



SISTEMA LECHERO

Investigación y productos tecnológicos

Ing. Agr. (PhD) Santiago Fariña

Coordinador Sistema Lechero

En los últimos 10 años INIA ha abordado desde la investigación diferentes problemáticas de la producción de leche y ha generado algunas herramientas útiles a técnicos y productores. En este artículo destacamos algunas de ellas, que se han difundido en diversas notas de la Revista INIA, e introducimos nuevos temas en los que hoy se está trabajando.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Desde la década del '80 INIA ha explorado sistemas de producción de leche con una productividad ascendente. Desde un sistema extensivo con 760 litros/ha hasta un sistema de alta carga y uso de ensilaje de maíz que alcanzó los 12.500 litros/ha.

En esta línea de trabajo se fueron evaluando diferentes combinaciones de incrementos en la carga animal, la producción individual, cambios en las rotaciones forrajeras, combinaciones de pastoreo y reservas de praderas y manejo de la suplementación.

Respecto de las rotaciones forrajeras, un componente evaluado en profundidad fue el uso de cultivos de invierno para producir altos volúmenes de forraje. De esa forma se instalaron ensayos para evaluar el potencial de producción de forraje de materiales de avena, trigos, cebadas y raigrases sembrados temprano (fines de febrero), los que demostraron que algunos materiales de avena producían en torno a 10.000 kg de materia seca por hectárea (MS/ha) hasta mayo, posibilitando el ensilaje de los mismos.

Algunos sistemas evaluados en los últimos años incluyeron períodos de semi-estabulación estratégica de 60 días. Esta herramienta productiva se utilizó para mantener una elevada productividad en épocas críticas, como el inicio de la lactancia en otoño o invierno, por problemas de exceso hídrico (barro y la imposibilidad de acceder a pastoreo directo).

En los últimos años, además de las evaluaciones físicas y económicas, se empezó a integrar variables de salud, bienestar animal e impacto sobre el suelo. Por ejemplo, se encontró que un sistema de semi-estabulación que incluye área de pastura firme para el descanso de los animales (100 m²/vaca) permite una mayor limpieza de ubres (score de suciedad) y alcanza hasta 2,3 litros/vaca/día más que un sistema sobre corral de tierra.

Como herramienta generada para la gestión del sistema de producción se destaca el software “**Plan T**” que es un simulador que está disponible online para la modelación de sistemas lecheros, integrando información de respuesta animal (nutrición y fisiología), suplementación y rendimientos esperados de cultivos y pasturas.

A futuro:

• **Módulos de Intensificación Lechera (Proyecto 10-MIL):** desde 2017 está en marcha en La Estanzuela el Proyecto 10-MIL, un estudio de módulos comparativos que evaluará cuatro diferentes sistemas para alcanzar una producción de leche/ha de 1.000 kg de sólidos y cosechar 10.000 kg de MS/ha de forraje.

Los sistemas son una combinación de 2 genotipos (Holando Grande vs. Holando Chico) y 2 estrategias de alimentación (Manda Dieta y Manda Pasto). La estrategia Manda Dieta se basa en una dieta estable en el año con aproximadamente un tercio de cada componente (concentrado, reserva y pasto), mientras que la estrategia Manda Pasto mantiene fijo el concentrado pero maximiza el consumo de pasto, en función del crecimiento medido semana a semana. Estos tratamientos fueron definidos con un Grupo de Trabajo INIA-INALE compuesto por productores, asesores e investigadores. El proyecto tendrá componentes de análisis económico, de manejo del pastoreo, de bienestar animal, de aspectos nutricionales, de calidad de leche y de bienestar humano.

• **Sistemas Voluntarios de Ordeñe Robotizado:** en base a una demanda del sector por investigar tecnologías que hagan al tambo atractivo y sustentable para las personas, se inició este proyecto que tiene como objetivo adaptar y evaluar un sistema voluntario de ordeñe robotizado a las condiciones de Uruguay. Este sistema se instaló en La Estanzuela este año, siendo el primero en Uruguay. Se trata de un cambio trascendental en el manejo del sistema, ya que las vacas se mueven en él por sí solas (potreros, callejones, tambo) teniendo como principal incentivo al alimento.

Al moverse buscando alimento deben pasar por la sala y ahí el robot las ordeña, a cualquier hora (24 horas, los 7 días). El principal beneficio de estos sistemas es para las personas, que pueden trabajar de 8:00 a 17:00, sin



estar presentes durante el ordeño. Sin embargo, siguen siendo necesarias para otras tareas: chequear datos en la computadora, tratar o inseminar vacas, armar parcelas, etc. Al irse a su casa, las alarmas pueden llegarle al teléfono y resolverlas de forma remota.

