos épocas del año, cuales son las características de manejo de aquellos productores que alcanzaron los valores más altos de caseína en leche (g/100g), producción de leche y los rangos de MUN en leche que resultan de mayor interés como eficiencia nutricional. Para establecer las correlaciones entre las variables se utilizó SAS 2010. Para determinar el patrón de variación estacional de las variables de interés se utilizó un modelo mixto (ProcMixed SAS 2010) con región, mes, variables de alimentación e índice de bienestar como efecto fijo. Las diferencias entre región y meses fueron declaradas como significativas cuando $P < 0,05$ (Tukey y Student's). Para armar grupos de productores y ubicar puntos de corte en las variables significativas se utilizó el método de partición recursiva. Para el análisis de las variables debido al efecto estación y grupos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y el método utilizado para establecer diferencias significativas fue por Tukey ($P < 0,05$). El paquete estadístico utilizado fue: JMP Statistics and Graphics Guide versión 1 (1989).

La producción de leche promedio en todos los sistemas evaluados, fue mayor durante los meses de agosto y setiembre con valores que se acercan a los 20 L/VO/d, en relación a los meses de febrero y abril que muestran valores por debajo a los 16 L/VO/d ($p < 0,05$). El contenido de grasa en leche fue elevado en los meses de marzo y abril, siendo diferentes estadísticamente con el mes de diciembre. Posiblemente explicado por una menor producción de leche en esta época, que concentra los componentes lácteos. El contenido de proteína en leche fue mayor en los meses de

marzo y abril con valores por encima de 3,30 g/100g, siendo diferentes estadísticamente de los meses de noviembre, diciembre y enero. El resto de los meses se ubican en una posición intermedia. Estas diferencias podrían asociarse al mayor uso de concentrados, tal como lo mencionan De Peters y Cant (1992), explicado por un mayor aporte de energía (Coulon y Remond, 1991). El contenido de caseína en leche (g/100g) fue mayor en los meses de otoño e invierno (no difieren estadísticamente), en relación a los meses de primavera y verano, siendo diciembre el mes con valores más bajos en este indicador (estadísticamente diferente a casi todo el año, a excepción de los meses de enero y noviembre). Los valores más altos en otoño e invierno de caseína en leche, podrían estar muy vinculados al alto suministro de concentrados y ensilajes, siendo mayor durante esta época considerando el promedio de todas las matrículas evaluadas. En primavera el contenido de caseína en leche (g/100g) fue menor que en otoño e invierno, aunque mantiene un valor considerable. Sin embargo, la cantidad de energía aportada por el suplemento en esta época fue menor, la dieta se torna más pastoril. Este efecto puede explicarse porque la pastura en primavera es un alimento predominante en la dieta, con características favorables para aumentar el consumo de materia seca en base a una cosecha directa del forraje, con un esquema de fermentación ruminal más eficiente. En verano el contenido de caseína (g/100g) bajó abruptamente respecto al resto de las estaciones. Esto podría deberse al estrés térmico que sufren las vacas en esta época en la región evaluada, que determinan menores consumos energéticos y pérdidas de energía para mantenimiento. Largas caminatas, la falta de sombra en corrales de espera, de salida, de alimentación, la disponibilidad de agua de bebida en el campo, son algunas de las causas que pueden determinar estos resultados. Durante el verano, en esta zona del país el estrés por calor que sufren los animales es muy notorio, el ITH desarrollado por Thom (1959) y Valtorta y Gallardo (1996), supera el valor de 72 en promedio, llegando incluso a valores extremos, lo cual estaría indicando peligro y emergencia para las vacas. Estas causas podrían estar explicando los bajos valores de caseína y proteína verdadera (g/100g) observados en verano. Por otra parte, la baja calidad de las pasturas en verano, repercute en la fermentación ruminal y posteriormente en la disponibilidad de aminoácidos en la glándula

