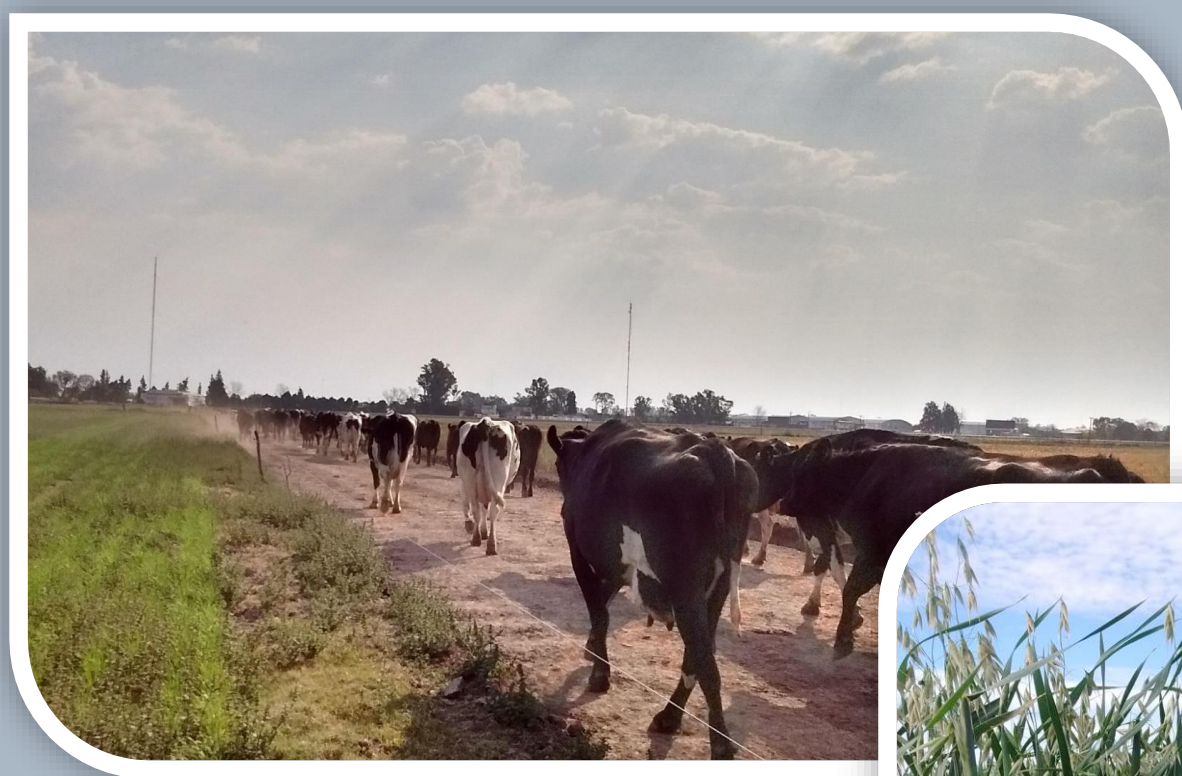


INFORMACIÓN TÉCNICA

PRODUCCIÓN ANIMAL

2018

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela



INFORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2018

Publicación Miscelánea

Año VI - N° 4



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación

Centro Regional Santa Fe

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

Área de Producción Animal

2018

INFORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2018

Editor responsable: INTA EEA Rafaela

Director: Ing. Prod. Agr. (M.Sc.) Jorge Villar Ezcurra

Comité editorial: Comisión de publicaciones INTA EEA Rafaela

Compaginación y edición: Ing. Agr. (M.Sc.) María Lorena Iacopini

Se permite la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA

Ruta 34 km 227

(2300) Rafaela, Santa Fe

Teléfonos: (03492) 440121/440125

inta.gob.ar/rafaela

eearafeela@inta.gob.ar

INDICE

CALIDAD DE LECHE Y AGROINDUSTRIA

DESEMPEÑO DE UN FERMENTO ADJUNTO DE <i>LACTOBACILLUS PARACASEI</i> 90 EN CONDICIONES DE CORTE DE CADENA DE FRÍO EN QUESO CREMOSO. <i>Peralta, G.; Bergamini, C.; Costabel, L.; Audero, G.; Perotti M.C.; Hynes, E.</i>	5
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA DETERMINACIÓN DE PH Y CONDUCTIVIDAD EN MIEL. <i>Adorni, M.B.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A.; Wanzenried, R.</i>	12
ENSAYO DE VALIDACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE FIBRA DETERGENTE NEUTRA TRATADA CON ALFA AMILASA Y FIBRA DETERGENTE ÁCIDA EN FORRAJES. <i>Adorni, M.B.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A.; Efenbein, N.</i>	16
OCURRENCIA NATURAL DE AFLATOXINA M1 EN LA CUENCA LECHERA CENTRAL DE ARGENTINA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS. <i>Costamagna, D.; Gaggiotti, M.; Signorini, M.</i>	20
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA, HIGIÉNICO-SANITARIA Y APTITUD TECNOLÓGICA DE LECHE PROVENIENTE DE UN SISTEMA DE ORDEÑO VOLUNTARIO. <i>Campos, S.; Costamagna, D.; Gaggiotti, M.; Adorni, M.B.; Cuatrin, A.; Taverna, M.</i>	25
CARACTERIZACIÓN DE SUERO PROCESADO POR TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS, CONCENTRADO DE PROTEÍNAS Y PERMEADO OBTENIDO DE DIFERENTES PYMES LÁCTEAS DE LA CUENCA LECHERA CENTRAL. <i>Audero, G.; Campos, S.; Costabel, L.</i>	32

FORRAJES

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MUESTRAS REMITIDAS AL CONCURSO DE FORRAJES CONSERVADOS REALIZADO EN EL MARCO DE LA MERCOLÁCTEA DESDE EL AÑO 2004 AL 2017. <i>Gaggiotti, M.; Romero L.; Cuatrin, A.</i>	42
EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA SILAJE: FECHAS Y CALIDADES. <i>Romero, L.; Cuatrin, A.; Gaggiotti, M.</i>	56
PRESENCIA DE MULTITOXINAS FÚNGICAS EN ALIMENTOS PARA GANADO BOVINO DE LA CUENCA LECHERA CENTRAL DE ARGENTINA. <i>Costamagna, D.A.; Gaggiotti, M.C.; Michlig, N.; Chiericatti, C.; Signorini, M.L.</i>	63
NUEVO ENFOQUE EN LA SUSTENTABILIDAD FORRAJERA: LAS SIMBIOSIS BENÉFICAS. PRIMEROS AVANCES EN TOLERANCIA A SALINIDAD. <i>Iacopini, M. L.; Nagel, B. M.; Ré, A. E.; Cuatrin, A. L.</i>	66

VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS GRANOS DESTILADOS PARA RUMIANTES.

Brunetti, M.A.; Gaggiotti, M.C. 75

NUTRICIÓN

UREA PROTEGIDA ¿CUÁN PROTEGIDA DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL *IN VITRO*?

Salado, E.E.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A. 87

ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS CON RACIONES PARCIALMENTE MEZCLADAS

Salado, E.E.; Cuatrin, A.L. 91

ACTUALIZACIÓN DEL TEMA "CONSUMO" EN VACAS LECHERAS

Comeron, E.; Tieri, M.P. 97

GENÉTICA

CRUZAMIENTO ROTACIONAL APLICADO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA. RESULTADOS PRELIMINARES DE LA COMPOSICIÓN RACIAL DEL RODEO.

Vera, M.; Maciel, M.; Pece, M.; Salado, E.; Scandolo, D.; Romero, L. 113

SANIDAD

BRUCELOSIS Y TUBERCULOSIS EN RODEOS BOVINOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL DEPARTAMENTO SAN CRISTÓBAL, SANTA FE – ARGENTINA.

Abdala, A.; Bozalla E.; Sosa A. Galarza R.; Diruscio I.; Aguirre N.; Benedetti N.; Borgogno, P.; Bertero, P. .. 120

MASTITIS AMBIENTALES: ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL Y TRATAMIENTO

Calvinho, L. 125

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

LECHERÍA CON BAJA EMISIÓN, EFICIENTE EN EL USO DEL NITRÓGENO, ALTA PRODUCTIVIDAD Y MARGEN BRUTO ¿EXISTE EN ARGENTINA?

Tieri, M.P.; Faverin, C.; Charlón, V.; Comerón, E.; Iacopini, M.L.; Gonda, H.L. 131

CARACTERIZACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA EN UN SISTEMA CON VACAS CRUZAS CON PARICIONES BI-ESTACIONADAS.

Pece, M.A.; Maciel, M.; Salado, E.E.; Romero, L.; Cuatrin, A.; Vera, M.; Scandolo, D. 135

DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN DE LECHE INTENSIVA CON SERVICIO BIESTACIONADO.

Maciel, M.; Pece, M.A.; Salado, E.E.; Romero, L.; Vera, M.; Scandolo, D. 139

CALIDAD DE LECHE

Y

AGROINDUSTRIA

DESEMPEÑO DE UN FERMENTO ADJUNTO DE *LACTOBACILLUS PARACASEI* 90 EN CONDICIONES DE CORTE DE CADENA DE FRÍO EN QUESO CREMOSO

Peralta, G.¹; Bergamini, C.¹; Costabel, L.²; Audero, G.²; Perotti M.C.¹; Hynes, E.¹

¹Instituto de Lactología Industrial, UNL/CONICET. Santiago del Estero 2829. 3000 Santa Fe, Argentina.

²INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
ehynes@fiq.unl.edu.ar

RESUMEN

Los cortes en la cadena de frío pueden conducir a la aparición de defectos en queso Cremoso, principalmente por desarrollo de bacterias no fermento o sobreacidificación. La incorporación de cultivos adjuntos es una de las estrategias utilizadas para controlar la microflora adventicia y mejorar la calidad de los quesos; sin embargo, no hay estudios que evalúen la efectividad de estos cultivos en condiciones de cortes de la cadena de frío. El objetivo del presente trabajo fue estudiar si, *Lactobacillus paracasei* 90 (Lp90), un fermento que en estudios previos mostró un impacto favorable en quesos madurados en condiciones óptimas de salado y enfriamiento, cumplía un desempeño aceptable en condiciones de corte de cadena de frío. Se elaboraron quesos con Lp90 (E) y quesos control (C), que se sometieron a: 1- salado/enfriamiento inmediato y maduración a 4°C (N), 2- demora en el salado/enfriamiento (2h/25°C) y maduración a 4°C (S), 3- salado/enfriamiento inmediato y corte en la cadena de frío (durante 7d a 12°C) luego de 21d de maduración a 4°C (M). De esta manera, se obtuvieron seis tipos de queso, los que se rotularon con letras que indican la adición o no del adjunto (E y C) y las condiciones de la cadena de frío (N, S y M). Los cortes en la cadena de frío causaron disminución de pH en todos los quesos S y M; además, la demora en el salado provocó una disminución en el contenido de humedad. El fermento primario se mantuvo en todos los casos por encima de 9 logUFC/g y el nivel de NSLAB en los quesos control no superó 3 logUFC/g. En los quesos con adjunto, Lp90 alcanzó 8 logUFC/g a los 6d, mientras que a 28 y 60d el recuento fue mayor en los quesos sometidos a cortes de cadena de frío: EM>ES>EN. Los coliformes fueron en general más numerosos en los quesos M (28 y 60d); el adjunto no fue capaz de inhibir las bacterias coliformes en los casos de corte, ya que los mismos persistieron en algunos de los quesos S y M a los 60d, independientemente si tenían o no Lp90, aunque los resultados fueron muy variables. El recuento de hongos y levaduras fue mayor en los quesos M y menores en los S; los quesos E tuvieron menores niveles que los C. La lactosa disminuyó durante la maduración y, en general, los valores fueron menores en los quesos S y M; además, los quesos E presentaron mayores niveles que los quesos C a los 60d. La galactosa disminuyó por la incorporación de Lp90, siendo mayor este efecto en el siguiente orden EM>ES>EN; estos quesos (principalmente el EM) tuvieron mayores niveles de ácido láctico y menor pH en comparación a los quesos control. En este estudio comprobamos que los cortes en la cadena de frío afectan la fermentación de la lactosa y la calidad microbiológica de los quesos. Asimismo, Lp90 controló la concentración de galactosa, pero esto derivó en una mayor acidificación. El adjunto no provocó defectos en los quesos con corte de cadena de frío.

PALABRAS CLAVE: queso cremoso, fermento adjunto, maduración, cortes de cadena de frío.

INTRODUCCIÓN

La calidad de los productos que necesitan refrigeración está fuertemente condicionada por la integridad de la cadena de frío, la cual debe preservarse desde la producción hasta el consumo final, ya que detiene o reduce la velocidad de la mayoría de los procesos microbiológicos, bioquímicos y físicos que podrían alterar un alimento (Montanari, 2008, Mercier et al., 2017, James y James, 2010). Sin embargo, es frecuente que la cadena de frío se vea interrumpida debido a fallas en el control durante la elaboración, distribución o comercialización del producto (James y James 2010, Zheng et al., 2016).

El queso, en particular, es un alimento que algunos autores consideran “vivo”, y otros han descrito como un biorreactor, ya que contiene microorganismos y enzimas activos que provocan cambios de gran importancia a lo largo de la maduración, fuertemente dependientes de la temperatura. De esta manera, en los quesos de mayor humedad, que requieren refrigeración, las alteraciones en la cadena de frío favorecen el crecimiento o la supervivencia de microorganismos, entre ellos las bacterias lácticas – aportadas por el fermento o las bacterias no fermento, denominadas NSLAB por sus siglas en inglés (*Non Starter Lactic Acid Bacteria*). En la Argentina, un defecto frecuente en quesos tipo Cremoso y Barra es la formación no deseada de aberturas y ojos. Se manifiesta en la semana 3 o 4 de maduración, y ha sido asociado a la presencia de NSLAB con capacidad de producir gas a partir de fuentes hidrocarbonadas (lactosa, galactosa, citrato). Otro posible defecto debido a bacterias lácticas es la sobreacidificación, determinada por la producción excesiva de ácido láctico que es favorecida a una mayor temperatura.

El uso de cultivos adjuntos es una de las estrategias utilizadas para mitigar los efectos adversos de las NSLAB, ya sea por inhibición directa o por competencia por los nutrientes disponibles para su crecimiento, con vistas a una mejora y estabilización de la calidad de quesos (Settanni y Moschetti, 2010, Peralta et al., 2017). Varias cepas de fermentos adjuntos se han descrito en la literatura (Milesi et al., 2010, Sttanni ey Moschetti, 2010, Peralta et al., 2016) y se comercializan actualmente. Sin embargo, no se conoce si este auxiliar tecnológico es suficientemente robusto como para mantener su efectividad en condiciones de pérdida de la refrigeración o si, por el contrario, puede inducir a efectos contraproducentes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del fermento adjunto *Lactobacillus paracasei* 90 (Lp90), en quesos cremosos sometidos a condiciones de corte de cadena de frío.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepa utilizada y obtención del fermento deshidratado

La cepa *Lactobacillus paracasei* 90 (Lp90) es de origen NSLAB y pertenece a la colección del INLAIN. En el presente trabajo se utilizó un fermento deshidratado de Lp90, obtenido en un secador spray de laboratorio (Büchi B-290, Suiza), de acuerdo a lo descrito por Peralta et al. (2017).

Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con tres repeticiones y arreglo factorial de los tratamientos. Se estudiaron dos factores: 1-fermento adjunto y 2-cadena de frío. El factor 1 fue estudiado a dos niveles: i) sin adjunto: quesos control (**C**), y ii) con adjunto: quesos experimentales (**E**), mientras que el factor 2 fue estudiado a tres niveles: i) salado y maduración normal a 4°C (**N**), ii) demora en el salado/enfriamiento (2h/25°C) y maduración normal a 4°C (**S**), y iii) salado normal y corte de la cadena de frío durante la maduración (durante 7d a 12°C) luego de 21d de maduración a 4°C (**M**). El diseño condujo a un total de seis tratamientos.

Elaboración de los quesos

En cada elaboración, se partió de un volumen de 150 L de leche cruda, la cual fue estandarizada (relación grasa/proteína=1), pasteurizada (72°C – 15s) y enfriada a 38°C. Luego, se adicionó cloruro de calcio y el fermento: *St. thermophilus* (St) (STI 12, Chr. Hansen) en los quesos controles (C) y St + Lp90 en los quesos experimentales (E). El fermento de Lp90 se resuspendió en 100 ml de la leche de elaboración y se preincubó 1h a 37°C antes de su incorporación a la tina. Después de 20 min de la inoculación, se adicionó el coagulante (ChyMax, Chr. Hansen) a razón de 50 ml/100l de leche e inmediatamente se introdujo un coagulómetro (INRA, Pignat, Francia) para determinar objetivamente el tiempo de coagulación. El coágulo fue cortado, desuerado, y finalmente la cuajada fue colocada en moldes microperforados y posteriormente incubadas a 38-39 °C para la acidificación hasta pH 5,2; durante este proceso, los quesos fueron volteados 2 veces. Una vez que los quesos (C y E) llegaron a un pH de 5,2, se sometieron a las tres diferentes condiciones de la cadena de frío de acuerdo a lo descrito en el ítem 2.2. Los seis quesos obtenidos se rotularon con letras que indican la adición o no del adjunto (E y C) y las condiciones de la cadena de frío (N, S y M).

Determinaciones analíticas

El contenido de proteínas (FIL-IDF, 1993a), grasa (FIL-IDF, 1997) y sal de los quesos fue determinado a los 28 días de maduración, mientras que la humedad (FIL-IDF, 1982) y el pH (Bradley et al., 1993) se analizaron a los 6, 28 y 60 días de maduración, al igual que los recuentos microbiológicos. El recuento de Lp90 se realizó en MRS ágar (Biokar), luego de 48 h de incubación a 37°C en microaerofilia, mientras que el recuento de St se realizó en APC-Leche, luego de 48 h de incubación a 37°C. Los recuentos de coliformes y hongos y levaduras se realizaron en los medios VRBL Agar (Biokar, Francia) y Cloramfenicol Glucosa Agar (Biokar, Francia), respectivamente.

El contenido de azúcares y ácidos orgánicos se determinó mediante una metodología de HPLC con una columna Aminex HPX-87H, 300 x 7,8 mm (Bio-Rad Laboratories, California, Estados Unidos), usando un detector UV-Vis a 210 nm para la detección de los ácidos y un detector IR para los azúcares (Peralta et al., 2017).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante ANOVA ($\alpha= 0,05$) de dos vías y la hipótesis de interacción se testeó a través de contrastes. En este sentido, se comparó el efecto del F1 (adjunto) para cada uno de los niveles del F2 (cadena de frío). Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa Infostat (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición global

En la **Tabla 1** se presentan la composición global de los quesos a los 28 d de maduración, y la significancia de los factores evaluados (F1: adjunto, F2: cadena de frío) y sus interacciones.

Tabla 1. Composición global de los quesos (media±SD) y significancia de los factores principales: adjunto (F1) y cadena de frío (F2), y de sus interacciones a los 28d de maduración.

Variable	Significancia			F1		F2		
	F1	F2	F1XF2	C	E	N	S	M
Humedad	NS	*	NS	50,17±1,38	50,86±1,38	51,67±1,37 ^a	48,82±1,37 ^b	51,06±1,37 ^a
Grasa BS	NS	NS	NS	43,06±1,95	45,01±1,95	43,67±1,93	43,97±1,93	44,44±1,93
Proteína BS	NS	NS	NS	38,33±2,58	38,68±2,58	38,15±2,57	39,60±2,57	37,76±2,57
NaCl	*	NS	NS	1,64±0,12 ^b	1,83±0,12 ^a	1,70±0,13	1,74±0,13	1,76±0,13

*Indica efecto significativo ($P \leq 0,05$). NS: indica diferencia no significativa.

a,b Los promedios dentro de la misma fila con letras diferentes resultaron estadísticamente diferentes.

Los quesos cumplieron los parámetros legales para la denominación de queso Cremoso (Código Alimentario Argentino, 2006). Se encontraron algunos cambios en la composición global según los tratamientos, que si bien fueron de poca magnitud, en algunos casos resultaron estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$). De esta manera, el contenido de humedad fue afectado por el F2: los quesos S tuvieron menor humedad que los quesos N y M, lo que puede atribuirse a la pérdida de agua de la horma por evaporación, al exponerse a condiciones de temperatura ambiente antes de llevarse a salmuera. El contenido de sal fue levemente menor en los quesos C que en los E. El nivel de proteínas y grasa no fue afectado por ninguno de los factores estudiados.

Recuentos microbiológicos y pH

En todos tratamientos, el nivel del St se mantuvo por encima de 9 logUFC/g, observándose una influencia significativa del corte de cadena de frío a los 6d: los quesos S mostraron mayores niveles de St. Las NSLAB en los quesos C no superaron 3 logUFC/g. En todos los quesos E, Lp90 alcanzó 8 logUFC/g a los 6 d, mientras que a 28 y 60d se observaron mayores valores (aprox. 0,2-0,3 log) en los quesos con cortes en la cadena de frío, siendo significativa la diferencia sólo a los 60 días (EM>ES>EN). El recuento de coliformes fue muy variable; en general, los quesos M a los 28 y 60d tuvieron mayores niveles. Lp90 no fue capaz de inhibir los coliformes en los casos de corte, ya que los mismos persistieron en algunos quesos S y M a los 60d, independientemente si tenían o no Lp90. Sin embargo, no hubo diferencias significativas debido a los factores estudiados. El recuento de hongos y levaduras a los 60d recibió influencias de ambos factores estudiados. Los valores fueron menores en los quesos que contenían Lp90, mientras que las condiciones de exposición a cortes de cadena de frío mostraron que los mayores niveles eran para los quesos M y los menores para los S, con valores intermedios para N.

El pH mostró una interacción significativa entre los factores estudiados a 28 y 60d. Se observó que los quesos E presentaron en todas las condiciones evaluadas de cadena de frío, valores de pH menores ($p < 0,05$) que los quesos C, con una diferencia más marcada en los quesos M. Los resultados obtenidos ponen en evidencia la importancia que tiene el mantenimiento de la cadena de frío en la post acidificación y en la calidad microbiológica de los quesos.

Azúcares y ácidos orgánicos

El contenido de ácido cítrico y orótico fue similar en todos los quesos, mientras que los otros compuestos evaluados (lactosa, galactosa y láctico) presentaron diferencias significativas (Tabla 2). El nivel de lactosa disminuyó durante la maduración y fue significativamente afectado por el corte de

cadena de frío, siendo menores los valores en los quesos S en comparación a los N, mientras que los M tuvieron valores intermedios (28d) o similares a S (60d). A los 60d también hubo una influencia del fermento adjunto: los niveles fueron mayores en los quesos con Lp90. Los niveles de galactosa a los 28 y 60d y ácido láctico a los 28d presentaron diferencias significativas por los factores estudiados observándose interacción entre ellos. Analizando estas interacciones, se detectó que la incorporación de Lp90 produjo una disminución significativa de galactosa, siendo mayor esta influencia en los quesos que presentaron cortes en la cadena de frío (S y M); la concentración de galactosa fue EM>ES>EN. Además, los quesos E presentaron niveles significativamente mayores de láctico ($p \leq 0,05$) en comparación a los C, únicamente en los quesos M. A los 60 d solamente hubo un efecto del adjunto en el ácido láctico: los niveles fueron mayores en los quesos E. Los valores de pH, galactosa y ácido láctico se presentan en la **Figura 1** y la significancia estadística para estas variables y la lactosa, se muestran en la **Tabla 2**.