MANEJO ANIMAL

Las prácticas de manejo animal han sido foco de algunos estudios que atacaron problemáticas específicas de las condiciones de Uruguay: la mortalidad de terneros, la ineficiencia de las recrias, las problemáticas de peri-parto, el calor en el verano y las condiciones que afectan la calidad de la leche.

Estrés calórico

Las vacas lecheras son sensibles tanto a las altas temperaturas como a las altas humedades relativas. Animales bajo condiciones de estrés por calor presentan: reducciones en el consumo de materia seca, menores tiempos de rumia y descanso, aumentos en la frecuencia respiratoria y temperatura corporal y problemas reproductivos. Como consecuencia, la producción de leche disminuye y los animales se vuelven más propensos a sufrir patologías como por ejemplo acidosis, mastitis, retención de placenta, laminitis, etc.

Desde el año 2012, INIA ha estado estudiando y difundiendo diferentes medidas de mitigación del estrés por calor, tanto en vacas en el pico de lactancia, como en lactancia avanzada o durante el período seco. Se comparó sombra, aspersión y ventilación y se encontró que la sombra fue el método más efectivo, observándose mejoras en la producción de leche corregida por sólidos (LCS) del orden de:

- Vacas en lactancia temprana: 5,4 kg LCS/día
- Vacas en lactancia tardía (en 30 litros/vaca/día promedio): 1,9 kg LCS/día
- Vacas primíparas en lactancia temprana: 1,5 kg LCS/día
- Vacas secas: 3,3 kg LCS/día (en su lactancia posterior)
- No hubo mejora en vacas de lactancia tardía que estaban en 18 litros/vaca/día promedio.

A partir de los estudios y validación a campo se desarrolló el paquete tecnológico con recomendaciones de: instalaciones de sombra, técnica de aspersión de agua y técnica de ventilación.

Manejo de Guachera y Recría

Etapa de GUACHERA

En este tema se comprobó que hay grandes ventajas en el crecimiento y desarrollo de los animales al mejorar el calostrado y el plano alimenticio. Pasar de los tradicionales 4 litros de leche/día a unos 8 litros permitió aumentar la ganancia diaria y adelantar la entrada a



pubertad. En base a experimentación se desarrolló un paquete tecnológico de recomendaciones de alimentación y salud para la crianza y recría.

1) Lograr una óptima transferencia de anticuerpos al ternero a través de una adecuada ingesta de calostro:

a - Si el ternero permanece con la madre hay que supervisar que consuma calostro dentro de las 6 horas de vida.

b - Se debería calostrear artificialmente a aquellos terneros que no maman por sí mismos, en aquellos casos en los que la vaca no se deja, o si es una vaca de primer parto, si tuvo mastitis al parto o un período seco muy corto.

c - Se debería suministrar una cantidad de calostro equivalente al 10% del peso al nacimiento (4 litros para un ternero de 40 kg) dentro de las 6 horas de vida, utilizando una mamadera o una sonda buco-esofágica.

2) Armar un banco de calostro para ser utilizado en el calostrado artificial de los terneros:

a - Solo se debería almacenar el primer calostro de vacas adultas y sanas, dentro de las 2 horas luego del parto, en recipientes limpios y desinfectados.

b - El calostro colectado no debería tener grumos o sangre, y debería tener una densidad relativa mayor a 1,050, o una lectura mayor a 22 °Brix medida con un refractómetro.



c - El calostro se debe refrigerar o congelar dentro de una hora de obtenido. Si se refrigera en heladera se debe consumir dentro de 48 horas, mientras que si se congela puede conservarse hasta un año. En este caso, para utilizarlo se descongela a Baño María a 60 °C.

3) Evaluar el programa de calostrado del tambo:

a - Se considera que el programa de calostrado es adecuado si en una muestra de 12 terneros de entre 1 y 3 días de edad, al menos 80% de los animales tienen concentraciones de proteínas totales en suero iguales o mayores a 5,5 g/dL, o al menos 90% de los animales presentan concentraciones iguales o mayores a 5 g/dL o lecturas iguales o mayores a 8,5 °Brix. Estas determinaciones pueden realizarse a campo con un refractómetro.