mamaria, siendo determinante del contenido de caseína en leche (Beever et al. 1978, Mayne y Thomas 1994). Con respecto a la relación caseína/proteína verdadera, estos valores están muy por debajo a los observados por Balbinotti et al. (2006). La relación caseína/proteína total en leche en ningún momento alcanzó valores de 0,8 (80 %), lo cual pone en evidencia que en nuestros sistemas de producción la caseína no representa el 80 % de las proteínas totales. Estos valores observados están muy por debajo a los observados por Balbinotti et al. (2006), Mackle et al. (1999) y Hurtaud et al. (2009). La producción de leche fue mayor en la región sur (más de 4 litros) respecto a la región norte. Esta diferencia posiblemente se explique por el mayor uso de suplementos y el nivel de eficiencia con el cual utilizan los recursos en el sistema de producción de los productores del sur respecto a los productores del norte. Si bien este indicador no fue medido, resulta de la información recabada en los sistemas analizados en ambas regiones. El contenido de grasa mayor para los tambos del norte, seguramente explicado por una concentración de este componente cuando la producción individual fue menor. La relación caseína/proteína total en leche fue mayor en la región norte debido al mayor valor numérico del contenido de caseína y al menor valor numérico del MUN para esta región, que resultan en mayores valores de caseína/proteína total en leche. En términos de rendimiento (kg/vaca/día), la región sur produce mayores cantidades de caseína y proteína que la región norte, debido a la mayor producción de leche en estos sistemas. En el período mayo-octubre, aquellos tambos que logran producciones de 23 litros por vaca por día, tienen una dieta que se compone de 6,5 kg de concentrado, el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad inferior a 1945 kg MS/ha y suministraron más de 15 kg de ensilaje por vaca por día. Los valores más altos de caseína (2,56 g/100g) se obtuvieron en tambos en los cuales el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad de pasturas mayor a 1.900 kg MS/ha y suministros de concentrados mayores a 6,5 kg. En el período diciembre-marzo, aquellos tambos que logran producciones de 18,9 litros por vaca por día, tienen una dieta que se compone de 4,5 kg de concentrado por vaca por día y el rodeo ingresó a pastorear con una disponibilidad de pasturas mayor a 1850 kg MS/ha. Los valores más altos de caseína (2,48 g/100g) se obtuvieron con suministros de concentrado mayores a 6 kg y cuando

el rodeo ingresó a pastorear con disponibilidades de pastura mayores a 1.850 kg. MS/ha.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Balbinotti, M.; Fischer, V.; Rocha, M.; Stumpf, W.; Zanela, C.; Treptow, L.; García, P. 2006. Qualidade do leite em sistemas de produção na região Sul do Rio Grande do Sul. Pelotas (Brasil). Dpto. de Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. 7p.

Beever, D.; Terry, R.; Cammel, S.; Wallace, A. 1978. The digestion of spring and autumn harvested perennial ryegrass by sheep. Journal of Agricultural Science 90. 463-34.

Coulon, J.; Remond, B. 1991. Variations in Milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: Review. Livestock Production Science. 29:31-47.

De Peters, E.; Cant, J. 1992. Nutritional Factors Influencing the Nitrogen Composition of Bovine Milk: A Review. Journal Dairy Science. 75: 2043-2070.

DIEA (Dirección de Investigación de Estadísticas Agropecuarias). 2013. Montevideo (Uruguay). Anuario estadístico agropecuario 2013. Consultado en octubre 2014. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2013,O,es,0>,