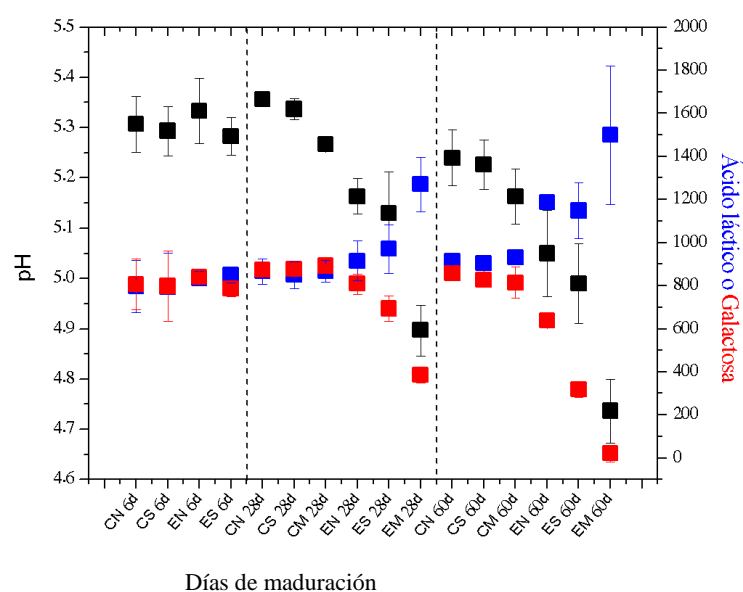


Figura 1. Valores de pH y concentración (mg/100 g queso) de galactosa y ácido láctico a 6, 28 y 60 días de maduración en todos los quesos.

Tabla 2. Significancia de los efectos principales: adjunto (F1) y cadena de frío (F2) y sus interacciones, en el pH, y niveles de lactosa, galactosa y ácido láctico, a 6, 28 y 60 días de maduración.

Variable	Lactosa			Galactosa			Ácido láctico			pH			
	Tiempo (d)	6	28	60	6	28	60	6	28	60	6	28	60
F1		NS	NS	*	NS	*	*	NS	*	*	NS	*	*
Significancia	F2	*	*	*	NS	*	*	NS	*	NS	NS	*	*
	F1*F2	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	*	NS	NS	*	*

*Indica efecto significativo ($P \leq 0,05$), NS: indica diferencia no significativa.

Estos resultados indican que si no se enfría inmediatamente la horma por salado al finalizar la elaboración, o si se producen cortes de frío durante la maduración, el fermento de *S. thermophilus* continúa o reinicia la fermentación de la lactosa. Si además se ha agregado un fermento adjunto, como

en el caso de los quesos con Lp90, se favorece la fermentación de la galactosa. La galactosa no puede ser metabolizada por el starter St, y por ello permanece en altos niveles en los quesos C, en los que podría ser utilizada por la microflora adventicia NSLAB, y dar lugar a la aparición de defectos. Por esta razón, la capacidad de consumir la galactosa es una característica positiva de Lp90 para su uso como adjunto.

En trabajos previos se observó que el cultivo deshidratado de Lp90 presenta una demora en su capacidad de metabolizar la galactosa en comparación al cultivo fresco de la cepa, pero su actividad mejora luego de una reactivación (Peralta et al., 2017). Por ello, en el presente trabajo se decidió realizar una preincubación del fermento durante 1 h a 37°C antes de su inoculación a la leche de elaboración; los resultados obtenidos demuestran la efectividad de dicha etapa en la reactivación de la capacidad metabólica de Lp90. Por otro lado, también se observó previamente que la temperatura tiene una influencia significativa en la fermentación de galactosa por Lp90, ya que fue capaz de metabolizarla en un extracto de queso incubado a 37°C-48h, pero no demostró ninguna influencia en queso Cremoso madurado a 4°C-30d (Peralta et al., 2016 y 2017). Esto se correlaciona con los resultados del presente trabajo, donde se observó que los cortes en la cadena de frío incrementaron el metabolismo de galactosa por Lp90.

La cepa Lp90 ha sido caracterizada por tener una buena performance en la producción de compuestos aromáticos deseables en quesos madurados en condiciones óptimas (Milesi et al., 2010, Peralta et al., 2017). La evaluación sensorial de los quesos del presente trabajo, realizada por un panel entrenado, indicó una mejora en la intensidad del flavour y ausencia de defectos en los quesos con Lp90 (datos no mostrados).

CONCLUSIONES

Los resultados en el presente trabajo indican que los cortes en la cadena de frío en queso Cremoso afectaron la fermentación de la lactosa y la calidad microbiológica de los quesos. En los quesos que contenían un fermento adjunto, el corte de frío favoreció su desarrollo. La incorporación de Lp90 controló la concentración de galactosa, lo que resulta favorable para inhibir las NSLAB adventicias, pero derivó en una mayor acidificación. Los recuentos más elevados de Lp90, en condiciones de corte de cadena de frío, se correlacionaron con mayor acidificación. Sin embargo, el incremento de la acidificación no llegó a producir defectos en los quesos, y de esta manera el adjunto mostró un desempeño adecuado aún en condiciones de corte de cadena de frío.

BIBLIOGRAFÍA

- BRADLEY R.L., ARNOLD E., BARBANO D.M., SEMERAD R.G., SMITH D.E. & VINES B.K. 1993. Chemical and physical methods. En: Marshall, R. (Ed.), Standard Methods for the Examination of Dairy Product. American Public Health Association, Washington, USA, pp. 433–531.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. 2006. Alimentos lácteos. Capítulo VIII. Recuperado: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VIII.pdf
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M. & ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FIL-IDF. 1982. Formaggio e formaggio fuso. Determinazione della materia secca. In: Metodo di riferimento. N° 4: A. International Dairy Federation, Bruselas, Bélgica.
- FIL-IDF. 1993. Latte. determinazione del tenore in azoto. In: Metodo di riferimento. N° 20: B. International Dairy Federation, Bruselas, Bélgica.
- FIL-IDF. 1997. Lait et produits laitiers. Détermination de la teneur en matière grasse. In: Guide de directives générales appliqués aux methods butyrométriques. Norme FIL Internationale 152: A, Bruselas, Bélgica.

- JAMES S.J. & JAMES C. 2010. The food cold-chain and climate change. *Food Research International*, 43:1944-1956.
- MERCIER S., VILLENEUVE S., MONDOR M. & UYSAL I. 2017. Time-temperature management along the food cold chain: a review of recent developments.
- MILESI, M.M., WOLF, I.V., BERGAMINI, C.V., Y HYNES, E.R. 2010. Two strains of nonstarter lactobacilli increased the production of flavor compounds in soft cheeses. *Journal of Dairy Science*, 93: 5020-5031.
- MONTANARI R. 2008. Cold chain tracking: a managerial perspective. *Trends Food Science & Technology* 19:425-431.
- PERALTA, G.H., WOLF, I.V., PEROTTI, M.C., BERGAMINI, C.V. & HYNES, E.R. 2016. Formation of volatile compounds, peptidolysis and carbohydrate fermentation by mesophilic lactobacilli and streptococci cultures in a cheese extract. *Dairy Science & Technology*, 96: 603-621.
- PERALTA G.H., BERGAMINI C.V., AUDERO G., PÁEZ R., WOLF I.V., PEROTTI M.C. & HYNES E.R. 2017. Spray-dried adjunct cultures of autochthonous non-starter lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 255: 17-24.
- SETTANNI, L. & MOSCHETTI, G. 2010. Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. *Food Microbiology*, 27: 691-697.
- ZHENG Y., LIU S. & MO B. 2016. Texture profile analysis of sliced Cheese in relation to chemical composition and storage temperature. *Journal of Chemistry*, 8690380: 1-10

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA DETERMINACIÓN DE pH Y CONDUCTIVIDAD EN MIEL

Adorni, M.B.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A.; Wanzenried, R.

INTA EEA Rafaela. Laboratorio de Miel. Ruta 34 km 227, Rafaela, Santa Fe, Argentina
adorni.maria@inta.gob.ar.

INTRODUCCIÓN

Los valores de pH y conductividad, junto con otros parámetros como humedad, color, acidez, hidroximetilfurfural, etc. son utilizados para caracterizar a cada tipo de miel. El valor de pH es un parámetro que se utiliza para la diferenciación de mieles. La Norma de referencia para realizar la determinación de pH en miel es la IRAM 15938:2007. La conductividad eléctrica es la capacidad de una disolución de miel al 20% de conducir la electricidad. Esta medida está directamente relacionada con el contenido en sales minerales. Por lo tanto, las mieles con bajos contenidos de minerales tendrán conductividades bajas. Mientras que las mieles con altos contenidos de minerales, tendrán conductividades altas. La metodología de referencia para realizar la determinación de la conductividad en miel se describe en la Norma IRAM 15945:2007.

Bajo este contexto es importante que el laboratorio que analiza las muestras pueda emitir resultados confiables a sus clientes. Por tal motivo, se planificó un programa de aseguramiento de la calidad para las técnicas mencionadas; que incluyó la implementación de diferentes actividades tendientes a prevenir problemas y optimizar la precisión y exactitud de los ensayos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el caso de la determinación de pH en miel, el programa de aseguramiento de la calidad incluyó las siguientes actividades:

- Calibración del pHmetro con material de referencia certificado (soluciones buffer 4 y 7 marca Merck); control del valor *slope* obtenido (debe ser mayor a 95 y menor a 100) y, verificación de la calibración utilizando la solución buffer 4 (cuyo valor debe encontrarse en el siguiente rango: pH 4,01 +/- incertidumbre del método calculada por el laboratorio) para corroborar que la calibración fue realizada satisfactoriamente. Esta actividad fue realizada diariamente con un pHmetro marca Thermo, Orion 410Aplus.

- Elaboración de una carta control con una solución buffer 4 (muestra piloto). La marca o lote del reactivo debe ser diferente a los utilizados para la calibración del equipo. Esta solución fue utilizada diariamente para verificar la performance del método. Para la obtención del gráfico de control se analizaron 10 muestras y se calculó el promedio y desvío estándar (DS) para graficar los límites de advertencia (establecidos en 2*DS) y de control (establecidos en 3*DS). Antes del análisis de las muestras de rutina, una muestra piloto fue analizada por duplicado. El proceso se consideró conforme cuando el valor promedio obtenido de la muestra piloto analizada diariamente, se encontró dentro de los límites de control superior e inferior. En caso contrario, se consideró no conforme por lo que se detiene el ensayo y se comienza con la investigación de las posibles causas para adoptar las acciones correctivas pertinentes.

Para el caso de la medición de conductividad en miel; el programa incluyó las siguientes actividades:

- Verificación diaria de la constante celular del conductímetro de modo de verificar su correcta calibración. La misma se debe encontrar en el siguiente rango: $0,475 \text{ cm}^{-1} \pm 1,5\%$: (0,468-0,482 cm^{-1}), criterio especificado en el manual del equipo Inolab Cond 720.
- Verificación del método a través de una solución estándar de conductividad Hanna, que fue analizada diariamente. El control se consideró conforme cuando el valor obtenido se encontró en el rango: valor de referencia a 20°C (especificado en el envase de la solución) \pm incertidumbre del método calculado en el laboratorio.

En ambos casos (pH y conductividad) se realizaron pruebas de repetibilidad (r) y reproducibilidad (R), en donde se analizaron 10 muestras de miel, por duplicado, con diferentes valores. El objetivo fue evaluar todo el rango de medición con el que se trabaja de rutina en el laboratorio. Para r se calculó la diferencia entre los duplicados y para R la diferencia entre los valores obtenidos por 2 operadores diferentes. Los valores calculados fueron comparados, en el caso de conductividad, con los límites de r y R especificados en la norma de referencia y para pH los valores se estimaron a partir del método de análisis de la varianza (Montgomery, 2009) debido a que la norma de referencia no especifica los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el caso de la prueba de r y R, que se realiza anualmente, los criterios de aceptación para ambos ensayos fueron los siguientes:

- **pH:** Los límites aceptables obtenidos a partir del análisis estadístico utilizando el método de análisis de varianza fueron: para r la diferencia de los resultados de dos determinaciones que se realizan según el mismo método, con material de análisis idéntico, condiciones idénticas (mismo operador, equipos, laboratorios, entre otros) debe ser menor o igual a 0,07. Para R la diferencia de los resultados de dos determinaciones independientes una de otra, que se realicen según el mismo método, con material de análisis idéntico, condiciones distintas (operador) debe ser menor o igual a 0,11.

- **Conductividad:** de acuerdo a la Norma IRAM 15945:2007 los criterios aceptables para r fueron que la diferencia de los resultados de dos determinaciones que se realizan según el mismo método, con material de análisis idéntico, condiciones idénticas (mismo operador, equipos, laboratorios, entre otros) en forma inmediatamente sucesiva se debe esperar como mínimo los valores indicados en la tabla 1. Para R la diferencia de los resultados de dos determinaciones independientes una de otra, que se realicen según el mismo método, con material de análisis idéntico, condiciones distintas (operador, equipos, laboratorios, entre otros, distintos) se debe esperar como máximo los valores indicados en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de aceptación para prueba r y R especificados en el método de referencia (IRAM 15945:2007) para la determinación de conductividad en miel.

Media aritmética $\mu\text{S-cm}$	Repetibilidad $\mu\text{S-cm}$	Reproducibilidad $\mu\text{S-cm}$
1.520,3	29,6	122,0
448,6	4,8	45,3
232,9	2,5	23,3

De acuerdo a los resultados obtenidos para la prueba de r y R en la determinación de pH (Tabla 2) se puede observar que la diferencia entre los duplicados es menor a 0,07, y la diferencia entre analistas es menor a 0,11 cumpliendo con la r y R del método calculada por el laboratorio. Para el caso de conductividad en miel, en los resultados obtenidos (Tabla 3) se puede observar que la diferencia entre los duplicados es menor a 2,5 para valores de 232,9 $\mu\text{S-cm}$ y 4,8 para valores de 448,6 $\mu\text{S-cm}$. La diferencia entre analistas es menor a 23,3 para valores de 232,9 $\mu\text{S-cm}$ y 45,3 para valores de 448,6 $\mu\text{S-cm}$, cumpliendo con la r y R especificados en el método de referencia (IRAM 15945:2007).

Tabla 2. Valores obtenidos para prueba r y R para la determinación de pH en miel.

Muestra	Operador	Lectura 1	Lectura 2	Promedio	Repetibilidad (menor o igual a 0,07)	Reproducibilidad (menor o igual a 0,11)
LM/16/56	1	3,89	3,93	3,91	-0,04	0,02
LM/16/56	2	3,85	3,93	3,90	-0,07	
LM/16/68	1	3,68	3,69	3,69	-0,01	0,01
LM/16/68	2	3,69	3,67	3,68	0,02	
LM/16/179	1	3,79	3,78	3,79	0,01	-0,02
LM/16/179	2	3,80	3,81	3,81	-0,01	
LM/16/345	1	3,91	3,91	3,91	0,00	-0,01
LM/16/345	2	3,92	3,93	3,93	-0,01	
LM/16/362	1	3,61	3,64	3,63	-0,03	0,03
LM/16/362	2	3,61	3,58	3,60	0,03	
LM/16/546	1	3,72	3,72	3,72	0,00	0,04
LM/16/546	2	3,68	3,68	3,68	0,00	
LM/16/547	1	3,76	3,77	3,77	-0,01	0,03
LM/16/547	2	3,73	3,74	3,74	-0,01	
LM/16/659	1	4,19	4,19	4,19	0,00	0,07
LM/16/659	2	4,14	4,11	4,13	0,03	
LM/16/737	1	3,69	3,69	3,69	0,00	-0,02
LM/16/737	2	3,69	3,72	3,71	-0,03	
LM/16/750	1	4,01	4,03	4,02	-0,02	0,10
LM/16/750	2	3,93	3,91	3,92	0,02	

Tabla 3. Valores obtenidos para prueba *r* y *R* para la determinación de conductividad en miel.

Muestra	Operador	Lectura 1 (uS/cm)	Lectura 2 (uS/cm)	Promedio (uS/cm)	Repetibilidad	Reproducibilidad
LM/16/56	1	399,0	401,0	400,0	2,0	10,0
LM/16/56	2	408,0	412,0	410,0	4,0	
LM/16/68	1	131,3	131,3	131,3	0,0	0,0
LM/16/68	2	131,3	131,3	131,3	0,0	
LM/16/179	1	147,7	147,7	147,7	0,0	0,8
LM/16/179	2	146,9	146,9	146,9	0,0	
LM/16/345	1	180,6	180,1	180,4	0,5	0,0
LM/16/345	2	180,6	180,1	180,4	0,5	
LM/16/362	1	176,3	174,1	175,2	2,2	3,7
LM/16/362	2	178,7	179,0	178,9	0,3	
LM/16/546	1	229,0	230,0	229,5	1,0	16,0
LM/16/546	2	245,0	246,0	245,5	1,0	
LM/16/547	1	288,0	287,0	287,5	1,0	0,5
LM/16/547	2	286,0	288,0	287,0	2,0	
LM/16/659	1	237,0	235,7	236,4	1,3	0,0
LM/16/659	2	237,0	235,7	236,4	1,3	
LM/16/737	1	247,0	248,0	247,5	1,0	14,5
LM/16/737	2	263,0	261,0	262,0	2,0	
LM/16/750	1	221,0	220,0	220,5	1,0	0,0
LM/16/750	2	220,0	221,0	220,5	1,0	

CONCLUSIÓN

El programa de aseguramiento de la calidad implementado permitió verificar el buen funcionamiento de los métodos para la determinación de pH y conductividad en miel, contribuyendo a la exactitud de los resultados emitidos por el laboratorio; ya que, las actividades implementadas permiten alertar ante ciertos errores en el método, reactivos o equipos, pudiendo detener el ensayo e implementar las acciones correctivas pertinentes. Por otro lado, con los valores obtenidos se realizaron análisis de tendencias para prevención y control, de modo de asegurar la confiabilidad de los resultados emitidos por el laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- MONTGOMERY, DOUGLAS, C. Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition. 2009 John Wiley & Sons, Inc.
- Norma IRAM 15938:2007, Determinación del pH en miel.
- Norma IRAM 15945:2007 Determinación de la conductividad en miel.
- Norma ISO 17025:2017, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

ENSAYO DE VALIDACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE FIBRA DETERGENTE NEUTRA TRATADA CON ALFA AMILASA Y FIBRA DETERGENTE ÁCIDA EN FORRAJES.

Adorni, M.B.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A.; Elfenbein, N.

INTA EEA Rafaela. Laboratorio de Forrajes. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
adorni.maria@inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Los valores de fibra detergente neutra tratada con alfa amilasa (FDNa) y fibra detergente ácida (FDA) en forrajes, son parámetros usados en nutrición de rumiantes para realizar la formulación de las dietas.

Las normativas de referencia utilizadas son la norma ISO 16472:2006 para la determinación de FDNa y la ISO 13906:2008 para FDA. En los métodos mencionados las determinaciones son realizadas a través de equipos convencionales (con o sin automatización), sin embargo, en la actualidad los ensayos de rutina se realizan utilizando un equipo Ankom, siguiendo las instrucciones del fabricante, el cual permite realizar las determinaciones de manera automatizada y con mayor rapidez en comparación con el método de referencia.

Bajo este contexto se planificó realizar un trabajo de validación que consistió en la confirmación a través del examen y el aporte de evidencias objetivas, de que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico previsto. El objetivo fue demostrar que con la utilización del equipo Ankom para las determinaciones mencionadas se obtienen resultados comparables y confiables con respecto a los obtenidos a partir de los métodos de referencia, utilizando el equipo Tecator.

La validación brinda una idea de las capacidades y limitaciones del método que se pueden presentar durante el uso rutinario. El objetivo de la validación es probar la aptitud de los métodos, así como la capacidad del laboratorio. La realización de actividades de validación de los métodos de ensayo utilizados por el laboratorio, tiene en cuenta la satisfacción de las necesidades del cliente y la adecuación de los métodos para realizar los ensayos previstos (Organismo Argentino de Acreditación, 2013).

Al momento de establecer el alcance de la validación, se diferencian tres casos, en los que la dificultad de la validación aumenta del primero al tercero:

- Método de ensayo normalizado: se aplica exactamente como está descrito en la norma;
- Modificación a un método de ensayo normalizado: se hacen o realizan modificaciones a los métodos descritos en la norma que pueden tener repercusión sobre la calidad de los resultados.
- Método de ensayo interno: es elaborado en el laboratorio y no se encuentra en normas u otras colecciones de métodos.

Los tipos de métodos a validar se encuadran dentro de la categoría de modificación a un método de ensayo normalizado, ya que consiste en una modificación de equipo del método de referencia estándar ISO 16472:2006 para el caso de FDNa e ISO 13906:2008 para FDA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Forrajes de la EEA Rafaela (INTA), y consistió en la realización de las siguientes pruebas de validación, utilizando diversas muestras de forrajes verdes, conservados, productos y subproductos de la agroindustria con diferentes concentraciones de FDNa y FDA:

*Límite de detección (LD) y Límite de cuantificación (LC): debido a las bajas concentraciones con las que se presenta este tipo de fibra en ciertas matrices, es necesario establecer claramente a partir de qué valores la detección y cuantificación de fibra se debe a la presencia de FDNa o FDA y no al efecto del blanco. Para establecer estos valores se recopilaron los valores históricos de los blancos obtenidos en el laboratorio. Se calculó el desvío estándar (DS), y se asignó el LD como 3 veces el DS y el LC como 5 veces el DS, de acuerdo a HARRIS, D.C, 2003.

*Repetibilidad (r) y Reproducibilidad (R): se evaluó mediante el análisis de dos repeticiones de ocho muestras diferentes en estudio, el mismo día, por el mismo analista y en el mismo lote de digestión (r). Para la estimación de R las muestras se evaluaron en un día diferente, por distinto analista y con otras soluciones. Estas pruebas se realizaron utilizando el equipo Tecator y Ankom.

*Veracidad: es la proximidad entre el promedio de una serie grande de resultados y el valor verdadero del mesurando. La veracidad se evaluó mediante el análisis de 10 repeticiones en condiciones de repetibilidad, de 2 materiales de referencia en estudio. El análisis estadístico de la prueba de veracidad se realizó de acuerdo a Gella et al., 2013.

*Robustez: es la capacidad de un método para mantenerse sin cambios ante pequeñas pero deliberadas variaciones en los parámetros, que provee una indicación de su confiabilidad durante el uso normal. Con el fin de comparar el efecto del cambio del equipo del método de referencia (Tecator) con respecto al método bajo evaluación (Ankom), se efectuó la determinación mediante el análisis de 2 repeticiones de 8 muestras utilizando los 2 equipos mencionados. El análisis estadístico se realizó de acuerdo a Cortés-Reyes et al., 2010.

Se compararon los resultados obtenidos del análisis estadístico en cada una de las pruebas de validación realizadas con los criterios de aceptación especificados en las normas de referencia para evaluar la conformidad de los métodos utilizando el equipo Ankom.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para las determinaciones de FDNa y FDA en forrajes (Tabla 1) en todas las pruebas de validación cumplimentaron los criterios de aceptación establecidos por los métodos de referencia, por lo que se consideraron todas las pruebas conformes.

Tabla 1. Resultados obtenidos en las pruebas de validación para FDNa y FDA en el laboratorio de forrajes.

Pruebas de validación	Valor Obtenido	Criterio de aceptación
Límite de detección	FDNa: 0,01%; FDA: 0,01%	No se establecen en las normas de referencia.
Límite de cuantificación	FDNa: 0,02%; FDA: 0,02%	FDNa: 1,5%; FDA: 1,0%.
Repetibilidad	FDNa y FDA: las diferencias obtenidas entre réplicas en todos los casos fueron menores al criterio especificado.	FDNa: diferencia entre réplicas 1,8 a 4,7%. FDA: diferencia entre réplicas 0,8 a 2,8%.
Reproducibilidad	FDNa y FDA: las diferencias obtenidas entre analistas en todos los casos fueron menores al criterio especificado.	FDNa: diferencia entre analistas 1,8 a 6,2%. FDA: diferencia entre analistas 1,6 a 7,0%.
Veracidad	FDNa: ES ₁ :10,53/UES ₁ :13,07; ES ₂ :2,94/UES ₂ :14,28. FDA: ES ₁ :1,44/UES ₁ :6,62; ES ₂ : 0,10/UES ₂ : 19,92.	ES inferior o igual a su UES.
Robustez	FDNa: CCC = 0,99 FDA: CCC = 0,95	CCC mayor a 0,99 = casi perfecto = satisfactorio; CCC entre 0,95-0,99 = sustancial = satisfactorio; CCC entre 0,90-0,95 = moderada = satisfactorio CCC menor a 0,90 = pobre = insatisfactorio.

Referencias y notas: CCC, coeficiente de correlación de concordancia; ES, valor absoluto del error sistemático; UES, incertidumbre expandida. La prueba de veracidad fue realizada con 2 muestras diferentes de materiales de referencia, identificados como 1 y 2.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de validación realizadas para los ensayos de FDNa y FDA en forrajes a través del equipo Ankom; se declara conforme la aptitud del método para su aplicación.