Como material de apoyo se generó el Boletín de Divulgación 114 (Manejo del calostrado en el ternero neonato: herramientas para una crianza más saludable y eficiente). Este boletín se acompañó de dos cartillas (72 y 73) que incluyen información práctica de: a) nivel de calostro a utilizar, b) test de calidad del mismo, c) test de inmunidad del ternero, d) sistema de crianza.

Etapa de RECRÍA

La meta final es llegar al primer parto con un animal saludable y capaz de expresar todo su potencial productivo mientras permanezca en el tambo. Ello se logra a través de un manejo que promueva un óptimo crecimiento y desarrollo de la vaquillona en el plazo más

corto posible, siempre que no comprometa su salud o su producción futura. Algunas recomendaciones para lograrlo:

a - La vaquillona debería ser servida por primera vez a los 15 meses de edad y con un peso equivalente al 60% del peso adulto. En ganado Holando de 600 a 620 kg de peso adulto equivale a un peso de 360 a 375 kg.

b - Se puede usar la medida de altura a la cruz para monitorear el desarrollo corporal, que dependerá de la raza o la línea genética dentro de cada raza. Para ganado Holando de 600 a 620 kg de peso adulto, las vaquillonas deberían tener una altura a la cruz aproximada de 100, 130 y 140 cm a los 6, 15 y 24 meses, respectivamente.

c - En vaquillonas de 150 a 200 kg manejadas en praderas en otoño e invierno, con una oferta de forraje de 3% del peso vivo y sin uso de suplemento es posible esperar ganancias de entre 500 a 600 g/día.

d - Cuando las vaquillonas se manejan en condiciones de encierro pasan a depender enteramente de nosotros, por lo que hay que proveerles de todos los nutrientes que requieren. La concentración de proteína en particular no debe ser limitante para lograr un adecuado crecimiento; con dietas a base de ensilaje de maíz, por cada punto de aumento en la concentración de proteína, la ganancia de peso aumentó en 52 g/día.

e - No superar una ganancia de peso de 900 g/día entre el desleche y el año de vida. Si se supera, habría que incrementar la relación proteína cruda – energía metabolizable de la dieta a no menos de 60 o 70 g/Mcal en animales de 250 y 150 kg, respectivamente, para minimizar los efectos adversos de un crecimiento muy acelerado sobre el desarrollo mamario.

Peri-parto

Este es el período de la lactancia más sensible para las vacas en términos de riesgos de salud y desbalances nutricionales. De diversos ensayos específicos surgieron algunas recomendaciones de interés.

El manejo general de la vaca en el parto y el inicio de la lactancia (3 semanas antes a 3 semanas luego del parto) debería apuntar a:

1) Lograr que la vaca llegue al parto con una cantidad adecuada de reservas corporales, y que la pérdida de la misma luego del mismo sea controlada.

a - La vaca debería llegar al parto con una condición corporal entre 3 y 3,5 en una escala de 1 a 5.

b - La vaca debería ser secada con la misma condición corporal con que va a parir.

c - En la lactancia temprana, la vaca no debería perder más de 0,5 a 1 punto de condición corporal.

2) En el parto, aportar el 100% de las cantidades de macro y micronutrientes requeridos por el animal, teniendo en cuenta su capacidad de consumo:

a - La concentración media de energía y proteína cruda debería estar en un rango de 1,45 a 1,55 Mcal ENL/kg MS, y de 12 a 13%, respectivamente. En vaquillonas, la concentración de proteína cruda debería estar en el entorno de 15 a 16%.

b - Si bien la elección de la fuente de energía tiene una importancia relativa menor, se debería proveer una dieta con un rango de 16 a 20% de almidón.

c - Asegurar la homeostasis de Ca, a través del ajuste de la concentración de Mg (0,35 a 0,40%), P (<0,35%), S (0,30 a 0,40%), y del balance catión-anión (0 a -100 meq/kg) de la dieta.

3) En el inicio de lactancia, la dieta debe ser altamente concentrada en nutrientes.

a - Dependiendo de la expectativa de producción, la concentración media de energía podrá variar entre 1,60 hasta 1,80 Mcal ENL/kg MS en vacas de muy alta producción. La concentración máxima de almidón en la dieta varía entre 24 y 26%, y una porción debería provenir de fuentes con baja degradabilidad ruminal. Es posible incluir fuentes de lípidos siempre que no se supere una concentración de 5 a 6% de lípidos totales en la dieta.

b - Aportar proteínas de alta calidad, asegurando un mínimo de 11% de proteína degradable en rumen. La concentración de proteína cruda total dependerá de la expectativa de producción, pero debería variar entre 16 y 19%.

c - Si se usa una gran cantidad de concentrados, que incluyan granos húmedos o con alto grado de procesamiento, o si se ofrecen separadamente del forraje, hay que asegurar un adecuado aporte de fibra efectiva en la dieta (mínimo de 30% de FDN, y 2/3 deberían provenir de forraje). Evitar cambios bruscos en la dieta, especialmente al incluir nuevos concentrados o aumentar su oferta.