- Escobar, D., Pelaggio, R., Grille, L., Colzada, E., Rampoldi, C., Carro, S., Delucchi, I., Viola, N., Nolla, J., Reinares, R., Chilibroste, P., Piedrabuena, L. 2014. Efecto del perfil de caseínas, recuento de células somáticas y composición de la leche en el rendimiento del queso Dambo. Montevideo-Uruguay. INNOTEC. Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay. 9 (31-42).
- Hurtaud, C.; Peyraud, J.; Michel, G.; Berthelot, D.; Delaby, L. 2009. Winter feeding systems and dairy cow breed have an impact on milk composition and flavour of two Protected designation of Origin French cheeses. The Animal Consortium. 3:9. Pp 1327-1338.
- Mackle, T.; Bryant, A.; Petch, S.; Hill, J.; Auldist, M. 1999. Nutritional influences on the Composition of Milk from Cows of Different Proteins Phenotypes in New Zealand. Journal Dairy Science. 82:172-180.
- Mayne, C.; Thomas, C. 1994. Sistemas de manejo de pastoreo. En: Broster, W.; Phipps, R.; Johnson, C. (Eds.). Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. Capítulo 9. P:239-277.
- Thom, E. 1959. Discomfort index. Weatherwise 12:57-59.
- Uruguay XXI. 2012. Informe de comercio exterior (en línea). Montevideo: Uruguay XXI. Consulta: abril 2014. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/wp-content/uploads/2011/11/Informe-de-Comercio-Exterior-de-Uruguay-FINAL-A%C3%B1o-2012.pdf>.
- Valtorta, S.; Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Miscelánea N° 81. pp 173-185.

6.2. FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

I- Información General del Establecimiento

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

- 1.1. Nombre Propietario _____
- 1.2. Edad _____
- 1.3. Nivel educativo _____ (Primaria, Secundaria, UTU, Universidad, Otros).
- 1.4. Residencia en el predio: Si _____ (1) No _____ (2)
- 1.5. Dirección _____
- 1.6. Teléfono/celular _____
- 1.7. Ubicación _____
- 1.8. Superficie total dedicada a la lechería _____ ha
- 1.8.1. Propia _____ ha
- 1.8.2. Arrendada (privado) _____ ha
- 1.8.3. Arrendada (INC) _____ ha
- 1.8.4. Otras _____ ha. Especificar _____
- 1.9. Remisión anual 2011 _____ Lt.

2. ACCESO A SERVICIOS

- 2.1. Energía eléctrica: Si _____ (1) No _____ (2)
- 2.2. Agua potable: Si _____ (1) No _____ (2)
- 2.3. Teléfono o celular: Si _____ (1) No _____ (2)
- 2.4. Internet: Si _____ (1) No _____ (2)

3. ASESORAMIENTOS TÉCNICO

- 3.1. De la planta: Si _____ (1) No _____ (2)
- 3.2. Contratado
- 3.2.1. Agrónomo: Si _____ (1) No _____ (2)
- 3.2.2. Veterinario: Si _____ (1) No _____ (2)

3.2.3. Contador: Si ____ (1) No ____ (2)

3.2.4. Otro: Si ____ (1) Especificar: _____ No ____ (2).

4. PREPARTO

4.1. Manejo diferencial para el parto: Si ____ (1) No ____ (2)

4.2. Duración del parto: _____

Continuar, si responde afirmativamente 5.1., en caso contrario pasar al punto 6.