La realización de actividades de validación de los métodos de ensayos utilizados por el laboratorio de forrajes de la EEA Rafaela, contemplaron la satisfacción de las necesidades del cliente y la adecuación para realizar los ensayos previstos. Con los resultados obtenidos se demostró que los resultados emitidos por el laboratorio de forrajes son confiables, precisos y exactos para la determinación de FDNa y FDA en forrajes.

El plan de validación realizado fue evaluado por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA), en la auditoría de acreditación, de manera satisfactoria, avalando el diseño de estas actividades para asegurar la capacidad del laboratorio de producir resultados confiables. Esta auditoría realizada por el OAA otorgó la acreditación, según Norma ISO 17025:2005 de las líneas de ensayos mencionadas.

BIBLIOGRAFÍA

- CORTÉS-REYES, E; RUBIO-ROMERO, J; GAITÁN-DUARTE, H. 2010. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología Vol. 61 No. 3 (247-255).
- GELLA TOMÁS, F.J; CANALIAS REVERTER, F; IZQUIERDO ALVAREZ, S; MARTÍNEZ MORILLO, E; SÁNCHEZ MANRIQUE, M. 2013. Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular Documento I. Fase 3. Versión 2.
- HARRIS, D.C. 2003 Análisis químico cuantitativo. 3ª Edición (Sexta edición original) Editorial Reverté. S. A. pag.727-729.
- NORMA ISO 13906:2008, "Animal feeding stuffs -- Determination of acid detergent fibre (ADF) and acid detergent lignin (ADL) contents".
- NORMA ISO 16472:2006, "Animal feeding stuffs -- Determination of amylase-treated neutral detergent fibre content (aNDF)".
- NORMA ISO 17025:2005, "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".
- ORGANISMO ARGENTINO DE ACREDITACIÓN, "Guía para validación de métodos de ensayo", GUI-LE-03 versión 1, 26 de junio de 2013.

OCURRENCIA NATURAL DE AFLATOXINA M₁ EN LA CUENCA LECHERA CENTRAL DE ARGENTINA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS

Costamagna, D.¹; Gaggiotti, M.¹; Signorini, M.^{1,2}

¹ EEA INTA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina.

² CONICET

costamagna.dianela@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La micotoxina de mayor preocupación en leche y productos lácteos es la aflatoxina M₁ (AFM₁) debido al elevado consumo de leche por bebés y niños, población más susceptible a los efectos tóxicos y carcinógenos de las aflatoxinas y, además, porque su reducción mediante tratamientos térmicos es actualmente discutida en la comunidad científica (Cattaneo et al., 2013).

La AFM₁ es el principal metabolito hidroxilado producido por la biotransformación de aflatoxina B₁ (AFB₁) que se excreta en leche como resultado de la ingesta de alimentos contaminados con AFB₁ (Van Egmond, 1989).

Muchos países han establecido límites a la presencia de AFM₁ en la leche y en los productos lácteos. La Unión Europea (UE) estableció un nivel máximo en leche cruda y tratada térmicamente de 0,05 µg/l y, para leche destinada a lactantes, no se permite más de 0,025 µg/kg (CE, 2006). El Mercosur (Mercado Común del Sur) estableció un límite de 0,5 µg/l para leche líquida (MERCOSUR/GMC, 2002).

El proceso de intensificación de la producción de leche llevó a un mayor uso de alimentos cosechados y almacenados en condiciones muy variables, por lo que la presencia de AFB₁ es más frecuente y casi inevitable.

El objetivo del presente trabajo fue realizar un relevamiento sobre presencia de AFM₁ en leche cruda en establecimientos de la cuenca lechera central de Argentina, así como también estimar la tasa de transferencia e identificar los factores de riesgo asociados con la presencia de AFM₁ en la leche cruda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de tambos

Durante el período otoño-invierno de 2016 y primavera-verano de 2017, un total de 34 tambos representativos de los sistemas de producción predominantes en la principal cuenca lechera de nuestro país conformada por los departamentos del centro-oeste y norte de la provincia de Santa Fe y noreste de la provincia de Córdoba fueron muestreados. Para la selección de los tambos se consideró distintos sistemas productivos: Pastoriles con suplementación; Pastoreo con encierre estratégico y Estabulados.

Muestras y análisis

Se recolectaron un total de 284 muestras de los alimentos ofrecidos a las vacas en los períodos mencionados. Los mismos estuvieron compuestos por: forrajes verdes (FV) como pasturas de alfalfa, avena, trigo y cebada; forrajes conservados (FC) como silajes y henos; y productos y/o subproductos de la agroindustria (PySub.) como expeller, pellet, cáscara de soja, semilla de algodón, balanceados y granos de maíz y sorgo.

Además, un total de 68 muestras de leche cruda fueron recolectadas del tanque de frío de los tambos después de la homogenización del contenido.

Para determinar la presencia y los niveles de AFB₁ en los alimentos y AFM₁ en leche se utilizó un kit de prueba RIDASCREEN (R-Biopharm, Alemania), basado en un inmunoensayo ligado a enzimas (ELISA) cuyos límites de detección (LOD) fueron <1,7 µg/ kg y 0,005 µg/l, respectivamente.

La tasa de transferencia de AFB₁ a AFM₁ en la leche se calculó como el porcentaje de AFB₁ consumido que se excretó como AFM₁ en la leche. Las concentraciones de AFB₁ en la alimentación fueron la suma de la concentración de AFB₁ en cada ingrediente (µg/kg) dividido por la cantidad (en kg) de alimento ofrecido. La cantidad total de AFM₁ excretada en la leche se calculó considerando la concentración de AFM₁ en la leche (µg/l de leche) multiplicada por la cantidad total de litros de leche producida por las vacas.

Cada productor lechero fue encuestado, respondiendo a un cuestionario estructurado dividido en dos secciones: a) características generales del establecimiento productivo (número de vacas, litros diarios, producción individual, etc.) y b) potenciales factores de riesgo asociados con la presencia de AFM₁ en la leche (referidas al tipo, almacenamiento y distribución de los alimentos).

El efecto de las variables independientes en la concentración AFM₁ en la leche y en la tasa de transferencia AFB₁ (ambas variables respuesta) se evaluó mediante modelos lineales generalizados mixtos con distribución Gamma como función de enlace. Los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat (Di Renzo et al., 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de vacas en ordeño varió de 52 a 600 en los tambos que se realizó la encuesta, y la producción de leche por día estuvo en el rango de 1000 a 17000 litros. La prevalencia de AFB₁ fue del 47%, con una concentración media de $3,8 \pm 7,9$ µg/kg (Tabla 1). Teniendo en cuenta las reglamentaciones de la UE (Directiva 2002/32/CE) y MERCOSUR (MERCOSUR GMC/RES. N° 25/02) que regulan los niveles máximos de AFB₁ en los alimentos del ganado lechero (5 y 20 µg/ kg, respectivamente) el 20% del alimento ofrecido al ganado lechero excedió el valor establecido por la UE y el 3% excedió el valor establecido por el MERCOSUR.

En este estudio, la prevalencia total de AFB₁ en los alimentos fue menor a la informada por Signorini *et al.* (2012) quien analizó un total de 597 muestras de alimentos de establecimientos ubicados en una región con características similares a la de este estudio y obtuvo una prevalencia general de 78.9%. De todos los alimentos analizados, la prevalencia de aflatoxinas fue particularmente alta en forrajes verdes (90%). Esto coincide con los resultados informados por el estudio mencionado anteriormente donde la prevalencia de AFB₁ en pasturas fue del 91%.

Si bien el nivel promedio de AFB₁ en las dietas de ganado lechero fue levemente inferior al encontrado por Signorini *et al.* (2012), los porcentajes de muestras que excedieron los límites establecidos por las regulaciones internacionales fueron similares.

La concentración de AFB₁ en los alimentos estuvo influenciada por las estaciones del año ($P=0,001$). Las mayores concentraciones se obtuvieron en los meses de otoño-invierno (6,32 µg/kg) respecto a los meses de primavera-verano (2,27 µg/kg).

Tabla 1. Niveles medios (M) y desvío estándar (DE) de AFB₁ en alimentos relevados en tambos de la cuenca lechera central de Argentina por estación climática.

Estación	Alimentos	Muestras positivas ^a	AFB ₁ contaminación (µg/kg)		Excede regulación (%)	
		(n) %	Rango ^b	M±DE ^c	UE	MERCOSUR
O-I	FV (n=26)	(26) 100	16-2,1	6,7 ± 3,5	73	0
	FC (n=58)	(32) 55	76 - 0	6,0 ± 12,6	29	5
	PySub (n=70)	(24) 34	48-0	3,7 ± 8,4	16	7
P-V	FV (n=16)	(12) 75	4,3-0,4	2,7 ± 1,2	0	0
	FC (n=54)	(26) 48	9-0	2,1 ± 2,1	9	0
	PySub (n=60)	(15) 25	46-0	2,1 ± 6,0	7	1
MEDIA (n=284)		(135) 47	76 - 0	3,76 ± 7,9	20	3

Referencias: ^a Muestras > límite de detección; ^b Max-Min.; ^c Media ± desvío estándar; ^d Nivel máximo establecido por MERCOSUR para AFLA 20 µg/kg – Unión Europea (UE) 5 µg/kg. FV: Forrajes verdes; FC: Forrajes conservados; PySub: Productos y/o subproductos de la agroindustria.

En el 78% de las muestras de leche se detectó AFM₁. La Tabla 2 muestra los valores medios del nivel de AFM₁ encontrado por estación climática.

Tabla 2. Niveles medios (M) y desvío estándar (DE) de AFM₁ en leche relevados en tambos de la cuenca lechera central de Argentina por estación climática.

Estación	AFM ₁ (µg/l) M ± DE	% n.d (<0.005 µg/l)	% d (≥0.005 µg/l)	AFM ₁ : distribución de muestras (%)			
				^a Entre n.d y 0.025 µg/l	^b Entre 0.025 y 0.05 µg/l	^c Mayor a 0.05 µg/l	^d Mayor a 0.5 µg/l
O-I	0,013±0,018	20	80	75	11	15	0
P-V	0,014±0,015	24	76	73	7	15	0
Prom.	0,014±0,016	22	78	74.5	9.4	15.1	0

^aValores que no representan riesgo. ^bLímite legal establecido por la Comisión Europea (2004) para productos lácteos para lactantes. ^cLímite recomendado por la Comisión Europea (2006) para la leche. ^dLímite recomendado por el MERCOSUR para leche fluida. O-I: Otoño-Invierno; P-V: Primavera-Verano; n.d., no detectadas; d., detectadas.

Los niveles de AFM₁ detectados fueron 0,017±0,018 µg/l. El 74,5% de las muestras estuvieron dentro de valores que no representan riesgo para la salud humana. Por otro lado, el 24,5% de las muestras tenían más de 0,025 µg/l y 0,05 µg/l, límites establecidos por la UE para leche infantil (Comisión Europea 2004) y leche fluida (EC N° 1881/2006), respectivamente. En ningún caso, los valores excedieron el límite máximo aceptable de AFM₁ establecido para leche fluida por el MERCOSUR (MERCOSUR GMC/RES. N° 25/02).

Los estudios en Argentina son controversiales. Algunos autores informaron que el 64% de las muestras de leche de tanque estaban contaminadas con AFM₁ a niveles de 0,028 µg/l en establecimientos lecheros de Villa María (Alonso *et al.*, 2010), mientras que otros autores informaron prevalencias del 10,8% en leche de tanque con niveles promedios de 0,016 µg/l (López *et al.*, 2003). Michlig *et al.* (2016) informaron prevalencia de AFM₁ del 38,8% y un nivel promedio de 0,037 µg/l en la cuenca lechera central de Santa Fe. Estas diferencias pueden deberse a la técnica analítica empleada (test rápidos vs. cromatografía), siendo ésta última más sensible, o a las diferencias en los sistemas productivos (región geográfica, cantidad y tipo de ingredientes en la dieta). Sin embargo, en estos estudios, todas las concentraciones de AFM₁ estaban por debajo de los niveles máximos establecidos por el MERCOSUR.

La prevalencia de AFM₁ en la leche no estuvo influenciada por las estaciones del año ($P=0,541$). Las características de los establecimientos lecheros como el número de vacas por tambo ($P=0,836$), los litros de leche producidos por tambo ($P=0,846$), la producción de leche por vaca ($P=0,960$) y el tipo de sistema ($P=0,820$) no se asociaron con la presencia de AFM₁ en la leche.

Con respecto a la alimentación utilizada en cada tambo, la oferta de silo ($P=0,976$), silo en autoconsumo ($P=0,649$), avena ($P=0,392$), alfalfa ($P=0,508$), heno ($P=0,553$), granos ($P=0,231$), balanceado ($P=0,538$), burlanda ($P=0,684$) y expeller de soja ($P=0,252$), no se asociaron con la presencia de AFM₁ en la leche. Sin embargo, el consumo de semilla de algodón ($P=0,013$) se asoció con la presencia de esta micotoxina en la leche. Los tambos que no incorporaban semilla de algodón en la dieta animal tenían una concentración de aflatoxinas en leche menor ($0.011 \mu\text{g/l}$) que aquellos que sí lo hacían ($0.021 \mu\text{g/l}$). Esto coincide con estudios realizados previamente (Alonso *et al.*, 2010, Signorini *et al.*, 2012, Michlig *et al.*, 2016), donde identifican a la semilla de algodón como un ingrediente altamente correlacionado con el nivel de micotoxinas en la leche.

Además, se evaluaron variables de manejo como: forma de conservación del heno ($P=0,371$), prácticas de extracción ($P=0,467$) y distribución del silaje ($P=0,532$), uso de inoculantes para silos ($P=0,758$), uso de secuestrantes de micotoxinas ($P=0,255$), realización de análisis a los alimentos ($P=0,602$) y el conocimiento sobre las micotoxinas por parte del productor ($P=0,159$) las que no estuvieron asociadas a la presencia de AFM₁ en leche. Sin embargo, las condiciones de almacenamiento de los subproductos en los establecimientos ($P=0,008$) se asoció con la prevalencia de la aflatoxina en la leche. Aquellos establecimientos que tenían una forma de almacenamiento "adecuada" (subproductos comprados con certificación fiable y condiciones edilicias apropiadas para el almacenamiento) presentaron una concentración de aflatoxinas en leche menor ($0.011 \mu\text{g/l}$) que los establecimientos que tenían formas de almacenamiento "no adecuadas" ($0.018 \mu\text{g/l}$).

Finalmente, la tasa de transferencia de AFB₁ de los alimentos a AFM₁ en la leche fue en promedio de 0,70% con un rango de 0,02 a 7,3%. La tasa de transferencia estuvo asociada al consumo de AFB₁ de las vacas lecheras ($P=0,001$) y al tamaño de tambo ($P=0,032$). Los tambos chicos (<2000 l/día), medianos (entre 2000 y 4000 l/día) y grandes (>4000 l/día) tuvieron tasa de transferencias de 0,34%, 0,55% y 1,13%, respectivamente.

Estos resultados son coincidentes con los reportados por Creppy (2002) quien informó que aproximadamente 0,3% a 6,2% de la AFB₁ total ingerida por los animales se transforman generalmente en AFM₁ en la leche. Bakirci (2001) afirmó que existe una relación lineal entre la cantidad de AFM₁ en la leche y la cantidad de AFB₁ en los alimentos que consumen las vacas.

CONCLUSIÓN

La prevalencia y los niveles de AFM₁ en la leche producida y comercializada en Argentina no es un problema de relevancia. La semilla de algodón es el ingrediente de mayor riesgo en las dietas de ganado lechero. Las condiciones de almacenamiento de los subproductos en los establecimientos se asociaron a la presencia de AFM₁ en leche. Se requiere la implementación de buenas prácticas de manejo para minimizar este riesgo y asegurar una salud adecuada del ganado lechero. Dado que los requisitos de calidad son cada vez más estrictos, cualquier reducción de los límites normativos internacionales establecidos tendría un grave impacto en la producción nacional. Por esa razón, Argentina debe mejorar su programa de monitoreo de micotoxinas en el ganado y la leche.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, V. A., MONGE, M. P., LARRIESTRA, A., DALCERO, A. M., CAVAGLIERI, L. R., & CHIACCHIERA, S. M. 2010. Naturally occurring aflatoxin M₁ in raw bulk milk from farm cooling tanks in Argentina. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 27, 373-379.
- BAKIRCI, I. 2001. A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and milk products produced in Van province of Turkey. *Food Control*, 12, 1, 47-51.
- CREPPY, E.E. 2002. Uptake of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letter*, 127, 19–28.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., & ROBLEDO, C. W., INFOSTAT VERSION 2012. InfoStat group, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar> .
- EUROPEAN COMMISSION. 2004. Regulation (EC) N° 683/2004 of 13 April 2004 amending Regulation (EC) N° 466/2001 as regards aflatoxins and ochratoxin A in foods for infants and young children. *Official Journal European Union* L106:3–5.
- EUROPEAN COMMUNITY. 2002. Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed.
- EUROPEAN COMMUNITY. 2006. Commission regulation N° 1881/2006 of 19 December
- LÓPEZ, C.E., RAMOS, L.L., RAMADAN, S.S., & BULACIO, L.C. 2003. Presence of aflatoxin M₁ in milk for human consumption in Argentina. *Food Control*, 14, 31–34.
- MERCOSUR. 2002. Reglamento técnico MERCOSUR sobre límites máximos de aflatoxinas admisibles en leche, maní y maíz. GMC/RES. N° 25/02.
- MICHLIG, N., SIGNORINI, M., GAGGIOTTI, M., CHIERICATTI, C., BASÍLICO, J.C., REPETTI, M.R., & BELDOMENICO, H.R. 2016. Risk factors associated with the presence of aflatoxin M₁ in raw bulk milk from Argentina. *Food Control*, 64, 151-156.
- SIGNORINI, M. L., GAGGIOTTI, M., MOLINERI, A., CHIERICATTI, C. A., ZAPATA DE BASÍLICO, M. L., BASÍLICO, J. C. 2012. Exposure assessment of mycotoxins in cow's milk in Argentina. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 250-257.
- VAN EGMOND, H. P. & PAULSCH, W. E. 1989. Mycotoxins in milk and milk products. *Neth. Milk Dairy J.* 40:175–188.
- VAN EGMOND, H. P., PAULSCH, W. E., VERINGA H. A., SCHULLER, P. L. 1977. The effect of processing on the aflatoxin M₁ content of milk and milk products. *Arch. Inst. Pasteur Tunis* 54(3/4):381–390.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue apoyado por fondos del Proyecto Nacional de Producción Animal de INTA (PNPA-1126044). Los autores agradecen a los profesionales de producción primaria de las industrias lácteas de la región por la predisposición para llevar adelante el trabajo de campo en los tambos remitentes.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA, HIGIÉNICO-SANITARIA Y APTITUD TECNOLÓGICA DE LECHE PROVENIENTE DE UN SISTEMA DE ORDEÑO VOLUNTARIO.

Campos, S.; Costamagna, D.; Gaggiotti, M.; Adorni, M.B.; Cuatrin, A.; Taverna, M.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina.
campos.sonia@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La calidad de la leche como materia prima tiene una influencia directa sobre la calidad de los productos finales. La calidad higiénico-sanitaria es importante para evitar alteraciones físicas de la leche, lo que incide en la calidad que el productor entrega a la industria, y por ende en el pago recibido. Altas cargas bacterianas inciden en la salud de los consumidores y pueden producir defectos de fabricación de numerosos productos lácteos, además de reducir la vida útil de los mismos. Evaluar la composición de la leche es esencial para las plantas industriales, manejo del rodeo lechero, y para asegurar la salud de los consumidores. El recuento de células somáticas (RCS) es un reconocido indicador de infección, asociado con mastitis y que afecta la producción de leche, la salud del rodeo y la calidad de los productos lácteos fabricados (Oliszewski et al, 2016).

El ordeño de las vacas cambia cuando los sistemas de ordeño tradicionales son reemplazados por un Sistema de Ordeño Voluntario (VMS). Este sistema incluye visitas voluntarias para el ordeño que pueden ocurrir más de dos veces al día. En el VMS no se requiere mano de obra durante el ordeño. La máquina prepara la vaca para el ordeño de forma independiente e incluye la limpieza de los pezones. Además, identifica vacas con leche anormal, como por ejemplo con alto RCS, mediante el uso de diferentes sensores. El proceso de limpieza del equipo de ordeño es automático y se realiza dos o tres veces al día. También se lava automáticamente cuando una vaca con leche anormal, por ejemplo, con alto RCS, ha visitado la unidad de ordeño (Schuling y otros, 2001).

Los efectos del VMS sobre la salud de la ubre y la calidad de la leche se han evaluado en una serie de experimentos. Según varios estudios, el recuento de bacterias totales (RBT), RCS, y de ácidos grasos libres (AGL) se elevan en un VMS y los valores de grasa, proteína y descenso crioscópico (DC) disminuyen (van der Vorst y Hogeveen 2000, Everitt y col. 2002, Rasmussen y col. 2002). Se ha sugerido que los factores relacionados con el VMS, como la mayor producción obtenida por aumentos en la frecuencia de ordeño, pueden tener un impacto en la calidad de la leche (Escobar y Bradley 1990, Hamann y Gyodi, 2000, Klungel y col. 2000, Hogeveen y col. 2001). Klungel y col. 2000, sugirieron que los niveles aumentados de ácidos grasos libres pueden explicarse, en parte, por intervalos más cortos. De acuerdo con Hogeveen y col. 2001, la variación en el intervalo de ordeño podría ser parte de la explicación de un aumento aparente de RCS con ordeño automático. Sin embargo, se requiere más investigación sobre las relaciones entre los intervalos de ordeño y la calidad de la leche.

El objetivo de este estudio fue caracterizar la calidad integral de la leche proveniente de un sistema de ordeño voluntario evaluando los parámetros físico-químicos y microbiológicos de la leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un Sistema de Ordeño Voluntario instalado en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA Rafaela INTA) ubicado en la región lechera central de Argentina bajo un sistema pastoril combinado con una ración parcialmente mezclada (PMR) y balanceado comercial en el

box de ordeño. El mismo cuenta con 60 vacas en ordeño de la raza Holando Argentino con una producción individual promedio de 36 litros. La frecuencia media de ordeño fue 2.3 veces por día. El ordeño se inició con un total de 20 animales, incrementándose progresivamente.

Recolección de las muestras de leche

Las muestras de leche en tanque se recolectaron bajo un protocolo de procedimiento de muestreo de leche en tanque de frío (INTA-INTI, 2005) con una frecuencia semanal para composición físico-química e higiénico-sanitaria y, mensual para parámetros de aptitud tecnológica, durante los años 2016, 2017 y hasta mayo de 2018.

Además, durante el año 2018 se realizó un muestreo mensual de leches de vacas individuales para evaluar el efecto de la frecuencia de ordeño sobre el nivel de lipólisis en leche, seleccionando tres animales con menos de dos ordeños versus tres animales con más de dos ordeños. Un total de 30 vacas fueron muestreadas incluyendo animales de 1°, 2° y 3° lactancia, durante los meses de invierno y verano del período mencionado.

Análisis físico-químicos y microbiológicos

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de calidad de leche y agroindustria de la EEA INTA Rafaela.

La determinación de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y descenso crioscópico, se realizó utilizando el equipo MilkoScan Minor® (FOSS) por método infrarrojo según ISO 9622 IDF 141:2013, acreditada por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) según norma ISO 17025:2005. El pH se midió por método potenciométrico, utilizando el autoanalizador automático Titroline Alpha Plus (SHOOT Instruments). La acidez se determinó por titulación manual, con acidímetro. La prueba del alcohol se realizó con alcohol a 72 y a 80 °GL. La prueba de ebullición se llevó a cabo a fuego directo.

El perfil nitrogenado: Nitrógeno Total (NT), Nitrógeno No Proteico (NNP) y Nitrógeno No Caseínico (NNC), fue llevado a cabo por método Kjeldahl (NT: según ISO FDIS 8968-3 IDF 20-3:2004, NNP: según ISO FDIS 8968-4 IDF 20-3:2001, NNC: según ISO 17997-1 IDF 029-1:2004). El RCS se determinó por método infrarrojo, utilizando el equipo FOSSomatic (FOSS). El Recuento de Bacterias Totales (RBT) se determinó por citometría de flujo, utilizando un equipo BactoScan (Bentley).