4) Brindar al animal el ambiente más confortable posible de forma de minimizar el estrés.

a - Minimizar el acceso a comederos, bebederos o sitios para descanso (o para parir en el parto) con barro.

b - Proveer acceso a sombra y reparo a los animales.

c - Reducir la competencia manejando a vaquillonas y vacas adultas por separado, y proveyendo un espacio adecuado por animal en el comedero (75 cm en el parto, 60 cm en el posparto).

d - En el posparto, minimizar la distancia de caminata de las vacas hacia la pastura u otros sitios de alimentación.

Como material de apoyo informativo de estas medidas de manejo en el peri-parto se generaron: i) Cartilla 21 (Condición corporal en Holando), la que permite, mediante fotografías didácticas, entrenar a usuarios para evaluar condición corporal en escala 1 a 5. ii) Sistema de gestión para el control y prevención de mastitis. Se trata de una guía sobre la implementación y evaluación de diferentes técnicas para el manejo de mastitis en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela; es un documento práctico que surgió como resultado de un grupo de trabajo conformado por profesionales de la Facultad de Veterinaria, de UdelaR, de la empresa GEA Westfalia y el equipo operativo del tambo.

A futuro:

- Bienestar animal: como parte de un estudio de doctorado se evaluarán las diferencias en aspectos de bienestar animal que surgen de manejos de alimentación diferenciales (diferentes asignaciones de pastoreo directo o dieta total mezclada).

- Estrés calórico en Sistemas Voluntarios de Ordeño Robotizado: un estudio de doctorado evaluará cuál es la mejor estrategia para mitigar estrés calórico al diseñar estos nuevos sistemas. Esto será un aspecto más de muchos otros de manejo animal, evaluados de manera práctica, en el primer año de funcionamiento de este sistema.





tos de poder identificar correctamente la composición racial de cada animal y de esta forma poder extraer los registros de animales puros Jersey.

A futuro:

- **Nuevos caracteres:** se está elaborando un nuevo proyecto para incorporar nuevas características al índice. Se incluirán células somáticas, prevalencia de enfermedades y posiblemente peso adulto.

AMBIENTE

En el marco de la intensificación sostenible se ha trabajado para entender qué desbalances pueden generarse en sistemas con diferente grado de intensificación. En este sentido, se realizó un análisis de la evolución de 30 años de los sistemas de producción de leche de La Estanzuela, tanto desde el punto de vista de balance de nutrientes como desde la potencialidad de generación de gases de efecto invernadero.

En términos de balance de nitrógeno (N) se vio que existe un superávit de N del sistema y que si bien las “entradas” al sistema (fertilizantes, suplementos y fijación biológica) se triplicaron en el período de 1977 a 2007, también se triplicaron las “salidas” (producción de leche) por lo tanto la proporción que queda en el sistema es similar. Además, se estimó que las pérdidas del sistema se redujeron de 43 a 12 kg de N/ha/año.

En términos de gases de efecto invernadero (principalmente metano) los sistemas aumentaron la producción total de gases al aumentar la producción por hectárea de 1977 a 2007. Sin embargo, las mejoras en eficiencia de producción por animal hicieron que se logre una reducción en la emisión por kilogramo de leche de casi un 60%.

GENÉTICA

El equipo de genetistas de INIA sigue centrando sus esfuerzos en la evaluación genética, con énfasis en el uso de una herramienta fundamental: Índice Económico Productivo. Cada año se trabaja en la incorporación de nuevas características y en la mayor precisión de las mismas. El Uruguay es representado por este equipo en la red internacional Interbull. En los últimos años se incorporó la herramienta de la genómica, fortaleciendo la capacidad y precisión de esta evaluación.