4.3. Forraje verde

4.3.1. Tipo: _____

4.3.2. Asignación: _____

4.4. Forraje conservado:

4.4.1. Tipo: _____

4.4.2. Asignación: _____

4.5. Concentrado

4.5.1. Tipo: _____

4.5.2. Asignación: _____

4.6. Condiciones de piso y protección (sombra y abrigo): _____

5. ORDEÑE

5.1. Sala y máquina de ordeño

5.1.1. Tipo de sala _____

5.1.2. Tanque de frío: N° _____ Capacidad/es: _____ Lt.

5.1.3. N° de órganos _____

5.1.4. N° de operadores en la fosa _____

5.1.5. Cambio de ordeñadores: Si ____ (1) Frecuencia _____
No ____ (2).

5.1.6. Duración del ordeño _____ hs.

5.1.7. Frecuencia de cambios de pezonera _____

5.1.8. Frecuencia de chequeo de máquina _____

5.1.9. Saca pezoneras automáticos: Si ____ (1) No ____ (2)

5.2. Rutina de ordeño

5.2.1. Lavado de tetas: Si ____ (1) No ____ (2)

5.2.2. Fondo negro: Si ____ (1) No ____ (2)

5.2.3. Secado: Si ____ (1) No ____ (2)

5.2.4. Desinfección de pezones

5.2.4.1. Pre ordeño: Si ____ (1) No ____ (2)

5.2.4.2. Post ordeño: Si ____ (1) No ____ (2)

5.2.5. Circulación animal en la sala: Fácil ____ (1) Intermedia ____ (2)
Difícil ____ (3)

6. TRATAMIENTOS

6.1. Tratamientos en la lactancia

6.1.1. Intramamarios: Si ____ (1) Duración _____ No ____ (2).

6.1.2. Parental: Si ____ (1) Duración _____ No ____ (2).

6.1.3. Combinado: Si ____ (1) Duración _____ No ____ (2).

6.2. Tratamientos al secado

6.2.1. Todo el rodeo: Si ____ (1) No ____ (2).

6.2.2. Selectivo de acuerdo a RCS individual: Si ____ (1) No ____ (2).

6.3. Registros de tratamientos: Si ____ (1) No ____ (2).

7. SALUD DE UBRE

7.1. Realiza CMT: Si ____ (1) Frecuencia _____ No ____ (2).

7.2. Realiza RCS individuales: Si ____ (1) Frecuencia _____ No ____ (2).

7.3. Descarte por mastitis: Si ____ (1) Porcentaje _____ No ____ (2).

Fecha: / /
Matrícula/as:
Encuestador:

II- Información a relevar en cada muestreo

1. MUESTREO DE LECHE DEL TANQUE

- 1.1. En un tanque_____ En más de un tanque_____ Mezcla proporcional a la capacidad: Si___ (1) No___ (2).
- 1.2. Número de Muestras_____
- 1.3. Número de ordeñes_____
- 1.4. Fecha de leche muestreada_____
- 1.5. Hora de inicio del ordeño: Mañana _____hs Tarde _____hs.
- 1.6. Observaciones:_____

2. RODEO y SUPERFICIE LECHERA

- 2.1. Superficie lechera
- 2.1.1. Superficie de Vaca Masa_____ ha
- 2.1.2. Superficie de Vaca en Ordeño_____ ha
- 2.2. Rodeo Lechero
- 2.2.1. N° Total de vacas_____
- 2.2.2. N° Vaquillonas, con y sin servicio_____
- 2.2.3. N° Terneras_____

3. VACAS EN ORDEÑO

- 3.1. Total_____
- 3.2. Lotes
- 3.2.1. Vacas en ordeño lote 1
- 3.2.1.1. N° total de vacas _____
- 3.2.1.2. N° de vacas de primer parto _____

- 3.2.1.3. Fecha de parto promedio (por estación) _____
- 3.2.2. Vacas en ordeño lote 2
- 3.2.2.1. N° total de vacas _____
- 3.2.2.2. N° de vacas de primer parto _____
- 3.2.2.3. Fecha de parto promedio (por estación) _____

4. PRODUCCIÓN

- 4.1. Producción total (mensual) _____ Lt.
- 4.2. Producción individual (mensual) _____ Lt.

5. OFERTA DE ALIMENTO Y RUTINA DE ALIMENTACIÓN

5.1. Lote 1

5.1.1. Disponibilidad de agua

- 5.1.1.1. En el pastoreo: Si____ (1) No____ (2).
- 5.1.1.2. En caminos cercanos: Si____ (1) No____ (2).
- 5.1.1.3. Solo en el tambo: Si____ (1) No____ (2).

5.1.2. Pastoreo : franja >1 día _____ franja diaria _____ franja semi-diaria _____

5.1.2.1. En la mañana

- 5.1.2.1.1. Distancia a la parcela _____ m
- 5.1.2.1.2. Horas de acceso _____ hs
- 5.1.2.1.3. Tipo de pastura _____
- 5.1.2.1.4. Disponibilidad de pastura: Altura _____ cm
- 5.1.2.1.5. Calificación de la pastura: MB B R M MM
- 5.1.2.1.6. Tamaño de franja _____ m²

5.1.2.2. En la tarde

- 5.1.2.2.1. Distancia a la parcela _____ m
- 5.1.2.2.2. Horas de acceso _____ hs
- 5.1.2.2.3. Tipo de pastura _____
- 5.1.2.2.4. Disponibilidad de pastura: Altura _____ cm
- 5.1.2.2.5. Calificación de la pastura: MB B R M MM