Las muestras se analizaron para determinar su estabilidad térmica, utilizando el método del tiempo de coagulación, en baño de glicerina a 140 °C. El contenido de Ácidos Grasos Libres (AGL) totales se cuantificó por titulación manual, según norma ISO/FDIS 1740 IDF 6:2004.

Análisis comparativo

Los resultados se compararon con un tambo de referencia que incluía sala de ordeño convencional con una frecuencia de ordeño diaria de dos. El periodo de comparación incluye los meses de mayo de 2017 a mayo 2018.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza utilizando el software estadístico InfoStat (Universidad Nacional de Córdoba) (Di Rienzo et al., 2012). Los análisis estadísticos se realizaron con parámetros distribuidos normalmente dentro del grupo de prueba. Dentro del grupo, las diferencias se probaron con el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de los parámetros físico-químicos en leche bovina obtenidos de un sistema de ordeño voluntario pastoril intensivo durante el período 2016-2018 se muestran en la tabla 1. Los valores de grasa, proteína y descenso crioscópico exceden al requerimiento mínimo establecido por el Sistema de Pago de Leche Cruda para una leche de referencia. Los valores medios de pH y acidez titulable fueron 6.72 y 17°D, respectivamente, siendo éstos valores normales. En cuanto a las pruebas del alcohol y la prueba de ebullición, presentaron resultados negativos durante todo el período evaluado.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas sobre parámetros físico-químicos de la leche.

Año	Estadísticos	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Sólidos Totales (%)	SNG (%)	DC	pH	Acidez (°D)
2016	Media	3.50	3.39	5.00	12.61	9.14	-0.536	6.76	17
	DE	0.35	0.14	0.06	0.43	0.21	-0.005	0.04	1
	Mín.	2.85	3.21	4.90	11.78	8.79	-0.530	6.71	16
	Máx.	3.84	3.64	5.12	13.12	9.43	-0.546	6.85	19
2017	Media	3.67	3.49	4.93	12.78	9.20	-0.535	6.74	17
	DE	0.23	0.13	0.03	0.27	0.16	-0.005	0.06	1
	Máx.	3.28	3.29	4.88	12.42	8.94	-0.528	6.66	15
	Mín.	4.17	3.66	4.99	13.47	9.42	-0.541	6.84	18
2018	Media	3.76	3.43	4.94	12.87	9.15	-0.531	6.67	17
	DE	0.17	0.07	0.04	0.20	0.06	-0.003	0.03	1
	Mín.	3.55	3.36	4.88	12.60	9.06	-0.526	6.65	16
	Máx.	4.01	3.54	4.97	13.11	9.23	-0.534	6.72	18
Media del período		3.64	3.44	4.96	12.75	9.16	-0.534	6.72	17

Referencias: DE: desvío estándar; Max.: máximo; Min.: mínimo; SNG: sólidos no grasos; DC: descenso crioscópico.

En la tabla 2 se presentan los valores obtenidos a partir de la caracterización de perfil nitrogenado de la leche. Con respecto a estos datos, se obtuvieron relaciones medias de cas/NT y PV/NT de 76 y 92, respectivamente, cumpliendo con las metas planteadas para el VMS (>75 y >93, respectivamente). Estos resultados son similares a los obtenidos por Thomas et al. (2016) en un estudio realizado en sistemas productivos lecheros convencionales de la región noreste de Santa Fe.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas sobre el perfil nitrogenado de la leche.

Año	Estadísticos	Proteína (%)	Proteína verdadera (%)	Caseína (%)
2016	Media	3.30	3.05	2.46
	DE	0.14	0.12	0.14
	Min.	3.04	2.85	2.30
	Max.	3.49	3.49	2.63
2017	Media	3.45	3.00	2.65
	DE	0.38	0.60	0.47
	Min.	3.16	1.99	1.99
	Max.	4.32	4.08	3.66
2018	Media	3.12	2.97	2.35
	DE	0.25	0.18	0.26
	Min.	2.87	2.76	2.07
	Max.	3.46	3.19	2.57
Media del período		3.29	3.01	2.49

Referencias: DE: desvío estándar; Max.: máximo; Min.: mínimo

El análisis microbiológico de la leche (Tabla 3) determinó valores promedio de 63.000 UFC/ml de bacterias totales y 342.000 cel./ml de células somáticas. Estos valores se encuentran por debajo del límite máximo establecido por el Sistema de Pago de Leche Cruda. Los valores máximos obtenidos son coincidentes con eventos climáticos adversos sufridos durante el período de análisis (inundaciones).

Tabla 3. Estadísticas descriptivas sobre parámetros de calidad higiénico-sanitaria de la leche.

Año	Estadísticos	RCS (x1000 cel/ml)	RBT (x1000 ufc/ml)
2016	Media	342	75
	DE	134	42
	Máx.	652	159
	Mín.	131	19
2017	Media	369	76
	DE	143	85
	Máx.	616	258
	Mín.	80	14
2018	Media	315	38
	DE	58	28
	Máx.	383	83
	Mín.	261	12
Media del período		342	63

Referencias: DE: desvío estándar; Max.: máximo; Min.: mínimo; RCS: Recuento de células somáticas; RBT: recuento de bacterias totales.

En la tabla 4 se presentan las medidas estadísticas descriptivas de los parámetros de aptitud tecnológica de la leche evaluados. Si bien estos indicadores no se incluyen en el sistema de pago por calidad, se definieron valores objetivos que permiten caracterizar de manera integral la calidad de la leche producida. Los mismos fueron: mayor a 8 minutos para estabilidad térmica y menor a 1 mmol cada 100g de grasa para lipólisis.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas sobre parámetros de aptitud tecnológica de la leche

Año	Estadísticos	ET (min)	Lipólisis (mmol/100g)
2016	Media	6.91	1.18
	DE	0.90	0.73
	Min.	5.38	0.42
	Max.	8.19	2.98
2017	Media	7.30	1.35
	DE	0.76	0.57
	Min.	6.30	0.45
	Max.	8.88	2.38
2018	Media	7.17	0.77
	DE	0.91	0.41
	Min.	6.44	0.34
	Max.	8.19	1.33
Media del período		7.13	1.10

Referencias: DE: desvío estándar; Max.: máximo; Min.: mínimo; ET: estabilidad térmica.

A partir de los resultados, podemos observar que, si bien los valores medios de ambos parámetros no cumplen con los objetivos planteados, a medida que se logró estabilizar el rodeo en cuanto al número de vacas, estos valores fueron aproximándose a la meta en el año 2017 y parte del 2018.

Respondiendo a la hipótesis de que la mayor frecuencia de ordeño en un VMS respecto a un tambo convencional podría aumentar la concentración de AGL totales en leche, los resultados fueron de 0.67 ± 0.54 mmol/100g de grasa para vacas con menos de 2 ordeños y 0.67 ± 0.47 mmol/100g de grasa para vacas con más de 2 ordeños, no observándose diferencias significativas entre ambos grupos ($P=0.67$). El número de lactancia ($P=0.68$) tampoco estuvo asociado a la lipólisis. El contenido de grasa ($P=0.30$), proteína ($P=0.06$), pH ($P=0.89$), acidez ($P=0.53$) y RCS ($P=0.42$) no estuvieron asociados al número de ordeños. La producción de leche individual fue más alta ($P=0.02$) en las vacas con mayor frecuencia de ordeño. Este estudio muestra que no existe asociación entre el contenido de AGL en leche con el incremento de la frecuencia de ordeños. La mayor frecuencia de ordeño en tambos VMS está asociada a un aumento en la producción de leche por vaca, pero no al incremento del contenido de AGL en leche, ni a las otras variables composicionales estudiadas, contrariamente a los reportado por Friggens et al. (2001) y Salovuuo et al. (2005).

Se compararon los datos obtenidos a partir de las leches del tambo VMS y las obtenidas a partir de un tambo convencional correspondientes al período mayo 2017 – mayo 2018. A partir de este análisis se observaron diferencias significativas solo para las siguientes variables físico-químicas (grasa, lactosa, SNG y DC). Los valores superiores de grasa en el tambo convencional (3.67 vs 3.94 %) se podrían deber a las diferencias raciales de las vacas que forman parte del rodeo en cada uno de los tambos muestreados. Por su parte, las diferencias en cuanto a lactosa (4.94 vs 4.84 g/100 ml) se puede relacionar con las

diferencias encontradas en DC (-0.534 vs -0.524). En cuanto a la ET, se encontraron diferencias significativas, con valores de 6.99 min para el tambo VMS y de 6.12 min para el tambo convencional.

Por último, respecto a la calidad higiénico-sanitaria de la leche evaluada a través del recuento de células somáticas y bacterias totales, se encontraron diferencias significativas, con valores de 240.000 cel./ml y 42.000 ufc/ml para VMS y 425.000 cel./ml y 89.000 ufc/ml para tambo convencional, respectivamente.

CONCLUSIÓN

El trabajo muestra que la calidad integral de la leche proveniente de un sistema de ordeño voluntario no se ve afectada, ya que la misma cumple con los requerimientos establecidos para la leche de referencia, según el Sistema de Pago de Leche Cruda; contrariamente a lo reportado por la bibliografía internacional. Respecto al análisis comparativo, la mayor diferencia observada se encuentra sobre el parámetro recuento de células somáticas a favor del tambo VMS, lo cual podría deberse al sistema de detección temprana de mastitis por medio de sensores.

Debido a que la incorporación de los sistemas robóticos en el país es reciente y a que el rodeo fue creciendo escalonadamente hasta estabilizarse a mediados de 2017 en cuanto a número de vacas y lactancias, es necesario seguir evaluando el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., & ROBLEDO, C. W., INFOSTAT VERSION 2012. InfoStat group, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- ESCOBAR, G.J. & BRADLEY, R.L., JR. 1990. Effect of mechanical treatment on the free fatty acid content of raw milk. *Journal of Dairy Science* 73: 2054–2060
- EVERITT, B., EKMAN, T. & GYLLENSWÄRD, M. 2002. Monitoring milk quality and udder health in Swedish AMS herds. In: *The First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Canada V-72–V-75.
- FRIGGENS, N. C., RASMUSSEN, M.D. 2001. Milk quality assessment in automatic milking systems: accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. *Livestock Production Science*. Vol. 73; 45-54.
- HAMANN, J. & GYODI, P. 2000. Somatic cell counts and electrical conductivity in relation to milking frequency. *Milch wissenschaft* 55: 303–307.
- HOGVEEN, H., OUWELTJES, W., DE KONING, C.J.A.M. & STELWAGEN, K. 2001. Milking interval, milk production and flow-rate in an automatic milking system. *Livestock Production Science* 72: 157–167.
- KLUNGEL, G. H., SLAGHUIS, B. A., HOGVEEN, H. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *Journal Dairy Science*. Vol. 83, Nº9, 1998-2000.
- LLANES, A.L., POMARES, A., ROSSO, E. Y CÓRDOBA, M. 2014. Análisis de la Producción y Calidad de Leche de bovinos en tres tambos del sur de la Provincia de Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- NORMA ISO 17025:2005 – IRAM 301, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- NORMA ISO 3976 - IDF 74:2006, Milk fat-Determination of peroxide value.
- NORMA ISO 9622 IDF 141:2013, Milk and liquid milk products – Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry.
- NORMA ISO/FDIS 1740:2004 – IDF 6:2004, "Milkfat products and butter- Determination of fat acidity (Reference method).

- OLISZEWSKI, R. CISINT, J.C. Y MEDINA, C.F. 2016. Caracterización composicional, física-química y microbiológica de leche de vaca de la cuenca de Trancas. *Revista Argentina de Producción Animal* VOL 36, N° 1: 31-39.
- RASMUSSEN, M.D., BJERRING, M., JUSTESEN, P. & JEPSEN, L. 2002. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 85: 2869– 2878.
- SCHULING, H.J., VERSTAPPEN-BOERKAMP, J.A.M., KNAPPSTEIN, K. & BENFALK, C. 2001. Optimal cleaning of equipment for automatic milking. Deliverable D16. Available on the Internet: <http://www.automaticmilking>. Acceso: 8 de agosto 2018.
- TAVERNA, M. 2006. Composición química de la leche producida en Argentina. En: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/14-composicion_quimica.pdf. Ultimo acceso: 6 de agosto de 2018.
- TAVERNA, M., PAEZ, R., RESCONI, V., FABRO, M., SPERANZA, J. 2005. Procedimiento de muestreo de leche en el tambo y de medición de volumen y temperatura INTA-INTI. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_inti_procedimiento_de_muestreo_leche.pdf. Ultimo acceso: 6 de agosto de 2018.
- VAN DER VORST, Y. & HOGEVEEN, H. 2000. Automatic milking system in the Netherlands. In: *Robotic milking proceedings of the international symposium Lelystad, Netherlands*. p. 73–82.

CARACTERIZACIÓN DE SUERO PROCESADO POR TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS, CONCENTRADO DE PROTEÍNAS Y PERMEADO OBTENIDO DE DIFERENTES PYMES LÁCTEAS DE LA CUENCA LECHERA CENTRAL.

Audero, G.; Campos, S.; Costabel, L.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227, Rafaela, Santa Fe, Argentina.
audero.gabriela@inta.gob.ar.

INTRODUCCIÓN

El mayor porcentaje de la leche producida en Argentina se destina a la elaboración de quesos (Ministerio de Agroindustria, 2018), siendo el suero lácteo el principal subproducto derivado de esta elaboración. El suero lácteo es la fracción de la leche que no precipita por la acción del cuajo o por los ácidos durante el proceso de elaboración de quesos. Existen dos tipos de sueros según el proceso de producción: el suero dulce, que es el subproducto de la elaboración de quesos blandos, semiduros, duros y de la producción de caseína de cuajo; y el suero ácido, que se obtiene como subproducto de la caseína precipitada por ácidos minerales o por acidificación de bacterias lácticas. En el suero se encuentran las proteínas solubles α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina, lactosa, vitaminas y sales minerales. Desde el punto de vista nutritivo, las proteínas solubles son más ricas que las caseínas en aminoácidos esenciales (Amiot, 1991). Las β -lactoglobulinas no se encuentran en leche humana, poseen una amplia funcionalidad y características nutricionales que hacen de las mismas un ingrediente versátil para ser utilizado en muchos alimentos. Además, se ha comprobado que son una excelente fuente de péptidos con un amplio rango de bioactividades (Korhonen, 2003; Chatterton *et al.*, 2006). Con respecto a las α -lactoalbúminas se ha demostrado que pueden proporcionar efectos beneficiosos ya sea utilizando la molécula entera, péptidos de la proteína hidrolizada o los aminoácidos obtenidos de la digestión completa de la misma (Chatterton *et al.*, 2006).

El suero posee una carga orgánica elevada, por este motivo no puede ser desechado al medio ambiente. Con el objetivo de aprovechar las cualidades nutricionales, disminuir la contaminación ambiental y los costos de concentración por evaporación, desde hace tiempo se está trabajando en la revalorización de este subproducto lácteo con propiedades funcionales para ingresarlo al mercado, ya sea como alimento o como aditivo alimentario (Terán y Garrappa, 2008).

Dentro de las tecnologías disponibles para el tratamiento del suero, una de ellas es la tecnología de membranas, que ha revolucionado la industria lechera, generando nuevos procesos tecnológicos y desarrollos de productos innovadores (Vikram *et al.*, 2017). Esta tecnología se basa en la técnica de separación por gradiente, ya sea de presión o electrostático, para forzar el paso de componentes de una disolución a través de una membrana porosa semipermeable, obteniéndose una separación sobre la base del tamaño molecular de los diferentes componentes. Existen cuatro tecnologías de membrana que se diferencian según el tamaño de poro: ósmosis inversa (OR), nanofiltración (NF), ultrafiltración (UF) y microfiltración (MF) (Lipnizki, 2010). Este tipo de tecnologías ha abierto camino a nuevas aplicaciones en la producción de quesos y tratamiento de los sueros de quesería, generando aumento en la eficiencia de la producción quesera, en el rendimiento de la cuajada, producción de nuevas variedades de quesos y nuevos productos a partir del procesamiento de suero de quesería (Vikram *et al.*, 2017). La OR y la UF son dos de los procesos más comúnmente usados en la industria láctea (Glover, 1985; Van der Horst and Hanemaaijer, 1990), pero la NF y la MF están en auge debido al potencial que han demostrado para las aplicaciones en la industria láctea (Eriksson, 1988; Fauquant *et al.*, 1988). El suero de quesería fue el

primer alimento líquido en concentrarse a gran escala utilizando membranas. Las primeras plantas eran diseños simples de una sola etapa que concentraban desde un 6% de sólidos totales hasta un 12% de sólidos totales. Estas fueron principalmente plantas de 'retroadaptación' que aumentaron la capacidad o redujeron los costos operativos de los evaporadores existentes (Van der Horst and Hanemaaijer, 1990).

La realización de una caracterización analítica del suero y de las fracciones obtenidas, permeado y concentrado de proteínas, luego del proceso de membranas permitirá conocer en profundidad la composición química y nutricional de cada fracción, direccionando el posible uso de las mismas como aditivos alimentarios o como un alimento funcional.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar desde el punto de vista composicional el suero de Pymes lácteas de la cuenca lechera central y las diferentes fracciones obtenidas luego de su procesamiento a través de membranas de UF y NF. En este trabajo se muestran los resultados del primer relevamiento realizado en dos Pymes lácteas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreos

Para dar comienzo al trabajo se contactó a dos empresas Pymes de la zona de Santa Fe que se dedican a procesar suero de quesería. Se realizó un relevamiento de las tecnologías de membranas aplicadas y de las siguientes características de procesamiento: volumen de suero procesado, cantidad de membranas utilizadas, combinación de tecnologías de membrana, temperatura de filtrado y presiones de trabajo.

En la empresa 1, se realizaron 3 muestreos correspondientes a 3 procesos diferentes de filtración por membranas de UF de un pool de suero de queso: azul, duro y semiduro. Se muestrearon 3 litros de suero, 1 litro de permeado y 1 litro de concentrado de proteínas.

En la empresa 2 se realizaron 6 muestreos correspondientes a seis procesos diferentes de filtración por membranas de NF de suero de queso mozzarella. Se tomaron 3 litros de suero, 1 litro de permeado y 1 litro de concentrado de proteínas.

Análisis de las muestras:

Se analizaron muestras de suero, permeado y concentrado de proteínas.

En todas las muestras se analizó pH (método potenciométrico), acidez (por titulación), grasa, proteínas y sólidos totales (método infrarrojo para suero, permeado y concentrado de proteínas según normas ISO 7208:2012, ISO 8968-3:2004 e ISO 2920:2012 para grasa, proteínas y ST, respectivamente), perfil nitrogenado: proteína total (PT), nitrógeno total (NT), nitrógeno no caseínico (NNC) y caseína (AOAC, 1998 N° 976.05), perfil de minerales: calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg) y sodio (Na, Absorción Atómica) y fósforo (P, método colorimétrico).

En las muestras de suero se analizaron además finos de caseína (centrifugación y secado a 102°C) y finos sedimentables (Cono de Imhoff).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante un análisis estadístico descriptivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proceso productivo

La tecnología de membranas aplicada por la empresa 1 cuenta con dos etapas. En la primera se realiza una nanofiltración para eliminar agua y concentrar sólidos, y en la segunda una ultrafiltración para concentrar proteínas. El volumen de suero procesado es de 130.000 litros diarios. El equipo cuenta con 6 membranas de filtración. El caudal de entrada es de 3.500 l/h y el caudal de salida es de 720 l/h. En

una primera etapa, el suero presenta un valor promedio de 6,4% de sólidos totales es filtrado por NF para lograr una concentración del 18% de sólidos totales. Luego, en una segunda etapa, es filtrado por UF donde llega a una concentración final de 27% de sólidos totales. La presión de trabajo es de 2,6 bar a la entrada del equipo, en la etapa NF es 6,6 bar y en la etapa UF es 7,2 bar. La temperatura de trabajo durante el proceso de filtrado es 9,5°C. El tiempo total operacional del equipo es de 12 horas. La UF es utilizada en el fraccionamiento de la leche y suero de quesería y también tiene aplicaciones en el fraccionamiento de proteínas. Con la ultrafiltración se recuperan en el retentado las proteínas del suero y sales coloidales. En cuanto al permeado, se encuentra compuesto por agua y lactosa en mayor proporción, minerales solubles, nitrógeno no proteico y vitaminas hidrosolubles (Vikram *et al.*, 2017).

Con respecto a la tecnología aplicada por la empresa 2, se observa que realiza un proceso de nanofiltración para eliminar agua y concentrar sólidos. La NF se utiliza para la separación de componentes de bajo peso molecular (agua y sales minerales disueltas) que quedan en el permeado y componentes de elevado peso molecular (proteínas y lactosa principalmente) que quedan retenidos en el concentrado (Vikram *et al.*, 2017). La planta procesa un volumen de suero de 200.000 lts diarios en un equipo que cuenta con 20 membranas. El caudal de entrada es de 12.500 lts/h y el caudal de salida es de 4.000 lts/h. El suero presenta un valor promedio de 6,7% de sólidos totales, es filtrado por las membranas logrando una concentración final de 18,2% de sólidos totales. La presión total de trabajo es de 19,6 bar, la presión de entrada es de 16,5-17,0 bar y la de salida 4,5 bar. La temperatura de trabajo es 14,5°C. El tiempo total operacional es de 8 horas.

En ambas empresas, antes de realizar el tratamiento por membranas, se realizó un pre-tratamiento del suero que incluyó el proceso de pasteurización. Esta operación se realiza tratando de no desnaturalizar las proteínas de suero, a 75-76 °C durante 4-5 seg. Es indispensable que la temperatura no supere los 80 °C, ya que las mismas se desnaturalizan y precipitan en el pasteurizador generando el ensuciamiento de las placas. La pasteurización se realiza para eliminar la alta carga microbiana debida a los cultivos utilizados durante la elaboración del queso y para garantizar inocuidad. Es importante que se realice lo antes posible para evitar el desarrollo de acidez.

Suero

Composición físico química, perfil proteico y perfil mineral

En la tabla 1 se presentan los resultados de la composición físico química de los sueros utilizados para realizar los procesos de UF y NF, en la empresa 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1. Resultados promedios y desviación estándar de la caracterización analítica de los sueros utilizados para los procesos de filtración de las empresas 1 y 2.

Variable	Empresa	
	1	2
	Suero UF? Media+DS	Suero NF? Media+DS
Materia Grasa % (gr/100ml)	0,15 ± 0,08	0,29 ± 0,10
Proteína % (gr/100ml)	0,79 ± 0,05	1,06 ± 0,06
Sólidos Totales % (gr/100ml)	6,47 ± 0,31	6,40 ± 0,08
Lactosa % (gr/100ml)	4,97 ± 0,14	4,84 ± 0,04
pH	6,28 ± 0,09	4,54 ± 0,15
Acidez (°D)	14,33 ± 1,53	33,00 ± 3,69
Finos de Caseína (g/l)	0,04 ± 0,03	0,08 ± 0,04
Sólidos sedimentables (ml/l)	1,47 ± 1,10	0,40 ± 0,28
Nitrógeno total (gr N / 100ml)	0,16 ± 0,02	0,19 ± 0,01
Proteína Total (gr/100ml)	1,04 ± 0,15	1,20 ± 0,11
Nitrógeno No Caseínico (gr/100ml)	0,16 ± 0,03	0,18 ± 0,02
Calcio (mg/100ml)	57,45 ± 3,61	48,78 ± 10,08
Magnesio (mg/100ml)	10,10 ± 0,14	9,45 ± 1,07
Sodio (mg/100ml)	99,20 ± 13,01	111,72 ± 11,67
Potasio (mg/100ml)	180,00 ± 0,00	
Fósforo (gr/100ml)	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,01

Pre tratamiento y composición físico química

Según los resultados de materia grasa, finos de caseína y finos sedimentables, se observa que ambos sueros luego de su obtención (proceso de elaboración de quesos), además del mencionado tratamiento de pasteurización, fueron sometidos a un desmigado/tamizado y desnatado, con el objetivo de estandarizar y asegurar su calidad como materia prima para ser utilizado en los procesos de membranas. La importancia de la aplicación de este pre-tratamiento radica en garantizar los mínimos valores posibles de materia grasa (empresa 1: 0,15% ± 0,08 y empresa 2: 0,29% ± 0,10) mediante la aplicación del desnatado y la reducción de los finos de caseína (empresa 1: 0,04 g/litros ± 0,03 y, empresa 2: 0,08 g/litros ± 0,04) a través del desmigado/tamizado, garantizando una óptima filtración operacional de las membranas y prolongando la vida útil de las mismas. Los resultados observados con respecto a la composición química de ambos sueros, materia grasa, proteína, sólidos totales, finos de caseína y finos sedimentables se encuentran dentro de los parámetros para ser aptos de procesamiento.