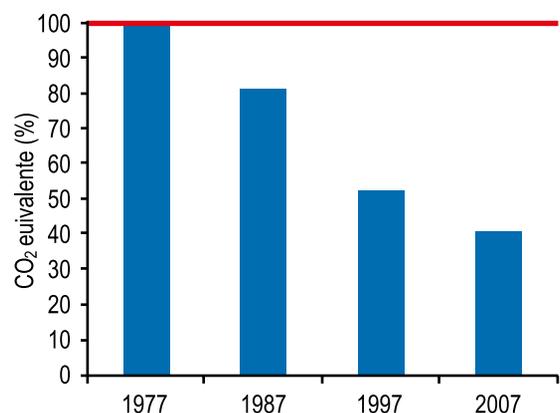
Entre las herramientas generadas en este tema destacamos:

i) Índice Económico Productivo, que es un índice de selección desarrollado con datos de Uruguay. Permite a los productores seleccionar sus toros según características de desempeño local. El último año incluyó el procesamiento de más de 19 millones de controles individuales de aproximadamente 2,5 millones de lactancias. Diferentes rasgos han sido incluidos en las evaluaciones genéticas: cantidad y calidad de producto (grasa y proteína), caracteres lineales asociados al tipo y tasa de preñez en hijas.

ii) Sitio web geneticalechera.com.uy, en el que se publican los resultados de la evolución genética de la raza Holando incluyendo datos de padres nacionales así como la gran mayoría de los padres extranjeros (importados y no importados). El mismo es de libre acceso a través de la página web de INIA.

iii) Evaluación Genética para la raza Jersey, en la que junto con los técnicos del MU se inició una depuración de códigos de razas de toda la base de datos a los efec-

Emisiones de GEI por kg de leche en % en base a 1977



Desde el punto de vista del carbono (C) en el suelo, el seguimiento de la Unidad de Lechería de La Estanzuela permitió observar como la presencia de pasturas en la rotación es central para un balance positivo de carbono y, en particular, cómo se logró una recuperación del C del suelo en la década del '90 a partir de la incorporación de la siembra directa.

A nivel de regulaciones nacionales relacionadas al impacto ambiental de los sistemas, INIA participó activamente aportando componentes técnicos. En particular, se desarrolló una herramienta fundamental para la regulación del riesgo de erosión hídrica, que es utilizada por organismos de gobierno (matriz de riesgo ambiental). Este es un modelo empírico de estimación del riesgo de erosión en sistemas lecheros. Se basa en información de base de fácil acceso: topografía, suelo y cultivos. Es utilizada actualmente como base para regulaciones implementadas a nivel de MGAP/OPYPA.

A futuro:

- Escurrimiento de P en pastoreo
- Estrategias de manejo agronómico de efluentes

PASTURAS

Desde el Programa de Pasturas y Forrajes de INIA se ha trabajado en la evaluación de materiales de base para rotaciones de sistemas lecheros y estrategias de fertilización para las mismas, en particular de fósforo (P).

En los últimos años se desarrollaron nuevos materiales de raigrás anual que se caracterizan por ofrecer un

abanico amplio de fechas de floración, desde fines de setiembre hasta principios de noviembre. Entre ellos se destacan INIA Bakarar, INIA Escorpio, INIA Camaro e INIA Titán. La floración determina el momento de pico de crecimiento (previo a esa instancia) y también el momento de encañazón, que es cuando la planta pierde calidad rápidamente.

Estos materiales con diferentes momentos de floración permiten a los productores ajustar su selección según el objetivo del sistema. Por ejemplo, floración temprana cuando se combinan con cultivos de verano y floración tardía cuando se necesita proveer de forraje de pastoreo durante toda la primavera. En la web de INIA se puede acceder al catálogo de variedades disponibles.

En los tambos del Uruguay existe una alta heterogeneidad entre potreros en el nivel de P disponible del suelo, asociado a la historia de fertilización y al uso. En el mismo tambo pueden existir potreros con deficiencias y potreros con excesos. En relación al manejo del P en pasturas cultivadas se desarrolló un modelo de decisión de fertilización.

Para poder mantener niveles adecuados de P en suelo se recomienda muestrear por lo menos cada dos años y hacer un análisis de suelo en todo el predio (mapa de diagnóstico). Luego, a partir del nivel crítico que existe para la productividad buscada, se obtienen los kilogramos de fertilizante necesarios para elevar el nivel del suelo al requerido (término conocido como el "equivalente fertilizante"). Se encontró que para subir el nivel de P-Bray en 1 ppm hace falta aplicar 15 kg de P_2O_5 /ha en promedio, aunque esto varía según el tipo de suelo y el tipo de análisis.