5.1.2.2.6. Tamaño de franja _____ m²

5.1.3. Suplementación

5.1.3.1. En sala (por lote) kg de Materia Fresca, como es ofrecida.

5.1.3.1.1. Tipo _____

5.1.3.1.2. Cantidad _____ kg

5.1.3.2. Fuera de la sala de ordeño.

5.1.3.2.1. Maquinaria: Mixer con balanza _____ Carro
forrajero _____

Otro _____ Especificar _____

5.1.3.2.2. A campo: En comederos _____ (1) En el piso
_____ (2)

5.1.3.2.3. Encierros _____

5.1.3.2.4. Suministro en la mañana

a. Concentrado

a.1. Tipo _____

a.2. Cantidad _____ kg.

b. Forraje conservado

b.1. Tipo _____

b.2. Cantidad _____ Kg.

5.1.3.2.5. Suministro en la tarde

a. Concentrado

a.1. Tipo _____

a.2. Cantidad _____ Kg.

b. Forraje conservado

b.1. Tipo _____

b.2. Cantidad _____ Kg.

5.1.4. Suplementación mineral

5.1.4.1. Tipo _____

5.1.4.2. Cantidad _____ kg

5.2. Lote 2

5.2.1. Disponibilidad de agua

5.2.1.1. En el pastoreo: Si ____ (1) No ____ (2).

5.2.1.2. En caminos cercanos: Si ____ (1) No ____ (2).

5.2.1.3. Solo en el tambo: Si ____ (1) No ____ (2).

5.2.2. Pastoreo : franja >1 día ____ franja diaria ____ franja semi-diaria ____

5.2.2.1. En la mañana

5.2.2.1.1. Distancia a la parcela ____ m

5.2.2.1.2. Horas de acceso ____ hs

5.2.2.1.3. Tipo de pastura ____

5.2.2.1.4. Disponibilidad de pastura: Altura ____ cm

5.2.2.1.5. Calificación de la pastura: MB B R M MM

5.2.2.1.6. Tamaño de franja ____ m²

5.2.2.2. En la tarde

5.2.2.2.1. Distancia a la parcela ____ m

5.2.2.2.2. Horas de acceso ____ hs

5.2.2.2.3. Tipo de pastura ____

5.2.2.2.4. Disponibilidad de pastura: Altura ____ cm

5.2.2.2.5. Calificación de la pastura: MB B R M MM

5.2.2.2.6. Tamaño de franja ____ m²

5.2.3. Suplementación

5.2.3.1. En sala (por lote) kg de Materia Fresca, como es ofrecida.

5.2.3.1.1. Tipo ____

5.2.3.1.2. Cantidad ____ kg

5.2.3.2. Fuera de la sala de ordeño.

5.2.3.2.1. Maquinaria: Mixer con balanza ____ Carro
forrajero ____

Otro ____ Especificar ____

5.2.3.2.2. A campo: En comederos ____ (1) En el piso
____ (2)

5.2.3.2.3. Encierros _____

5.2.3.2.4. Suministro en la mañana

a. Concentrado

a.1. Tipo _____

a.2. Cantidad _____ kg.

b. Forraje conservado

b.1. Tipo _____

b.2. Cantidad _____ Kg.

5.2.3.2.5. Suministro en la tarde

a. Concentrado

a.1. Tipo _____

a.2. Cantidad _____ Kg.

b. Forraje conservado

b.1. Tipo _____

b.2. Cantidad _____ Kg.

5.2.4. Suplementación mineral

5.2.4.1. Tipo _____

5.2.4.2. Cantidad _____ kg

6. AMBIENTE PRODUCTIVO

6.1. Caminería (establecer puntaje de dificultad para transitar) de 1 a 3 según barro _____

6.2. Corral de espera (piso, protección) _____

6.3. Corral de salida (piso, protección) _____

Corrales de alimentación (piso, protección, *en caso de que los haya*)