Acidez y pH

Analizando los datos de pH y acidez, fue posible identificar dos tipos de suero. El suero utilizado en la empresa 1 clasifica según el pH 6,28 ± 0,09 y acidez de 14,33°D ± 1,53 como suero dulce. Este pool de suero corresponde a una mezcla de sueros provenientes de elaboraciones de quesos azules, semiduros y duros. La empresa 2 solo procesa suero proveniente de la elaboración de queso mozzarella, el cual

según sus valores de pH $4,54 \pm 0,15$ y acidez $33,00^{\circ}\text{D} \pm 3,69$ clasifica como suero ácido (Gösta Bylund, 2002).

Perfil mineral

En el suero obtenido de la empresa 1, comparando con lo citado en la bibliografía, se observa que los valores de calcio y potasio (tabla 1) se encuentran dentro de los datos presentados (Gösta Bylund M., 2002).

El valor de sodio es dos veces superior y el de fósforo es tres veces inferior a los datos presentados en la bibliografía (Gösta Bylund M., 2002). En el suero proveniente de la empresa 2, se observó que el calcio se encuentra en un valor inferior a lo citado en la bibliografía, a diferencia de lo que ocurre en sueros con características ácidas, en los cuales debería encontrarse en mayor concentración por la desmineralización de la cuajada que ocurre a pH ácido. Con respecto al sodio, se observa al igual que lo hallado en la empresa 1 aumentado al doble, mientras que en el fósforo se observa un valor 7 veces menor a lo citado. Ambos sueros presentan la misma concentración de magnesio.

Permeado

Composición físico química, perfil proteico y perfil mineral

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de la composición analítica de los permeados obtenidos luego de realizar los procesos de UF y NF, en la empresa 1 y 2, respectivamente.

Tabla 2. Resultados promedios y desviación estándar de la caracterización analítica de los permeados obtenidos para los procesos de filtración de la empresa 1 y 2.

Variable	Empresa	
	1	2
	Permeado UF Media+DS	Permeado NF Media+DS
Materia Grasa % (gr/100ml)	$0,02 \pm 0,03$	$0,02 \pm 0,01$
Proteína % (gr/100ml)	$0,34 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,07$
Sólidos Totales % (gr/100ml)	$15,34 \pm 0,80$	$2,53 \pm 5,23$
Lactosa % (gr/100ml)	$14,59 \pm 0,55$	$0,15 \pm 0,04$
pH	$6,26 \pm 0,12$	$6,31 \pm 0,15$
Acidez ($^{\circ}\text{D}$)	$36,67 \pm 1,15$	$5,33 \pm 5,28$
Nitrógeno total (gr N / 100ml)	$0,09 \pm 0,02$	$0,05 \pm 0,01$
Proteína Total (gr/100ml)	$0,53 \pm 0,13$	$0,30 \pm 0,09$
Nitrógeno No Caseínico (gr/100ml)	$0,09 \pm 0,02$	$0,05 \pm 0,01$
Calcio (mg/100ml)	$148,57 \pm 16,22$	$7,38 \pm 1,36$
Magnesio (mg/100ml)	$25,57 \pm 5,10$	$1,30 \pm 0,47$
Sodio (mg/100ml)	$135,37 \pm 18,64$	$99,78 \pm 20,50$
Potasio (mg/100ml)	$300,00 \pm 28,28$	
Fósforo (gr/100ml)	$0,16 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,03$

Acidez y pH

Comparando los valores obtenidos en el permeado UF y el suero de partida, se observa que el pH del permeado UF no se altera con el proceso de filtración, por el contrario, el porcentaje de acidez aumenta a $36,67 \pm 1,15^{\circ}\text{D}$. Esto puede relacionarse al incremento en los sólidos totales del permeado, el cual está compuesto principalmente por lactosa. Esta característica es la principal responsable de su elevada carga orgánica contaminante (Berruga Fernández, 1999). El tamaño de poro de la membrana de UF permite el paso de la lactosa al permeado, a diferencia de la membrana usada para NF que posee un tamaño de poro menor y, por lo tanto, no permite el paso de este soluto al permeado. A diferencia de lo mencionado para el permeado UF, en el permeado de NF el pH aumenta y la acidez disminuye ampliamente. Esto puede relacionarse directamente con el tipo de filtración utilizada, lo que genera un permeado donde solo se halla agua y sales minerales.

Lactosa y perfil proteico

La lactosa constituye el 70-80% del total de los sólidos del suero y es el principal responsable de su elevada carga orgánica (Berruga Fernández, 1999). Este compuesto suele estar presente en sueros dulces o ácidos en similar concentración (Gösta Bylund, 2002). El permeado de un proceso de UF, presenta una concentración de lactosa superior, debido a que el tamaño de poro de este tipo de membrana permite el paso de la lactosa al permeado, a diferencia de una membrana de NF que presenta un tamaño de poro más pequeño y solo permite el paso de agua y sales minerales al permeado. Esto se puede observar en los resultados descriptos en la tabla 2 para cada tipo de proceso.

Perfil mineral

El permeado de un proceso de UF está compuesto principalmente de agua, lactosa y sales minerales (solutos orgánicos de bajo peso molecular) a diferencia del permeado obtenido a través de un proceso de NF. En este tipo de proceso el objetivo es la desalinización parcial del lactosuero. Esta diferencia se observa en los valores de minerales obtenidos en la tabla 2 para ambos tipos de permeados.

Concentrado de proteínas

Composición físico química, perfil proteico y perfil mineral

En la tabla 3 se presentan los resultados de la composición analítica de los concentrados obtenidos luego de realizar los procesos de UF y NF en la empresa 1 y 2, respectivamente.

Tabla 3. Resultados promedios y desviación estándar de la caracterización analítica de los concentrados obtenidos para los procesos de filtración de la empresa 1 y 2.

Variable	Empresa	
	1	2
	Concentrado UF	Concentrado NF
	Media+DS	Media+DS
Materia Grasa % (gr/100ml)	0,89 ± 0,34	0,13 ± 0,02
Proteína % (gr/100ml)	8,81 ± 0,66	1,98 ± 0,42
Sólidos Totales % (gr/100ml)	25,02 ± 1,12	18,45 ± 1,02
Lactosa % (gr/100ml)	15,02 ± 0,39	15,80 ± 0,58
pH	6,25 ± 0,08	6,31 ± 0,08
Acidez (°D)	60,67 ± 0,58	34,83 ± 4,26
Nitrógeno total (gr N / 100ml)	1,46 ± 0,24	0,38 ± 0,03
Proteína Total (gr/100ml)	9,36 ± 1,51	2,36 ± 0,20
Nitrógeno No Caseínico (gr/100ml)	1,39 ± 0,15	0,35 ± 0,02
Calcio (mg/100ml)	255,90 ± 36,32	123,80 ± 9,03
Magnesio (mg/100ml)	41,47 ± 7,90	25,88 ± 0,53
Sodio (mg/100ml)	171,20 ± 25,85	151,02 ± 9,45
Potasio (mg/100ml)	410,00 ± 70,71	
Fósforo (gr/100ml)	0,20 ± 0,06	0,16 ± 0,01

Acidez, pH y composición química (proteínas, lactosa y sólidos totales).

El pH del concentrado UF no se altera con el proceso de filtración, sin embargo, el porcentaje de acidez aumenta a $60,67 \pm 0,58^{\circ}\text{D}$. En el caso del concentrado de proteínas del proceso de NF, se observa aumento de acidez e incremento de pH, comparado con el valor del suero ácido inicial. Estos cambios podrían atribuirse al incremento en el nivel de los sólidos totales retenidos por la membrana. Como se observa en la tabla 3, comparando con los niveles iniciales de proteínas en el suero, en el caso del proceso UF se produce una concentración de proteínas de suero entre 11 a 12 veces, mientras que en el proceso NF las mismas se concentran 2 veces. El nivel de concentración de lactosa es similar para los dos procesos (UF y NF).

Perfil mineral

En cuanto a los resultados del perfil mineral analizado (Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Fósforo) se observa que para el concentrado del UF se hallan valores levemente superiores de minerales, a diferencia de lo observado para los niveles de minerales en el concentrado de NF, lo cual se debe a que la membrana del proceso de NF permite el pasaje de sales minerales al permeado. Por lo tanto, si bien

existe una concentración de los minerales comparado con los valores hallados en el suero inicial, es menor que la que se encuentra en el caso de UF.

CONCLUSIÓN

Se obtuvo la caracterización preliminar de la composición físico química de dos tipos de sueros (dulce y ácido) procesados mediante diferentes tecnologías de membranas: ultrafiltración y nanofiltración. Además, se caracterizaron los subproductos obtenidos de cada proceso, concentrado de proteínas y permeado, dando a conocer principalmente los diferentes valores encontrados en la composición de los permeados de UF y NF y de los concentrados de proteínas obtenidos, respectivamente. El trabajo constituye un relevamiento preliminar, por lo que resulta necesario seguir realizando muestreos e incorporar otras Pymes de la cuenca lechera central. Además, se está realizando el análisis cromatográfico por HPLC de los sueros, permeados y concentrados para cuantificar los niveles de α -lactoalbumina y β -lactoglobulina, lo que permitirá identificar las proteínas de alto valor biológico en cada fracción y observar cómo son o no afectadas por cada proceso de filtración.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con fondos del Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor (PNAIyAV 1130033), proyecto "Tecnologías de preservación de alimentos y de aprovechamiento de subproductos". Los autores agradecen a los profesionales de las industrias lácteas de la región por la predisposición para llevar adelante los muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIOT, J. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Zaragoza (España). Editorial Acribia S.A. p. 20-267.
- AOAC. 1998 N° 976.05. Cuantificación de Nitrógeno Total y nitrógeno no caseínico.
- CHATTERTON, D.E.W., SMITHERS, G., ROUPAS, P., BRODKORBC, A. 2006. "Bioactivity of b-lactoglobulin and α -lactalbumin—Technological implications for processing". International Dairy Journal 16 1229–1240.
- ERIKSSON, P. 1988. "Nanofiltration extends the range of membrane filtration". Environ. Prog. 7, 58-62.
- FAUQUANT J., MAUBOIS, J.L, PIERRE, A. 1988. "Microfiltration du lait sur membrane minerale". Tech. Lait. 1028, 21-23.
- FIL-IDF. 1993. "Latte". "Determinazione del tenore in azoto. In: Metodo di riferimento". N° 20: B. International Dairy Federation, Bruselas, Bélgica.
- FIL 86. 1981. "Acidez en suero, permeado y concentrado de proteínas".
- GLOVER, F.A. 1985. "Ultrafiltration and reverse osmosis for the dairy industry". National Institute of Research in Dairying, Reading, pp 1-207.
- GÖSTA BYLUND M. 2002. "Manual de Industrias Lácteas Tetra Pack". Editor Madrid Vicente A. 1° Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- ISO 7208:2008 (IDF 22:2008). "Skimmed milk, whey and buttermilk" - Determination of fat content -- Gravimetric method (Reference method).
- ISO 8968-3:2004 (IDF 20-3:2004) Milk - "Determination of nitrogen content" -- Part 3: Block-digestion method (Semi-micro rapid routine method)
- ISO 9622 IDF 141:2013. "Composición Química por Infrarrojo".
- ISO 2920:2004 (IDF 58:2004). "Whey cheese" - Determination of dry matter (Reference method).
- KORHONEN, H.; MARNILA, P.; GILL, H.S. 2000. "Bovine milk antibodies for health". British Journal of Nutrition, 84, Suppl. 1, S135±S146. Agricultural Research Centre of Finland, Food Research, FIN-31600 Jokioinen, Finland. Milk and Health Research Centre, Massey University and New Zealand Dairy Research Institute, Private Bag 11 222, Palmerston North, New Zealand.

- LIPNIZKI. 2010. "Comprehensive Membrane Science and Engineering". En Encyclopedia of Dairy Sciences. Vol. 1.
- TERÁN J.C. Y GARRAPPA M. 2008. "Caracterización y descripción de las PyMES Lácteas en la Región central de Santa Fe. Informe técnico". INTA Rafaela.
- VAN DER HORST, H.C. Y HANEMAAIJER, J.H. 1990. "Cross Flow microfiltration in the food industry: state of the art. Desalination" 77, 235-258.
- VIKRAM. V. M, MAUBOIS JL. 2017. "Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology". (McSweeney P.L.H., Fox, P. F., Cotter, P. D., Everett D. W.) En Encyclopedia of Dairy Sciences. Vol. 4.

FORRAJES

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MUESTRAS REMITIDAS AL CONCURSO DE FORRAJES CONSERVADOS REALIZADO EN EL MARCO DE LA MERCOLÁCTEA DESDE EL AÑO 2004 AL 2017

Gaggiotti, M.; Romero L.; Cuatrín, A.

EEA INTA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
gaggiotti.monica@inta.gob.ar.

Si bien Argentina ha evolucionado en la adopción de los forrajes conservados, ahora el trabajo debe focalizarse en la calidad nutricional que producimos, dado que solo el forraje de calidad que llega a la boca del animal garantiza eficiencia en la producción de leche. Una mejor conversión de Kg/MS en litros de leche y kilos de carne, permite disminuir los costos de la producción y aumenta la competitividad de la ganadería. Confeccionar un forraje conservado de mala calidad cuesta lo mismo que uno de buena calidad, dado que normalmente interviene la misma cantidad de maquinaria.

Con la idea de mejorar la calidad de los alimentos, técnicos de INTA y de la actividad privada llevaron a cabo en el marco de Mercoláctea 14 ediciones del Concurso de Forrajes Conservados con el objetivo de concientizar al productor de la importancia de analizar sus reservas para conocer qué tipo de alimento está utilizando en sus dietas. Es esencial conocer, en tiempo y forma, la calidad y el valor nutricional de los forrajes que se han conservado, antes de ejecutar cualquier formulación o de adquirir algún suplemento alimenticio extra para la temporada. Los desequilibrios de las dietas, tanto en calidad como en cantidad, representan una de las principales causas de pérdidas de productividad.

Este tradicional concurso se ha transformado en el parámetro de referencia nacional para indicar la calidad que podemos llegar a producir en nuestros sistemas, premiando a quienes logran los mejores resultados y generando discusiones sobre cómo proceder para lograr esos aumentos de calidad promoviendo un proceso de mejora continua en los establecimientos lecheros que utilizan este parámetro de referencia año a año.

En términos generales, el diagnóstico de calidad y del valor nutritivo de las muestras participantes de todas las categorías del concurso se realiza combinando análisis químicos de laboratorio y análisis organolépticos.

En laboratorio se realizan los análisis más representativos que actualmente recomiendan los nutricionistas, a fin de obtener información básica para un adecuado manejo y una correcta formulación de dietas equilibradas. Entre los parámetros relacionados al procesamiento y conservación del forraje se destaca materia seca (%MS), pH y nitrógeno amoniacal. Entre los parámetros relacionados a la composición química se destaca Proteína Bruta, Fibra de detergente ácido, fibra de detergente neutro, Cenizas y Almidón.

El análisis organoléptico (determinaciones visuales, olfativas y táctiles) fue desarrollado en cada edición en la jura del concurso, por los distintos técnicos especialistas que participaban como evaluadores, donde se consideraban distintos indicadores complementarios como si las condiciones de procesamiento y almacenamiento fueron adecuadas, del grado de humedad del material, la ocurrencia o no de reacciones de Maillard, presencia de hongos, etc.

El objetivo de esta publicación es presentar los resultados de la calidad nutricional de los de las muestras de forrajes remitidas por los participantes del Concurso de Forrajes Conservados (CFC) que se realizó entre los años 2004 a 2017. En el CFC se tuvieron en cuenta las siguientes categorías: fardo alfalfa (FA), rollo alfalfa (RA), fardo pastura (FP), rollo pastura (RP), silaje maíz (SM), silaje sorgo forrajero (SSF),

silaje sorgo granífero (SSG), silaje alfalfa (SA), silaje pastura (SP), silaje soja (SS) y silaje ray-grass anual (SRG) esto hasta el año 2008 y a partir del 2009 se incorporó la categoría silajes de cereales de invierno (SCI) y se unificaron RA y FA y RP y FP en heno alfalfa (HA) y heno pastura (HP) respectivamente y en el 2013 se incorporó la categoría de silaje de sorgo silero (SSS) y de sorgo azucarado (SSA) Las muestras fueron analizadas hasta el año 2011 inclusive, en el laboratorio de Producción Animal del INTA EEA Rafaela y a partir del año 2012 fueron remitidas al Laboratorio de Nutrición Animal TEKNAL SA. Las determinaciones químicas efectuadas en todas las muestras fueron: %MS, %PB, %FDN, %FDA y %cenizas; almidón (para silaje de maíz) adicionándose para los silajes el valor de pH y para SA, SP, SS y SRG el %N-NH₃.

Se evaluaron 4028 muestras correspondientes a diferentes forrajes. La distribución anual de las muestras según el año de evaluación se presenta en la figura 1. Se observa que la cantidad de muestras remitidas aumentó hasta el año 2010 y luego comenzó a disminuir.

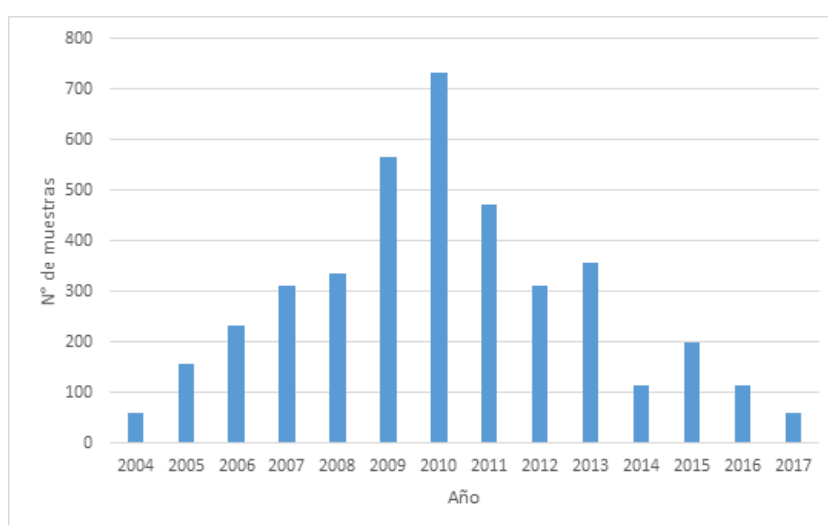


Figura 1. Evolución de la cantidad de muestras según el año de evaluación.

Como se puede observar en la Figura 2, la proporción de silajes siempre fue superior a la de henos, en el año 2016 se recibió 1 muestra de heno de pastura y ninguna en el 2017.

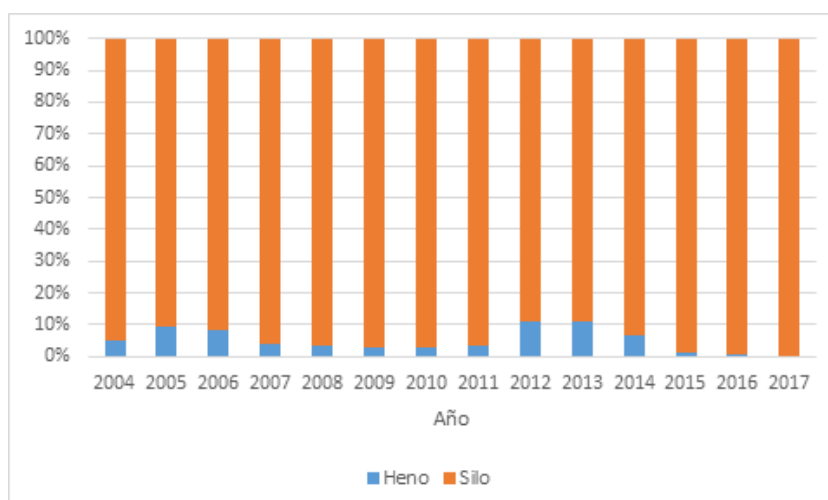


Figura 2. Relación de la proporción de silajes y henos evaluados según el año.

Análisis estadístico

A todas las bases de datos consideradas se les aplicó el siguiente procedimiento:

- i. Se construyeron los diagramas de tallo y hoja para determinar distribución de los datos y señalar valores raros.
- ii. Se limpió la base en función de la presencia de valores raros.
- iii. A la base depurada se realizó:
 - a. Estadísticas descriptivas generales por parámetro composicional.
 - b. Estadística descriptivas y gráficos de evolución a través de los años de evaluación
 - c. Gráficos de relación entre variables

Todos los procedimientos estadísticos se realizaron con el sistema R (2016) utilizando los paquetes: car (2011), extremevalues (2010), psych (2017) y pastecs (2014).

Forrajes evaluados

Se evaluaron los siguientes forrajes:

1. Silajes:

- a. *Silaje de maíz*: esta base fue dividida en dos categorías según su contenido de materia seca,
 - i. Menos de 25% MS (232 muestras, observadas en los años 2004 a 2016).
 - ii. 25% o más de MS (1821 muestras, observadas en los años 2004 a 2017).
- b. *Silaje de sorgo*: estos se clasificaron en:
 - i. Silo de sorgo azucarado.
 - ii. Silo de sorgo sudan.
 - iii. Silo de sorgo forrajero.
- c. *Silaje de alfalfa*.
- d. *Silaje de cereales de invierno*.
- e. *Silaje de pastura*: en este grupo se contempló todas aquellas pasturas que pudieran o no tener alfalfa, pero que en su composición contaban por lo menos con un elemento de composición diferente a la misma.
- f. *Silaje de raigrás anual*.
- g. *Silaje de soja*.
- h. *Silaje de sorgo granífero*.

2. Henos:

- a. *Heno de pastura*.
- b. *Heno de alfalfa*.

RESULTADOS

1. Silajes

Son 10 las categorías de silajes consideradas en el concurso, y la proporción de las mismas varió según el año. En la figura 3 se presentan cuáles fueron los ensilajes evaluados y su proporción según el año.

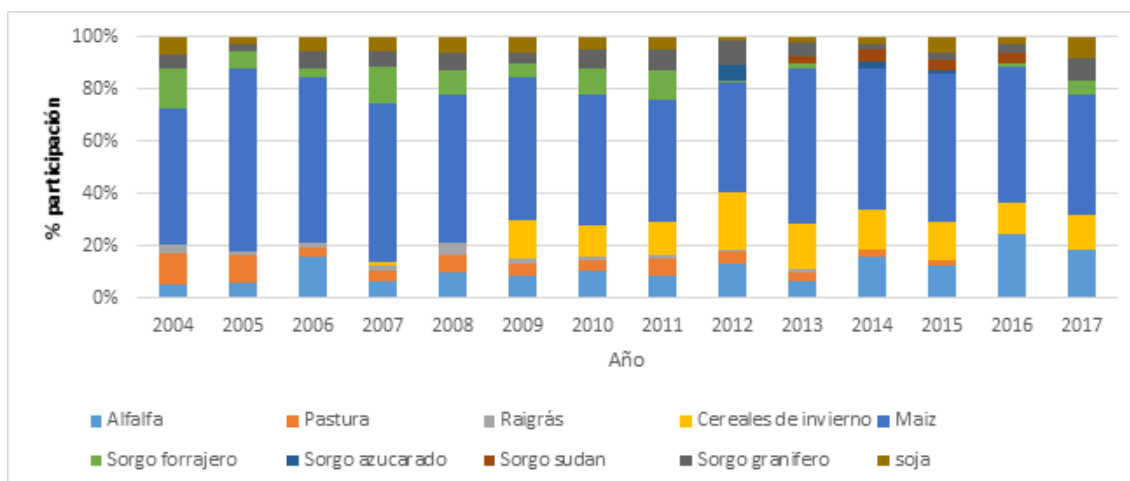


Figura 3. Categorías de silajes evaluadas y su proporción según el año.

La categoría de silaje de maíz ha sido la que más muestras (2052) presentó en los diferentes años evaluados; los ensilajes cereales de invierno (413) tuvieron una muy buena participación a pesar de haberse incorporado recién en el año 2009.

a. Silo de maíz:

i. Menos de 25% MS

En la tabla 1 se presentan las características básicas de la base evaluada, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

Tabla 1. Características básicas de la base evaluada de SM con <25%MS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	203	3,38	4,30	0,92	3,76	3,77	0,03	0,19	0,05
N-H3/NT%	3	7,57	8,95	1,38	7,62	8,05	1,94	0,78	0,10
MS%	203	18,25	24,95	6,70	23,39	22,90	0,23	1,66	0,07
PB%	196	5,02	12,21	7,19	9,10	8,99	0,22	1,54	0,17
FDN%	196	43,17	64,11	20,94	53,23	53,14	0,62	4,39	0,08
FDA%	196	21,64	35,70	14,06	28,46	28,36	0,39	2,78	0,10
Cenizas%	196	4,75	10,72	5,97	7,44	7,56	0,17	1,21	0,16
LDA%	33	1,58	7,25	5,67	5,59	5,14	0,47	1,33	0,26
Almidón%	33	0,32	21,11	20,79	12,49	11,78	2,10	5,92	0,50

ii. 25% o más de MS

La tabla 2 presenta las características básicas de la base evaluada, con el rango de valores normales hallados para cada variable

Tabla 2. Características básicas de la base evaluada de SM con 25% o más de MS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	1721	3,27	4,49	1,22	3,81	3,83	0,01	0,20	0,05
NH3/NT%	25	3,45	15,35	11,90	7,37	7,96	1,29	3,12	0,39
MS%	1722	25,00	50,08	25,08	32,40	33,23	0,24	5,15	0,15
PB%	1693	4,09	11,73	7,64	7,89	7,91	0,06	1,23	0,16
FDN%	1693	26,44	63,54	37,10	47,44	47,13	0,29	6,16	0,13
FDA%	1693	14,78	34,04	19,26	23,92	24,11	0,14	3,03	0,13
Cenizas%	1693	2,81	10,00	7,19	6,15	6,26	0,05	1,15	0,18
LDA%	395	1,83	7,21	5,38	5,48	5,04	0,12	1,25	0,25
Almidón%	395	8,80	43,01	34,21	26,19	25,88	0,61	6,18	0,24

Los valores que figuran en la Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes publicada por INTA en 2008 son: %MS: 32,54 %PB: 8,05; %FDN 46,14, %FDA 29,06, %cenizas 7,18; %LDA 4,51; como se puede observar la mayor diferencia se encuentra en el %FDA y en el de cenizas que son inferiores en las muestras concursadas, lo que indicaría una mayor digestibilidad de las muestras evaluadas.

Cuando se comparan los silajes con menos de 25% MS vs los de más de 25%, se puede observar que cuando se cosecha con más MS en la planta se mejoran los valores de FDN (53,14 vs 47,13), FDA (28,36 vs 24,11) y el contenido de almidón (11,78 vs 25,88) lo que los hace más digestibles y es de esperar también de lograr un mayor consumo y respuesta animal.

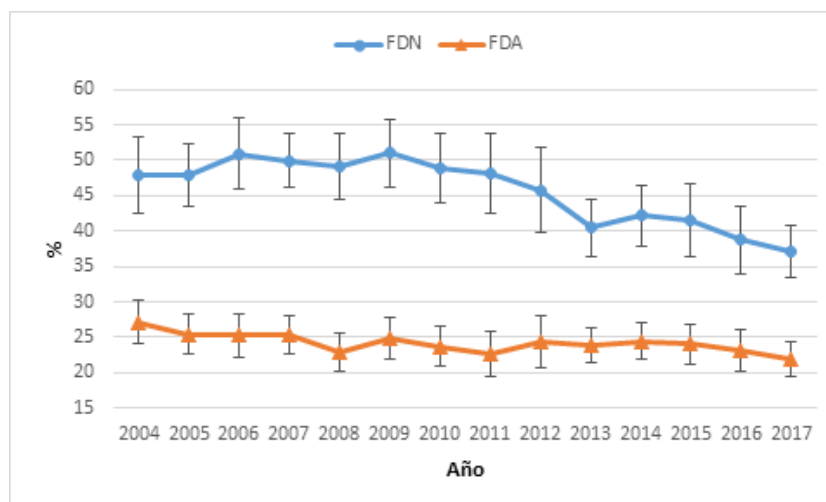


Figura 4. Evolución del porcentaje de FDN y FDA de silajes con más de 25%MS a lo largo de los años.

En la figura 4 se puede visualizar una disminución de los valores de FDN y FDA, lo que implica un aumento de la digestibilidad y de la energía de los mismos. Si bien se mejora la calidad en los últimos años hay que tener presente también que hay menos muestras analizadas lo cual puede indicar que los que enviaban muestras al concurso eran productores que estaban interesados y que aplicaban muy bien las técnicas del ensilado.

Un hecho relevante en la evolución de este cultivo, es que en busca de mayor seguridad agronómica, a lo largo del periodo 2004-2017 se observó una tendencia al incremento de participación

de cultivos de siembra tardía. Otro punto, es que a medida que se avanzó con el concurso, se evolucionó en el quebrado de los granos, recalcando que en las últimas ediciones la mayoría de las muestras recibidas se destaca la presencia de granos quebrados, fundamentalmente en aquellas que superaban el 35% de MS y presentaban mayor porcentaje de endosperma duro en sus granos. También se observó una variación del tamaño de picado según condiciones de MS, con un picado más largo en las muestras cercanas al 30% y uno más pequeño cuando se acercaban al 40%, lo que es un indicador del buen manejo que se está efectuando al momento de efectuar el picado.

b. Silo de sorgo:

La variabilidad genética y la composición que presenta el sorgo es muy amplia y por eso en el concurso siempre se analizaron por separado.

i. Silo de sorgo azucarado:

Es esta base no se sacaron valores raros dada la escases de información con la que se contaba por lo cual se hizo una descripción general de los mismos. En la tabla 3 se presentan las estadísticas descriptivas.

Tabla 3. Características básicas de la base evaluada de SSA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	21	3,67	5,54	1,87	4,65	4,49	0,23	0,51	0,11
MS%	22	19,00	46,00	27,00	32,00	31,90	3,01	6,78	0,21
PB%	22	3,64	11,53	7,89	5,97	6,18	0,77	1,74	0,28
FDN%	22	38,26	67,71	29,45	48,94	50,71	3,45	7,78	0,15
FDA%	22	21,99	42,92	20,93	29,39	30,51	2,39	5,39	0,18
Cenizas%	22	4,82	8,32	3,50	6,62	6,67	0,38	0,85	0,13
LDA%	6	2,84	6,94	4,10	5,55	5,23	1,49	1,42	0,27

ii. Silo de sorgo sudan:

Los datos de este forraje fueron escasos en el período de evaluación por lo cual se muestra la totalidad de los mismos sin la eliminación de valores raros. La tabla 4 presenta las estadísticas descriptivas de los mismos.

Tabla 4. Características básicas de la base evaluada de SSS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	27	3,55	4,69	1,14	3,93	4,01	0,13	0,32	0,08
MS%	27	21,70	38,20	16,50	33,67	33,18	1,52	3,83	0,12
PB%	27	3,81	9,70	5,89	6,22	6,50	0,65	1,65	0,25
FDN%	27	36,80	60,78	23,98	47,11	47,05	2,59	6,55	0,14
FDA%	27	26,20	39,61	13,41	31,60	31,36	1,48	3,73	0,12
Cenizas%	27	3,31	8,37	5,06	5,16	5,34	0,57	1,44	0,27
LDA%	27	4,37	7,70	3,33	5,86	5,79	0,27	0,69	0,12

Entre los silajes de sorgo azucarado y de tipo sudan no visualizan grandes diferencias en los valores de calidad.

iii. Silo de sorgo forrajero:

Esta base estaba conformada por 258 registros a través del período de evaluación. Se observaron 31 muestras que presentaban registros en alguna de las variables con valores raros.

En la tabla 5 se presentan las estadísticas descriptivas que permiten caracterizar a este forraje.

Tabla 5. Características básicas de la base evaluada de SSF, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	227	3,40	4,50	1,10	3,83	3,86	0,03	0,21	0,05
MS%	227	18,46	39,47	21,01	27,80	27,78	0,55	4,24	0,15
PB%	223	3,84	11,11	7,27	7,00	7,17	0,20	1,50	0,21
FDN%	223	46,52	71,40	24,88	57,92	58,02	0,60	4,55	0,01
FDA%	223	21,78	42,50	20,72	32,00	32,34	0,50	3,81	0,12
Cenizas%	222	4,11	13,01	8,90	8,76	8,86	0,22	1,66	0,19
N-H3/NT%	7	4,35	9,00	4,65	6,67	6,71	1,64	1,78	0,27
LDA%	9	3,93	7,04	3,11	5,36	5,53	0,92	1,20	0,22

En la figura 5 se presenta la evolución del porcentaje de FDN Y FDA en el silaje de sorgo forrajero a lo largo de los años.

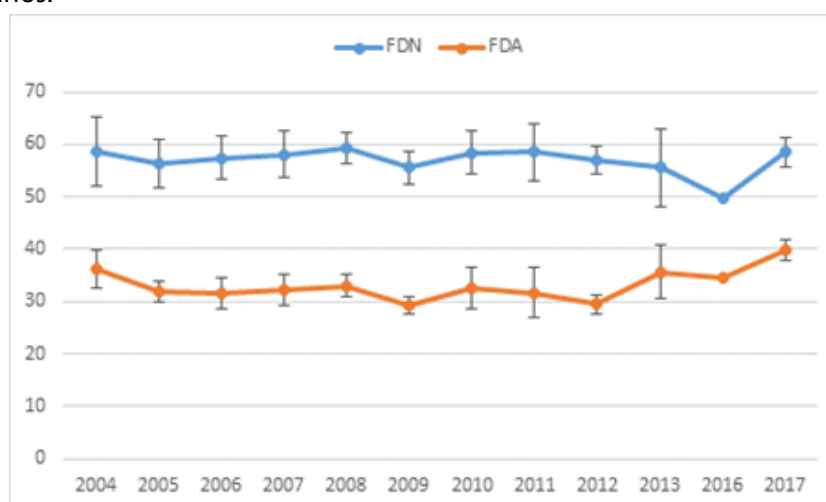


Figura 5. Evolución del porcentaje de FDN y FDA en silaje de sorgo forrajero a lo largo de los años.

En esta categoría no se observó ningún cambio en los valores de FDN y FDA durante los años analizados.

c. Silaje de alfalfa:

Los datos correspondientes a las estadísticas descriptivas de este forraje se presentan en la tabla 17.6. Se partió de una base con 395 registros, a los cuales se les determinó la presencia de valores raros, descartándose 55 datos. El número final de observaciones varió de una variable a otra debido a la presencia de valores faltantes en alguno de ellos. En la tabla 6 se presentan las estadísticas descriptivas.

Tabla 6. Características básicas de la base evaluada de SA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	340	3,77	5,64	1,87	4,68	4,70	0,04	0,34	0,07
N.H3/N%.	322	1,20	20,86	19,66	9,49	9,75	0,41	3,73	0,38
MS%	341	15,42	64,85	49,43	37,20	37,85	0,99	9,33	0,25
PB%	335	11,38	27,30	15,92	19,41	19,67	0,33	3,04	0,15
FDN%.	336	27,21	58,86	31,65	44,41	44,07	0,69	6,50	0,15
FDA%	336	21,34	44,20	22,86	31,89	32,13	0,47	4,37	0,14
Cenizas%	336	7,01	16,03	9,02	10,90	11,10	0,18	1,72	0,15
LDA%	58	5,90	9,81	3,91	7,91	7,94	0,25	0,99	0,12

En los silajes de alfalfa evaluados si bien el porcentaje de PB es bueno es importante destacar el rango que existe para este parámetro (15,92) lo que demuestra que existió una gran variabilidad en las muestras remitidas.

En la figura 6 se indica la evolución a través de los años de los valores de FDN y FDA de los silajes de alfalfa evaluados.

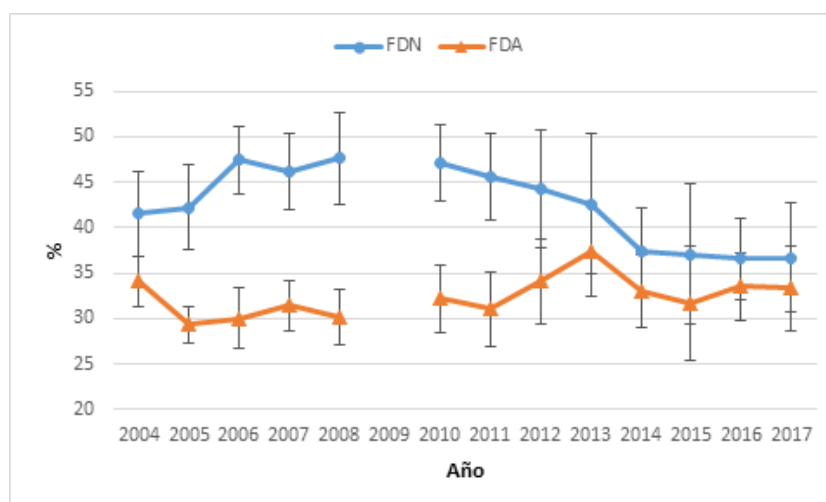


Figura 6. Evolución a través de los años de los valores de FDN y FDA en los silajes de alfalfa evaluados.

En este caso como se observa en el gráfico en el periodo 2004 – 2008 hay un aumento en el porcentaje de FDN manteniéndose bastante constante la FDA. Mientras que el ciclo 2010 – 2017 la FDN mejora notablemente mientras que la FDA si bien es estable es un poco superior al periodo antes mencionado.

En la Figura 7 se presenta la evolución del contenido de PB de los silajes de alfalfa.

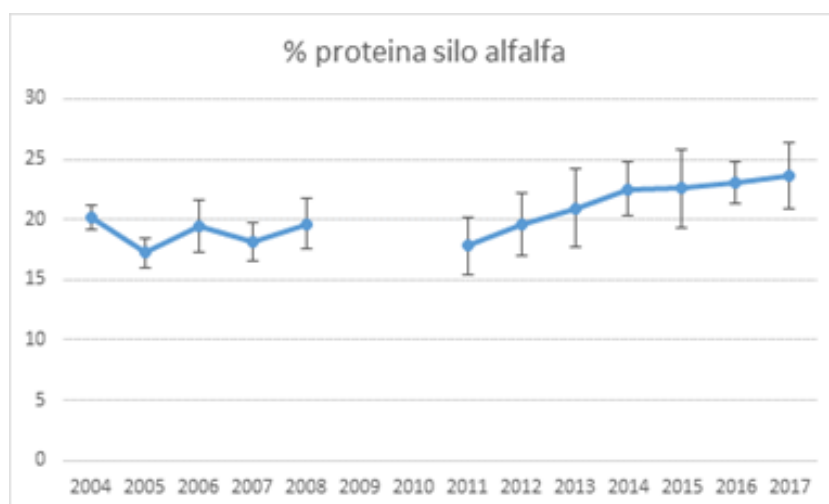


Figura 7. Evolución anual del contenido de PB en silajes de alfalfa.

Como ocurrió para la FDN y FDA en el caso de la proteína en el periodo 2004 – 2008 estos valores fueron constante, alrededor de 20% de PB, en el ciclo 2011 – 2017 se notó un incremento sustancial en los valores de este parámetro, aun cuando se partió de un valor más bajo 17 – 18 %.

Ya se ha expresado en el capítulo 11 que un factor fundamental a tener en cuenta para la confección de estos silos es la época del año. En este sentido se destaca que la mayoría de las muestras fueron confeccionadas entre octubre y noviembre debido a que en esta época la concentración de azúcares es alta y el desarrollo de bacterias ácido lácticas se ve favorecido por las condiciones ambientales (en estos meses se tienen 24 horas de secado lo que permite un buen desarrollo bacteriano).

Entre los puntos negativos se destaca que aunque se obtuvieron silos de muy alta calidad nutricional, estos poseían un elevado porcentaje de Cenizas, lo que indica gran presencia de tierra en el material picado a ensilar. Debe procurarse cortar con máquinas de gran ancho de labor y pasturas de buen volumen, tratando de evitar al máximo el uso de rastrillos estelares. En el caso de necesitar aumentar el volumen de la andana se debe recurrir a herramientas que no se accionan al contacto con el suelo como son los rastrillos giroscópicos, o bien los desplazadores de andanas montados en las máquinas segadoras.

d- Silaje de cereales de invierno:

Se parte de una base de 411 muestras evaluadas de las cuales se conservaron 363 por la presencia de valores raros en los distintos componentes del silaje. En la tabla .7 se presentan las estadísticas descriptivas de las mismas.

Tabla 7. Características básicas de la base evaluada de SCI, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	363	3,600	5,110	1,510	4,090	4,157	0,031	0,297	0,071
NH3/NT%	356	0,500	22,800	22,300	8,950	9,850	0,437	4,189	0,425
MS%	363	19,500	57,320	37,820	35,600	36,482	0,745	7,219	0,198
PB%	358	3,680	15,600	11,920	9,400	9,535	0,230	2,212	0,232
FDN%	358	36,800	66,900	30,100	50,360	51,000	0,681	6,552	0,128
FDA%	358	19,860	47,900	28,040	29,195	30,437	0,601	5,784	0,190
Cenizas%	358	3,750	15,380	11,630	8,430	8,885	0,246	2,366	0,266
LDA%	45	3,560	6,620	3,060	4,560	4,710	0,248	0,827	0,176

En el caso de los cereales de invierno, fundamentalmente en cebada, se observa una evolución a realizar el corte en forma directa en el estadio de grano lechoso, respecto a realizar un corte con preoreo en hoja bandera, dado que se obtiene un considerable volumen de materia seca, sin perder la palatabilidad.

e. Silaje de pastura:

Se parte de una base de 183 registros, en los cuales se contemplan pasturas que pueden o no contener alfalfa en diferentes niveles. De los mismos una vez detectados los valores raros, se presentan las estadísticas descriptivas para este forraje en la tabla.8. No se consideró la variable % LDA, dado que la misma presentaba en este forraje un solo valor.

Tabla 8. Características básicas de la base evaluada de SP, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	160	3,67	5,64	1,97	4,52	4,52	0,06	0,41	0,09
N-NH3/NT%	157	2,00	19,91	17,91	9,50	9,49	0,52	3,31	0,35
MS%	160	21,30	59,36	38,06	35,43	36,23	1,30	8,35	0,23
PB%	158	4,81	28,10	23,29	16,34	16,32	0,74	4,72	0,29
FDN%	159	32,74	63,28	30,54	50,32	49,89	1,13	7,19	0,14
FDA%	159	21,98	43,81	21,83	33,00	32,86	0,67	4,30	0,13
Cenizas%	158	5,90	22,47	16,57	11,73	12,43	0,52	3,31	0,27

f. Silaje de raigrás anual:

Para este forraje durante el período de evaluación se tienen pocas muestras (64). Igualmente, al hacer el control de valores raros, se presentan un número importante (17) lo que reduce casi un 28% la base bajo estudio.

Los datos de las estadísticas descriptivas de cada parámetro composicional evaluado se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Características básicas de la base evaluada de SRGA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	47	3,68	4,61	0,93	4,12	4,13	0,06	0,22	0,05
N-NH3/NT%	47	4,08	13,90	9,82	7,51	8,13	0,74	2,54	0,31
MS%	47	21,33	47,94	26,61	34,09	34,49	1,84	6,26	0,18
PB%	47	6,21	19,16	12,95	11,63	11,57	0,80	2,73	0,24
FDN%	47	43,38	63,64	20,26	53,95	53,75	1,39	4,73	0,09
FDA%	47	22,86	37,90	15,04	32,60	32,06	1,07	3,66	0,11
Cenizas%	47	8,01	15,20	7,19	11,72	11,51	0,49	1,66	0,14

Los datos promedios de la Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes: %PB 12,0; %FDN 49,33; %FDA 25,59; % cenizas 12,11 indican en promedio que los silaje concursados fueron de calidad inferior a la media.

g. Silaje de sorgo granífero:

Para este forraje se parten de 229 observaciones relevadas entre los años 2004 y 2017. Se determinan la presencia de 24 muestras con valores raros. Las estadísticas descriptivas se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Características básicas de la base evaluada de SSG, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
pH	205	3,50	4,83	1,33	3,94	4,00	0,039	0,282	0,070
NH3NT	4	6,93	9,68	2,75	7,60	7,95	1,924	1,209	0,152
MS	205	20,19	43,73	23,54	31,56	31,67	0,617	4,480	0,141
PB	202	3,40	10,81	7,41	6,95	7,23	0,209	1,506	0,208
FDN	202	40,30	66,90	26,60	54,87	54,87	0,728	5,247	0,096
FDA	202	21,52	39,59	18,07	30,25	30,25	0,508	3,664	0,121
cenizas	202	4,25	12,23	7,98	8,60	8,48	0,239	1,722	0,203
LDA	27	4,86	7,42	2,56	6,04	5,99	0,255	0,645	0,108

Si comparamos los promedios obtenidos con los que figuran en la Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes (2008) los promedios de %PB; de FDA, de LDA y cenizas son menores a los que figuran en tabla (8,43, 35,56, 10,03 y 9,66% respectivamente) y el %FDN es mayor (54,16); valores que indican que en promedio los silajes enviados al concurso son de calidad ligeramente superior al promedio zonal, particularmente por los contenidos de FDA, LDA y cenizas.

Se observa en las muestras evaluadas la decisión de picar en estado de grano pastoso evitando su práctica en estadios más tardíos para evitar la aparición de granos en las heces con un menor almacenamiento de materia seca. Si bien se presentaron muestras de silos con mayor proporción de materia seca, muy pocas de estas presentaban sus granos quebrados, siendo que esta práctica del craqueado particularmente en el sorgo aumenta la digestibilidad en el rumen y esto es clave para lograr una alta conversión a leche y para cosechar lotes.

g- Silaje de soja:

Se parte de una base de 181 datos de silaje de soja relevados durante todo el período. Por la presencia de valores raros se descartan para el análisis 35 muestras. Las estadísticas descriptivas se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Características básicas de la base evaluada de SS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV	N
pH	146	4,10	5,58	1,48	4,83	4,82	0,05	0,09	0,31	0,06
NH3NT	141	1,80	27,94	26,14	10,93	12,00	0,79	22,31	4,72	0,39
MS	146	21,71	46,49	24,78	30,89	31,69	0,95	34,04	5,83	0,18
PB	139	9,40	22,05	12,65	16,86	16,40	0,44	6,76	2,60	0,16
FDN	140	35,69	59,70	24,01	47,71	47,29	0,77	21,05	4,59	0,10
FDA	140	25,56	44,22	18,66	33,41	33,52	0,65	14,93	3,86	0,12
cenizas	140	3,60	15,65	12,05	10,11	9,98	0,43	6,68	2,58	0,26

Lo que sobresale de estos datos es el amplio rango que existe en el porcentaje de MS (24,78) y en los valores de PB (12,65), FDN (24,01) y FDA (18,66).

Recordar que esta especie es una leguminosa con bajo contenido de azúcar, siendo esta una restricción importante que determina que sea más dificultosa su conservación, pero brinda un altísimo contenido de proteína bruta, con una muy buena producción de materia seca.2. HENOS

Dentro del rótulo de henos solo se consideraron los rollos, ya que fardos fueron muy pocas las muestras evaluadas (25) y las mismas se hicieron hasta el 2008. De esta fecha en adelante no hubo más muestras en el concurso.

2. Henos:

a. Heno de pastura:

Dentro de esta categoría dada la diversidad de pasturas consideradas (diferente incorporación de alfalfa) y a la escasez de datos de las mismas (solo 25 muestras) se presentan las estadísticas descriptivas sin discriminar por presencia de valores raros.

Tabla 12. Características básicas de la base evaluada de HP, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
MS%	25	34,02	97,44	63,42	89,83	87,71	4,83	11,71	0,13
PB%	25	3,39	23,06	19,67	16,90	15,97	1,70	4,11	0,26
FDN%	25	40	69,10	29,10	53,30	52,81	3,28	7,96	0,15
FDA%	25	21,76	42,60	20,84	31,30	32,10	2,35	5,70	0,18
Cenizas%	25	4,54	11,99	7,45	9,12	9,07	0,82	1,98	0,22

b. Heno de alfalfa:

Se partió de 178 muestras de heno de alfalfa, relevadas desde 2004 hasta 2015. Se eliminaron 20 muestras por presencia de valores raros en algunos de los parámetros analizados. En la tabla 13 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables bajo estudio.

Tabla 13. Características básicas de la base evaluada de HA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

	N	Min	Max	Rango	Mediana	Media	CI,mean,0,95	DE	CV
MS%	158	84,03	96,02	11,99	90,45	90,37	0,40	2,56	0,03
PB%	158	13,62	26,78	13,16	20,26	20,15	0,40	2,55	0,13
FDN%	158	31,68	59,00	27,32	44,77	45,13	0,89	5,65	0,13
FDA%	158	19,90	43,80	23,90	31,02	31,22	0,76	4,83	0,15
Cenizas%	157	7,81	13,56	5,75	10,32	10,47	0,18	1,11	0,11

Si comparan los henos de pastura y de alfalfa la gran diferencia se indica en los valores medios de PB 15,97% y 20,26% para heno de pasturas y alfalfa, respectivamente.

En el caso de los henos de alfalfa, si bien son el recurso de conservación de forrajes más antiguos y utilizado en la Argentina, históricamente la calidad de los henos fue muy baja por el uso de maquinaria de corte inapropiada (hélices), corte con niveles avanzados de floración, rastrillado a más de 8 km/h y niveles de humedad inferiores al 30%, deficiente control de malezas y plagas y su mal almacenamiento a la intemperie.

Actualmente el heno de alfalfa además de ser considerando una fuente de fibra "clave", se revalorizó como fuente de proteína de alta calidad al ser incluido como parte de la ración que se prepara y suministra con los acoplados mixer. Al cosechar la alfalfa con abundante hoja, se transforma en un insumo de alto valor proteico, disminuyendo la necesidad de aportar proteína extra con otros alimentos más caros. Cuando el heno es de mala calidad limita la capacidad de consumo de un animal que se refleja en una caída de la producción.

CONSIDERACIONES FINALES

El alimento por su costo es la base de la producción, por lo que estos parámetros de calidad que se observan en cada una de las categorías responden a un nuevo paradigma que posiciona a la lechería frente a un cambio tecnológico, donde la producción de los distintos forrajes conservados elaborados en los establecimientos propios debe ser la máxima por hectárea, pero elaborada bajo estrictos parámetros de calidad nutricional.

Las 14 ediciones del Concurso de Forrajes Conservados realizados por técnicos de INTA y de la actividad privada en el marco de Mercoláctea fueron testigos de la calidad de alimentos que pueden alcanzar productores y contratistas de nuestro país, basándose en el profesionalismo que demanda hoy la confección de reservas para lograr una mayor respuesta productiva (litros de leche y kilos de carne/kg MS), pero con una alta eficientización de los costos (\$/Kg MS de alimento).

Como se expresó anteriormente, la información presentada tiene el objetivo de dejar registrado y mostrar que sucede a nivel de productor con la calidad de los forrajes conservados producidos durante el periodo 2004-2017, siendo la misma una base para ser utilizada como indicador de la calidad de henos y silajes de diferentes especies en la formulación de raciones para el ganado.

Se agradece el trabajo y el aporte de todos los técnicos que participaron como jurado en las distintas ediciones a lo largo de estos 14 años (Gallardo, Miriam; Gaggiotti, Mónica; Zubizarreta, Javier; Bargo, Fernando; Baudino, Juan; Colombato, Darío; Oddino, Carlos; Wawrzkiwicz, Marisa; Clemente, Gustavo; Monje, Juan; De Leon, Marcelo; Sánchez, Federico; Urrets Zavalía, Gastón; Bertino, Diego y Auil, Martín)

BIBLIOGRAFIA

- JOHN FOX AND SANFORD WEISBERG. 2011. An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>
- M.P.J. VAN DER LOO. 2010. Distribution based outlier detection for univariate data, Discussion paper 10003, Statistics Netherlands, The Hague. Available via www.cbs.nl, or www.markvanderloo.eu
- PHILIPPE GROSJEAN AND FREDERIC IBANEZ .2014. pastecs: Package for Analysis of Space-Time Ecological Series. R package version 1.3-18. <https://CRAN.R-project.org/package=pastecs>
- R CORE TEAM. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- REVELLE, W. 2017. Psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 1.7.5.

NOTA: Este trabajo fue publicado en: Manual Técnico de Forrajes Conservados Capítulo 17: Aspectos relacionados a la maquinaria de alimentación y al manejo nutricional. (6. Anexo primero: Concurso nacional de forrajes conservados)

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA SILAJE: FECHAS Y CALIDADES

Romero, L.; Cuatrin, A.; Gaggiotti, M.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
romero.luis@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El silaje de maíz cumple un rol fundamental en los sistemas lecheros dada su elevada producción de materia y su alta calidad, se puede decir que su rol primordial es el de permitir mantener y aumentar la carga animal y balancear las dietas por su aporte de fibra y energía principalmente.

A la hora de decidir que híbrido de maíz sembrar para destinar a ensilar, por lo general se dice y se afirma que el mejor maíz para silaje es aquel que mayor cantidad de grano produce, actualmente en el mercado se están ofreciendo otros tipos de híbridos. Hoy se puede optar por maíces granífero, doble propósito los cuales producen mucho grano, pero si este no es muy abundante la mejor calidad del resto de la planta la puede compensar, están los maíces Nervadura Marrón, que poseen un gen que hace disminuir el contenido de lignina, aumentando la digestibilidad del tallo principalmente, y los maíces Nutridense con mayor calidad de grano (mayor energía). Por otro lado, existe un uso cada vez mayor de la siembra de maíces tardíos como complemento de las tempranas con lo cual se busca asegurar una mayor estabilidad en la oferta de forraje y además poder utilizar diferentes secuencias de cultivo para aportar más biomasa al sistema. La finalidad de este trabajo fue evaluar el efecto del híbrido y de la fecha de siembra sobre la producción y calidad de la materia seca producida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la EEA Rafaela del INTA sobre un suelo *Argiudol típico*, serie Rafaela, durante las campañas 2012/2013, 2013/2014 y 2014/2015. Se evaluaron 8 híbridos que representaban cuatro tipos de maíces 1) *granífero*, (DK 7210 VT, DK747 VT3P) 2) *doble propósito*, (DUO560 HX, KM4360 AS-G, NK900 TD MAX, PAN 5E-203), 3) *Nervadura marrón* (BMR126 HX), y 4) *Nutridense* (NUTRIDENSE MAX NDS). Los mismos fueron evaluados en dos épocas de siembra; temprana (setiembre – octubre) y tardía (diciembre – enero). La siembra se realizó en directa, en surcos a 52 cm con una densidad de 75.000 plantas/ha, se fertilizaron a la siembra con 25 kg de N y luego a la emergencia con 50 kg/ha bajo la forma de urea. Se efectuó el control de malezas previa a la siembra con glifosato y en pre-emergencia con atraziana (4 l/ha).

La cosecha se realizó cuando los híbridos tenían alrededor de 33% de MS (grano pastoso), determinándose altura de planta (cm), producción de materia verde (kg/ha), porcentaje y producción de materia seca (kg/ha), composición de la planta sobre base seca (%) tallo, hoja y espiga, calidad de la planta entera y de sus componentes; porcentaje de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA).

Se realizó un análisis de la varianza para determinar si la interacción cultivar X ambiente era estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$). A partir de este análisis en los casos que la misma estuviera presente se evaluó el parámetro por separado para cada una de ellas.

Para explorar la variabilidad existente entre los cultivares de maíz evaluados se utilizó la aplicación del modelo bilineal de regresión por sitio (SREG), el cual genera un gráfico, denominado biplot, en el que se representa el comportamiento de los cultivares centrado en los diferentes ambientes

o sitios evaluados. Este análisis permite detectar “mega – ambientes” en donde los cultivares tengan el mejor comportamiento estable.

El software estadístico usado fue InfoGen (2016)

RESULTADOS

En la Figura 1 se indican las lluvias producidas, y las temperaturas medias mensuales para las tres campañas evaluadas.

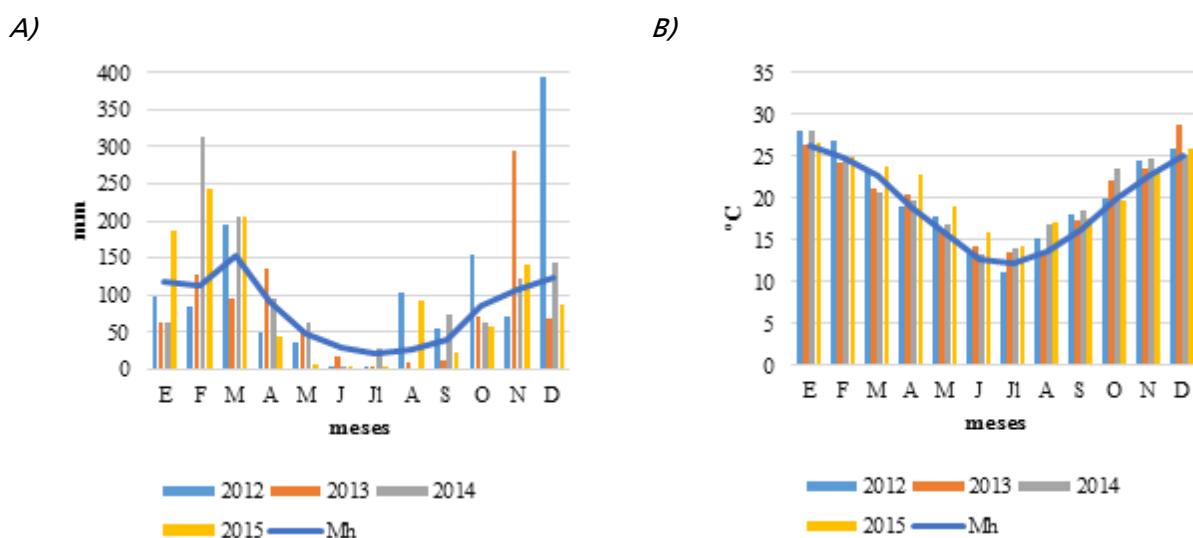


Figura 1. Datos de lluvias (A) y temperaturas medias (B) mensuales para las tres campañas evaluadas.

Se evaluaron seis ambientes que surgieron de la combinación de tres campañas: P12-13, P13-14 y P14-15, con dos épocas de siembra: Temprana (Tem) y Tardía (Tar)

Para todos los parámetros analizados la interacción genotipo ambiente está presente (Tabla 1), por lo cual se puede afirmar que las diferencias que pueden existir entre cultivares no son las mismas en los ambientes evaluados.

Tabla 1. Nivel de significancia de los parámetros evaluados en el análisis de la varianza para los modelos de interacción genotipo – ambiente.

Parámetro	Cultivar	Ambiente	Cultivar X Ambiente
Altura (cm)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
MV (kg/ha)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
MS (%)	0,0090	<0,0001	0,0086
MS (kg/ha)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tallo (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Hoja (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Espiga (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PB	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FDN	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001
LDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001

1. Producción de MS/ha

Dado que la interacción estuvo presente los rendimientos por campaña de los 8 cultivares se presentan en la Tabla 2, indicando cual es la diferencia mínima significativa (DMS) para determinar qué cultivares difieren entre sí. Si bien en promedio todos los híbridos se comportaron en forma similar produciendo entre 16000 a 18000 kg MS/ha, la variación importante se dio entre campañas para el mismo cultivar.

En las siembras tempranas del P12-13 se produjeron rendimientos superiores a la tardía, situación que se invirtió para P13-14. En P14-15 tanto temprana como tardías produjeron rendimientos similares.

Tabla 2. Rendimiento promedio (kg MS/ha) de los ocho cultivares de maíz evaluados en las tres campañas y dos épocas de siembra.

Cultivar	Ambientes						Promedio general
	P12-13-Tem	P12-13-Tar	P13-14-Tem	P13-14-Tar	P14-15-Tem	P14-15-Tar	
BMR126 HX	17092,1	19320,6	15848,7	18904,0	17506,1	17854,3	17754,3
DK 7210 VT	18887,9	15611,5	13592,0	17489,6	18857,9	17525,7	16994,1
DK747 VT3P	19463,9	17256,9	19800,9	14985,8	15160,0	12544,4	16535,3
DUO560 HX	17941,1	17294,8	17014,8	18440,6	19900,0	17514,3	18017,6
KM4360 AS-G	21234,2	14004,8	16579,4	20358,8	17311,8	17465,3	17825,7
NK900 TD MAX	20115,0	13659,4	16987,9	17118,0	15951,3	19577,4	17234,8
NUTRIDENSE MAX NDS	20088,5	20569,2	15147,7	17154,2	16705,8	16271,9	17656,2
PAN 5E-203	16016,4	16591,7	15680,4	15621,6	15782,3	18103,3	16299,3
Promedio general	18854,9	16788,6	16331,5	17509,1	17146,9	17107,1	17289,7
DMS ($\alpha=0.05$)	1934,2	1200,8	2238,8	1872,6	1302,7	1359,3	

En relación al análisis de interacción, en la Figura 2 se muestran los 5 mega – ambientes formados. Respecto del rendimiento MS (kg/ha), los genotipos que se encuentran en los extremos del contorno son aquellos que presentan los rendimientos máximos en esos ambientes.

Para la campaña P13 – 14 Tem se destacó DK747, presentando los menores rendimientos para las campañas P13-14 Tar y P14-15 Tar, como así también la P14-15 Tem. Para estas últimas dos campañas fue el cultivar DK 7210 VT fue la que presentó mayor rendimiento.

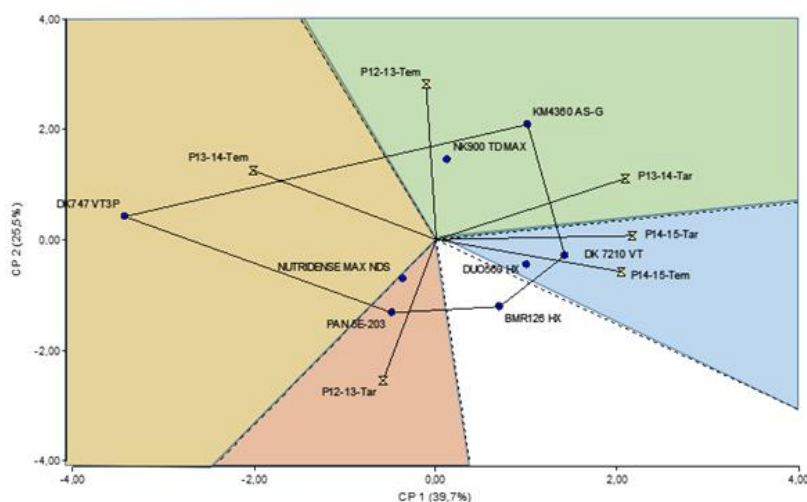


Figura 2. Biplot GG para el rendimiento en Materia Seca de los ocho cultivares de maíz evaluados en los seis ambientes.

2. Espiga

La composición en la espiga fue muy variable en los ambientes analizados y en los híbridos evaluados. Para una misma campaña (12-13) la diferencia en el porcentaje de espiga entre las siembras tempranas o tardías fue del 11,7%. Esta diferencia fue disminuyendo con el paso de los años, igualándose porcentajes en la última campaña (Tabla 3)

Tabla 3. Contenido promedio de espiga (%) de los ocho cultivares de maíz evaluados en las tres campañas y dos épocas de siembra.

Cultivar	Ambientes						Promedio general
	P12-13-Tem	P12-13-Tar	P13-14-Tem	P13-14-Tar	P14-15-Tem	P14-15-Tar	
BMR126 HX	51,8	60,3	41,6	55,0	60,6	56,8	54,4
DK 7210 VT	50,6	63,0	56,2	59,2	59,9	55,9	57,5
DK747 VT3P	51,1	60,2	49,9	59,8	49,0	53,5	53,9
DUO560 HX	47,6	59,6	47,6	60,9	51,7	57,8	54,2
KM4360 AS-G	42,8	64,3	52,2	58,1	59,4	44,3	53,5
NK900 TD MAX	48,8	62,8	55,4	61,7	51,2	46,8	54,4
NUTRIDENSE MAX NDS	48,5	63,9	44,2	56,0	65,9	57,3	56,0
PAN 5E-203	47,9	48,4	52,3	56,1	64,0	48,7	52,9
Promedio general	48,6	60,3	49,9	58,3	57,7	52,6	54,6
DMS ($\alpha=0,05$)	2,1	1,4	5,6	3,0	2,3	2,8	

En P13-14 NK900 TD MAX presentó los valores más elevados caracterizando dicha campaña. Para el resto de los híbridos el comportamiento fue variable según el ambiente evaluado (Figura 3).

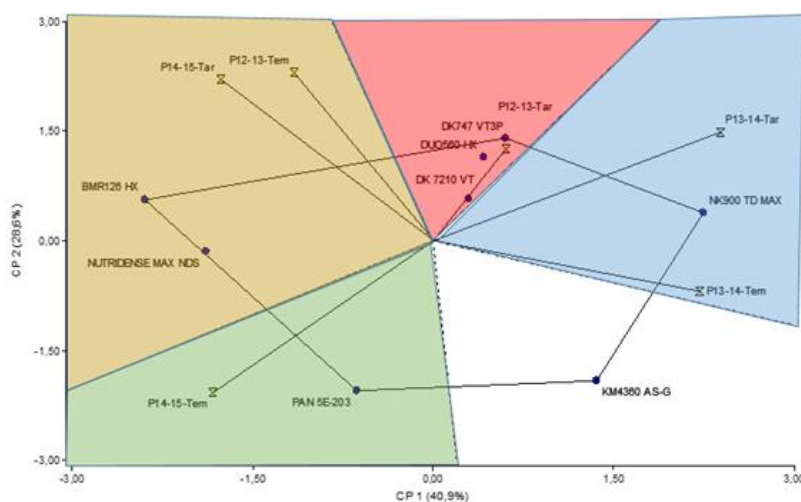


Figura 3: Biplot GG para el porcentaje de espiga en la planta de los ocho cultivares de maíz evaluados en los seis ambientes.

3. Proteína bruta

Dado que la interacción estuvo presente en los contenidos de proteína, los contenidos promedios por ambiente y cultivar se presentan en la Tabla 4. El contenido de proteína presentó diferencias marcadas entre cultivares con valores que oscilan entre 5,0 y 6,9. Esta variación se acentuó más entre los ambientes evaluados variando entre 4,3 y 7,7 de contenido promedio.

Tabla 4. Contenido promedio de proteína bruta (%) de los ocho cultivares de maíz evaluados en las tres campañas y dos épocas de siembra.

Cultivar	Ambientes						Promedio general
	P12-13-Tem	P12-13-Tar	P13-14-Tem	P13-14-Tar	P14-15-Tem	P14-15-Tar	
BMR126 HX	10,3	7,1	8,9	6,3	4,5	4,2	6,9
DK 7210 VT	3,8	6,6	4,7	5,1	6,8	3,4	5,0
DK747 VT3P	4,6	5,9	7,3	5,3	5,8	4,1	5,5
DUO560 HX	3,9	5,5	8,8	4,7	4,4	4,1	5,2
KM4360 AS-G	6,2	6,0	8,7	4,9	6,4	4,2	6,0
NK900 TD MAX	3,9	5,2	9,1	5,8	5,6	4,6	5,7
NUTRIDENSE MAX NDS	7,7	7,1	8,5	5,5	6,2	4,3	6,5
PAN 5E-203	6,2	5,0	5,9	4,5	5,8	5,3	5,5
Promedio general	5,8	6,0	7,7	5,3	5,7	4,3	5,8
DMS ($\alpha=0,05$)	2,2	0,5	0,8	0,6	0,4	0,8	

El cultivar BMR126 HX (Figura 4) es el que presentó los mayores valores en cuatro de los seis ambientes evaluados, destacándose respecto del resto de los cultivares. PAN5E-203 se destacó en P14-15 Tar.

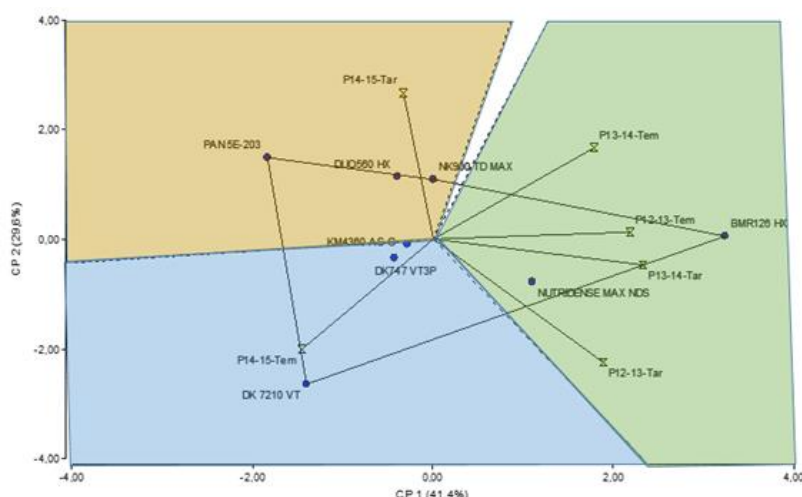


Figura 4. Biplot GG para el contenido de Proteína Bruta de los ocho cultivares de maíz evaluados en los seis ambientes.

4. Fibra

Con respecto al contenido de fibra en sus diferentes componentes, presentaron una alta variabilidad según el cultivar y ambiente evaluado.

Para el caso de la FDN (Figura 5), el cultivar DUO560 HX es el que presenta los mayores contenidos de FDN en 4 de los 6 ambientes evaluados, presentando uno de los menores valores en la campaña P13-14 temprano.

Es marcada la diferencia que se presenta entre ambientes, presentando los valores menores en P13-14 con mayor variabilidad entre cultivares.

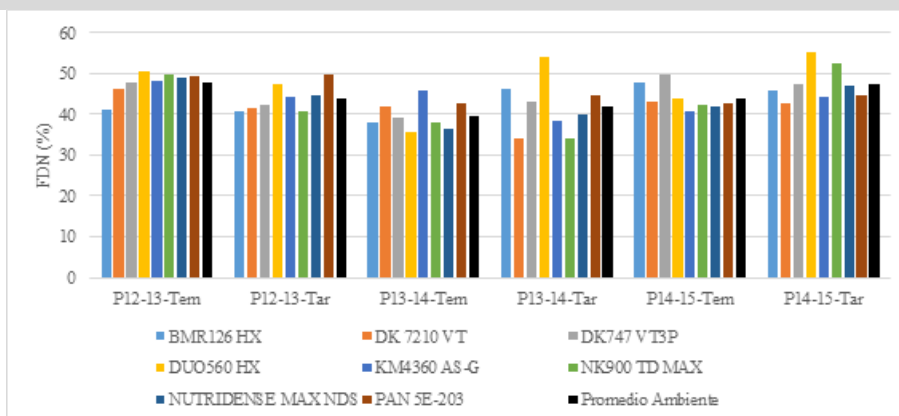


Figura 5. Contenido promedio de FDN (%) de los ocho cultivares de maíz evaluados en las tres campañas, dos épocas de siembra y el promedio general para el ambiente.

El contenido de FDA fue muy variable entre ambientes 16,8 para P13-14 Tem a 24,6 % en P12-13 Tem, por lo cual no hay un cultivar que se destaque respecto de este parámetro.

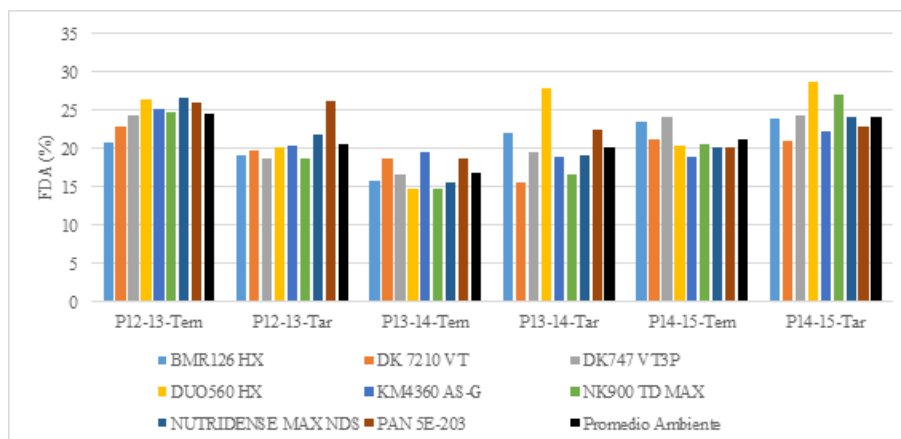


Figura 6. Contenido promedio de FDA (%) de los ocho cultivares de maíz evaluados en las tres campañas, dos épocas de siembra y el promedio general para el ambiente.

Para el caso de la LDA en las primeras dos campañas los contenidos de las siembras tardías fueron marcadamente inferiores a las siembras tempranas. Esta tendencia se revirtió en P14-15 en donde tanto en las siembras tardías como las tempranas se observan valores de LDA similares.

El híbrido NUTRIDENSE MAX NSD fue el que presentó los valores mayores de LDA y el BMR126 HX los menores, respecto de los otros materiales evaluados.

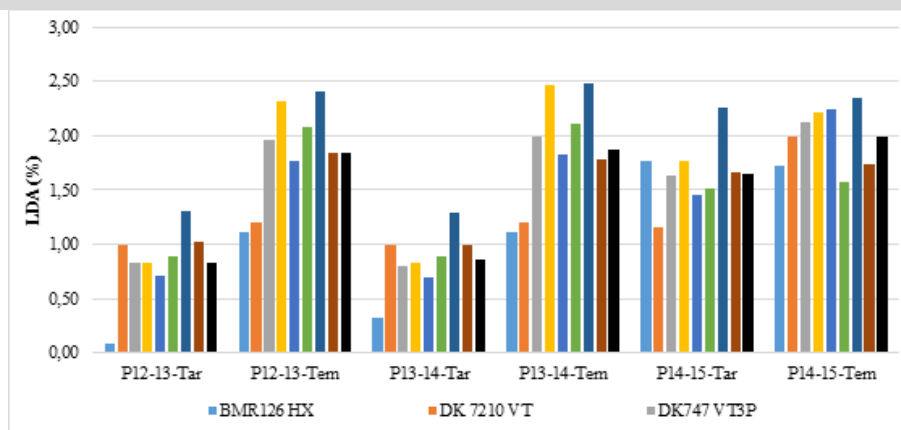


Figura 7. Contenido promedio de LDA (%) de los ocho cultivares de maíz evaluados en las tres campañas, dos épocas de siembra y el promedio general para el ambiente.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de este trabajo indican que se halló una interacción significativa entre los híbridos y la época de siembra para la mayoría de las variables estudiadas, esto nos indican que el comportamiento de los híbridos utilizados es diferente según la época de siembra considerada, dificultando la recomendación de un mismo híbrido para ambas épocas, y que la aplicación de toda la tecnología disponible es lo que permitirá lograr el máximo rendimiento y calidad de la materia seca.

BIBLIOGRAFÍA

BALZARINI M.G., DI RIENZO J.A. InfoGen versión 2016. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.info-gen.com.ar>.

HERBERT, S.; M. HASHEMI; AND S. WEIS. 2010. Planting Date and Hybrid Influence On Corn Silage Yield and Quality. Dept. of Plant, Soil and Insect Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA, 01003, USA.

IBAÑEZ, M.A.; CAVANGH, M.M.; BONAMICO, N.C.; DI RENZO, M.A. 2006. Análisis gráfico mediante biplot del comportamiento de híbridos de maíz. RIA, 35 (3): 83-93. INTA, Argentina.

PUBLICADO: ROMERO, L. y CUATRIN, A. 2017. Evaluación de híbridos de maíz para silaje: fechas y calidades XXV Congreso AAPresid. Kairos Rosario 1 al 4 de Agosto.

PRESENCIA DE MULTITOXINAS FÚNGICAS EN ALIMENTOS PARA GANADO BOVINO DE LA CUENCA LECHERA CENTRAL DE ARGENTINA.

Costamagna, D.A.¹; Gaggiotti, M.C.¹; Michlig, N.³; Chiericatti, C.³; Signorini, M.L.^{1,2}

¹INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina

²CONICET

³Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral
costamagna.dianela@inta.gob.ar.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe preocupación sobre las consecuencias que pueden generar las micotoxinas que se encuentran presentes en los alimentos sobre la salud humana y animal; no es sólo un problema sanitario sino que existen implicancias económicas y comerciales muy importantes que afectan a todos los países. Los alimentos que se utilizan en la alimentación de ganado vacuno presentan niveles preocupantes de contaminación con micotoxinas. Eso afecta la productividad, la salud animal y la calidad de los productos obtenidos. Un relevamiento de alimentos, realizado por Gaggiotti y otros (2014), indica que los mismos tienen un nivel de contaminación considerable, especialmente con las del género *Fusarium*, que es habitual encontrar la presencia conjunta de varias toxinas y que la zearalenona fue la micotoxina que en la mayor cantidad de muestras analizadas superó los límites máximos permitidos en la bibliografía internacional, independientemente del tipo de alimento evaluado (dietas mezcladas, productos y subproductos de la agroindustria, forrajes conservados y pasturas). Las micotoxinas emergentes del género *Fusarium* son compuestos de creciente interés debido a su posible impacto negativo en la salud humana y animal. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la presencia de múltiples micotoxinas, consideradas potencialmente riesgosas para la salud animal y humana, en alimentos utilizados para alimentación de ganado bovino en la cuenca lechera central de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 54 alimentos (silajes, pasturas, productos y/o subproductos de la agroindustria) provenientes de establecimientos lecheros de la cuenca central (provincias de Santa Fe y Córdoba). La metodología empleada para la evaluación de la presencia de micotoxinas fue multi-clase multi-residuo de extracción-partición con acetonitrilo y *clean-up* de extracción en fase sólida dispersiva (método conocido como QuEChERS), seguida de análisis instrumental con cromatografía líquida de alta resolución y espectrometría de masa de triple cuadrupolo UHPLC-MS/MS. Los análisis se realizaron en el Departamento de Análisis de Alimentos y Nutrición de la Facultad de Tecnología de Alimentos y Bioquímica de Praga en el 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 56 toxinas fúngicas que se buscaron, 18 no se encontraron. En promedio, se detectaron 9 toxinas por tipo de alimento con un máximo de 22 y un mínimo de 2, siendo las del género *Fusarium* las de mayor frecuencia de aparición. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Gaggiotti y otros (2014). De las tres micotoxinas más problemáticas para ganado lechero, ZEA fue la de mayor prevalencia, seguida por aflatoxina B₁ (AFB₁) y en menor medida deoxynivalenol (DON) (detectadas en el 96, 20 y 17 % de los alimentos, respectivamente). En ninguna de las muestras de alimentos se encontraron concentraciones de AFB₁ y de DON que superaran los límites permitidos para ganado lechero por Mercosur (AFB₁ >20 ppb) y por la (UE) Unión Europea (DON >1250 ppb). En el caso de la ZEA, el 50% de

las muestras superó las 100 ppb permitidas por la UE, resultados que coinciden con estudios previos en la misma región (Gaggiotti y otros, 2014). Las beauvericinas y eniatinas, micotoxinas emergentes producidas por el género *Fusarium* sp, se encontraron presentes en el 96% y 59% de los casos, respectivamente, resultados coincidentes con lo encontrado por Nichea y otros 2015. En la Tabla 1 se presentan las micotoxinas detectadas, su ocurrencia y las concentraciones medias y máximas encontradas.

Tabla 1. *Números de muestras (n) que se encontraron por debajo del límite de detección (LD), cantidad de muestras que pudieron ser detectadas (D), cantidad de muestras que pudieron cuantificarse (C) y los valores medios y máximos (µg/Kg) de las micotoxinas encontradas.*

Micotoxina	n	n<LD	n>LC	%D/n	%C/n	Media	Máximo
Enniatin B	54	22	2	59.3	3.7	9.2	307.6
Enniatin B1	54	41	6	24.1	11.1	11.4	419.3
Enniatin A	54	47	1	13.0	1.9	2.3	116.7
Enniatin A1	54	40	8	25.9	14.8	9.3	372.6
ErgocornININE	54	53	0	1.9	0.0	0.1	2.9
Ergocrystine	54	53	0	1.9	0.0	0.1	4.6
ErgocristinINE	54	53	0	1.9	0.0	0.0	2.1
Ergocryptine	54	53	1	1.9	1.9	0.1	5.6
Ergosine	54	53	1	1.9	1.9	0.1	3.7
Ergometrine	54	53	0	1.9	0.0	0.1	2.9
Diacetoxyscirpenol	54	50	2	7.4	3.7	1.5	29.1
HT2 Toxin	54	52	0	3.7	0.0	0.6	21.2
T-2 Toxin	54	53	1	1.9	1.9	0.4	19.3
Sterigmatocystin	54	31	23	42.6	42.6	1.8	25.5
15-ADON	54	49	5	9.3	9.3	36.7	1175
Aflatoxin B1	54	43	4	20.4	7.4	1.2	18.8
Aflatoxin B2	54	52	0	3.7	0.0	0.1	1.4
Aflatoxin G1	54	53	0	1.9	0.0	0.1	2.7
Aflatoxin G2	54	53	0	1.9	0.0	0.5	24.5
Citrinin	54	51	3	5.6	5.6	2.8	67.6
Cyclopiazonic A	54	48	6	11.1	11.1	1.7	29.9
Cycophenolic A	54	51	2	5.6	3.7	0.8	21.6
Beauvericin	54	2	46	96.3	85.2	551.2	6364
Roquefortine C	54	52	2	3.7	3.7	4.3	126.6
Fumonisin B1	54	10	40	81.5	74.1	1599	27996
Fuminisin B2	54	18	27	66.7	50.0	464.6	5557
Fumonisin B3	54	26	28	51.9	51.9	151.7	2099
Gliotoxin	54	53	1	1.9	1.9	3.0	162.1
Nivalenol	54	51	1	5.6	1.9	25.6	681.9
Deoxinivalenol	54	45	0	16.7	0.0	14.1	167.4
alfa ZOL	54	47	7	13.0	13.0	46.0	1349
beta ZOL	54	46	6	14.8	11.1	21.5	326.3
Zearalenone	54	2	26	96.3	48.1	413.4	5015
3-ADON	54	49	5	9.3	9.3	10.8	276.3
Alternariol	54	14	29	74.1	53.7	203.1	2857
Alternariolmethylethe	54	4	36	92.6	66.7	54.4	531.3
Tentoxin	54	25	28	53.7	51.9	31.0	174.8
Tenuazonic A	54	44	10	18.5	18.5	457.9	9536

CONCLUSIÓN

Estos resultados demuestran la co-ocurrencia de micotoxinas en un mismo alimento, por lo que deben tenerse en cuenta los posibles efectos sinérgicos antagónicos y/o aditivos de las mismas sobre la salud animal. Si bien la prevalencia de micotoxinas emergentes de *Fusarium* es baja, debe monitorearse en la medida que se intensifiquen los sistemas lechero. El rumen tiene una cierta capacidad natural de detoxificación de micotoxinas, aunque esa capacidad depende del pH ruminal y de la tasa media de pasaje del alimento. Generalmente los animales alimentados en forma más intensiva con una mayor ingesta de nutrientes de alta digestibilidad suelen rendir mayores proporciones y cantidades de ácido propiónico y de ácido láctico llevando esto a un rumen más ácido, con menores tasas de crecimiento de algunos grupos bacterianos que son los que preferentemente procesan y desactivan micotoxinas (Acosta y otros)

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA YAMANDÚ M., MIERES J. M. Y LA MANNA A. 2010. Micotoxinas en alimentos para el ganado: alternativas para la mitigación de efectos adversos y criterios para la utilización segura de alimentos contaminados. http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/actividades/documentos/micotoxinas_alimento_ganado_y_algunos_criterios_utilizacion_alimentos_contaminados_new.pdf
- GAGGIOTTI, M.; CHIERICATTI, C.; BASÍLICO, J.C. Y ROMERO, L. 2014. 37° Congreso Argentino de Producción Animal, Buenos Aires, Argentina. RAPA. Volumen 34/2014/supl. 1
- NICHEA, M J; PALACIOS, S. A.; CHIACCHIERA; S.M.; MICHAEL, S.; RUDOLF; K.; CHULZE; S. N., TORRES, A.M. Y RAMIREZ, M. L. 2015. Presence of Multiple Mycotoxins and Other Fungal Metabolites in Native Grasses from a Wetland Ecosystem in Argentina Intended for Grazing Cattle. *Toxins* 2015, 7, 3309-3329; doi:10.3390/toxins708330

NUEVO ENFOQUE EN LA SUSTENTABILIDAD FORRAJERA: LAS SIMBIOSIS BENÉFICAS. PRIMEROS AVANCES EN TOLERANCIA A SALINIDAD.

Iacopini, M. L.¹; Nagel, B. M.²; Ré, A. E.³; Cuatrin, A. L.¹

¹ INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina.

² Facultad de Ciencias Agrarias – UNL.

³ INTA EEA Concepción del Uruguay
iacopini.maria@inta.gob.ar.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la actividad agrícola de las últimas décadas ha desplazado a la actividad ganadera hacia zonas con mayores restricciones ambientales (Feldkamp, 2011). Dichas restricciones imponen condiciones de estrés abiótico, como falta o exceso de agua, exceso de sales, altas temperaturas o baja fertilidad, las cuales limitan la utilización eficiente de especies forrajeras. La situación planteada genera la necesidad de nuevas tecnologías de pasturas que permitan la intensificación de la producción primaria en ambientes ganaderos tradicionales y, por otro lado, incrementar la producción forrajera en los nuevos ambientes ganaderos dentro de un marco de sustentabilidad agroecológica dada la relativa fragilidad de los mismos.

Una estrategia para cubrir esta necesidad es la generación de material forrajero adaptado (especies, cultivares) a estos ambientes y sistemas productivos, presentando un mayor potencial de producción, estabilidad productiva, persistencia, mayor calidad y/o estacionalidad de la oferta de forraje.

En los esquemas de producción ganadera, el período invernal es sumamente crítico debido a que en este período las pasturas presentan menores tasas de crecimiento, lo cual genera la necesidad de utilizar verdeos de invierno para estabilizar la oferta forrajera a lo largo del año.

El raigrás anual, luego de la avena, es el verdeo de invierno más utilizado en todo el país. Si bien es originario del sur de Europa actualmente está naturalizado en la región pampeana húmeda y en las dos últimas décadas se ha convertido en una especie clave para los sistemas ganaderos de producción de leche y carne que requieren contar con una fuente de alimento alternativa en el período de bajas tasas de crecimiento de las pasturas perennes en invierno (Scheneiter, 2015).

El INTA y la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales han realizado en los últimos años evaluaciones de cultivares de raigrás anual en distintos sitios. Este tipo de evaluaciones en red tienen como objetivo conocer el comportamiento agronómico de los cultivares disponibles, las diferencias productivas entre localidades y el comportamiento diferencial que un cultivar puede expresar en diversos ambientes. La EEA Rafaela participa de dicha Red desde el año 2011 y en la Figura 1 se presentan los promedios anuales de producción estacional y total de todos los materiales evaluados en cada ciclo productivo.

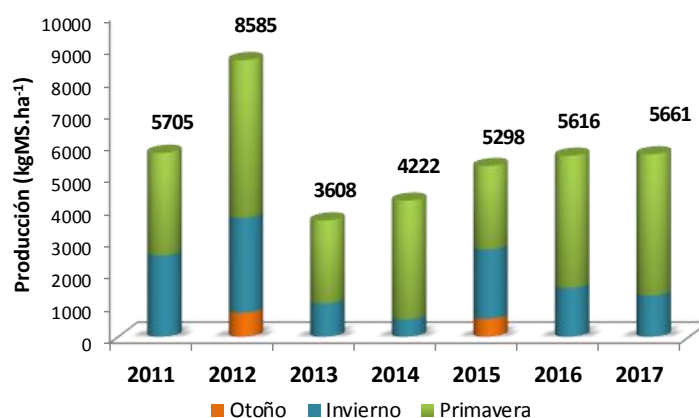


Figura 1. Producción (kgMS.ha^{-1}) total y estacional de raigrás para los diferentes ciclos de evaluación, durante el período 2011-17 (Rafaela). Adaptado: Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás de INTA.

Simbiosis gramínea - endófito

La asociación entre diferentes especies de gramíneas (*Poaceae*) y los hongos endófitos de la familia *Clavicipitaceae* tribu *Balansiae* se hallan ampliamente distribuidas en la naturaleza, como consecuencia de la coevolución entre ambos taxa. Estas asociaciones han sido clasificadas en grupos según la forma de infección del hongo (Bacon y De Battista, 1991) y la expresión de la sintomatología externa de las plantas (White, 1988). Uno de estos grupos, el denominado Tipo 3 (White, 1988) se caracteriza porque el hongo sólo se transmite en forma asexual a través de la semilla (transmisión vertical), carece de ciclo sexual y la planta infectada no presenta síntomas externos. El género representativo del grupo es *Neotyphodium* Glenn, Bacon y Hanlin (=Acremonium Link Sección Albolanosa Morgan-Jones y W. Gams) (Schardl, 1996).

La asociación endófito-pasto es del tipo simbiótico-mutualista; las plantas colonizadas con estos endófitos se benefician por un aumento de su crecimiento, biomasa, tolerancia a heladas y sequías (Clay, 1988; Arachevaleta *et al.*, 1989) y resistencia a nematodos (West *et al.*, 1987), insectos (Latch *et al.*, 1985) así como a vertebrados herbívoros (Cheplick y Clay, 1988). También se han registrado efectos positivos en la competencia intra e interespecífica en plantas colonizadas con *Neotyphodium* (Marks *et al.*, 1991; Malinowski y Belesky, 2000).

La simbiosis entre gramíneas forrajeras y hongos endófitos del género *Neotyphodium* ha sido planteada como una herramienta para incrementar la adaptación de estas especies a ambientes restrictivos, brindándole tolerancia a distintos tipos de estreses bióticos y abióticos (Pinget *et al.*, 2010).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de la infección endófitica en raigrás anual (*Lolium multiflorum*), bajo condiciones limitantes de crecimiento (niveles crecientes de salinidad), en etapas iniciales del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el invernadero de forrajes y pasturas de la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela de INTA.

El periodo de evaluación abarcó desde el día 12 de septiembre de 2017, momento en que se realizó la siembra en macetas contenedoras, al día 14 de diciembre del mismo año, momento donde se realizó la cosecha y pesaje final en fresco. El criterio para finalizar el ensayo consistió en el momento que se observó daño en el tratamiento testigo.

Temperaturas.

Durante todo el período experimental se registraron las temperaturas máximas y mínimas dentro del invernáculo (Figura 2). La temperatura media promedio fue de $23,5 \pm 3,5$ °C, oscilando entre 3 y 42°C.

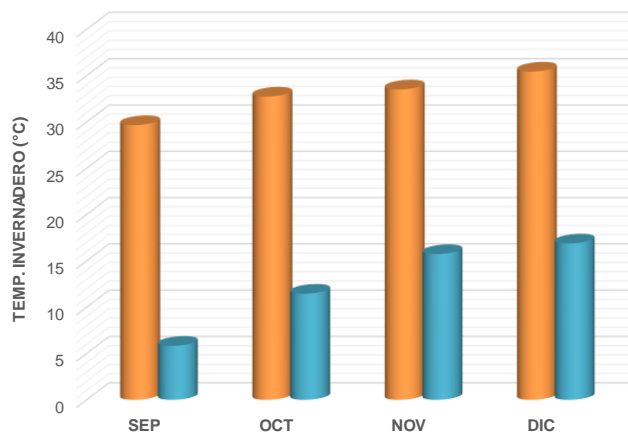


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas registradas en el invernáculo de forrajes y pasturas (EEA Rafaela del INTA) durante el período experimental (septiembre a diciembre, 2017).

Determinación de presencia/ausencia del endófito.

La técnica utilizada para determinar la presencia o ausencia del hongo endófito en la semilla de raigrás fue la descrita por Moon et al. (2000). Se determina que el material tiene presencia de endófito cuando se alcanza una infección $\geq 85\%$ (E+) y hay ausencia cuando la infección es $\leq 5\%$ (E-).

Sistema experimental.

Las semillas fueron sembradas en contenedores plásticos hasta el estado de 3 hojas, momento en el cual se trasladaron al sistema de hidroponía. Se utilizó una base de solución nutritiva aireada desarrollada por Hoagland. El sistema experimental estaba compuesto por 24 macetas de una capacidad de 4 litros cada una, a las cuales se asignaron los tratamientos a evaluar (presencia/ausencia de endófitos y salinidad). Cada maceta estaba compuesta por 10 plantas. En la Tabla 1 se presentan los tratamientos evaluados y la denominación asignada a los mismos.

Tabla 1. Tratamientos evaluados y denominación asignada a los mismos.

Endófito	Salinidad	Denominación
E+	0	E+_0 (Control E+)
E+	100	E+_100
E+	200	E+_200
E+	300	E+_300
E-	0	E-_0 (Control E-)
E-	100	E-_100
E-	200	E-_200
E-	300	E-_300

Conductividad eléctrica y pH de la solución de hidroponía.

Semanalmente se determinó la conductividad eléctrica y el pH de la solución nutritiva de hidroponía. Los valores promedios, según el nivel de salinidad, se presentan en la Figura 3.

Como era esperable, los valores promedios de conductividad eléctrica (CE) aumentaron con el nivel de salinidad, los cuales oscilaron entre 2 y 28,5 mmhos.cm⁻¹, para el tratamiento de 0 y 300 mM ClNa, respectivamente. Mientras que los valores de pH se mantuvieron entre 5 y 7.

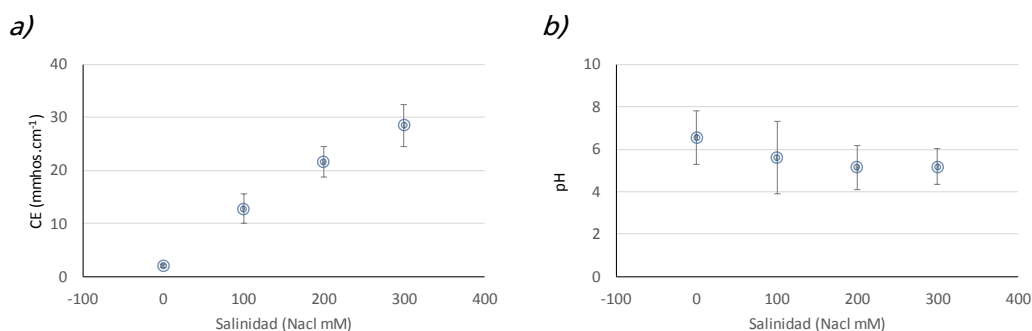


Figura 3. Valores promedios de la conductividad eléctrica (a; mmhos.cm⁻¹) y pH (b) de la solución nutritiva de hidroponía.

Descripción de las mediciones.

Se registraron los siguientes parámetros:

1) **Peso inicial:** una vez que las plántulas adquirieron el tamaño de 3 hojas, se procedió a pesarlas individualmente y así obtener el peso inicial para dar comienzo al experimento propiamente dicho (traslado a hidroponía). El peso inicial se expresó en gMV.planta⁻¹.

2) **Componentes de la biomasa:** una vez concluido el periodo experimental se procedió al pesaje final de las plantas de forma individual. Se separó la parte aérea de la radicular de las 10 plantas que componían cada maceta (Relación aérea: raíz). Adicionalmente, a 3 plantas de cada maceta, se separó la parte aérea en láminas y resto (tallo, inflorescencia, etc.) con la finalidad de determinar la Relación lámina: resto. Todo el material fue llevado a estufa de aire forzado (70°C) a fin de determinar la materia seca de los componentes.

3) **Peso fresco final:** resultó de la suma de los pesos frescos de todos los componentes de la biomasa de cada planta (gMV.planta⁻¹).

4) **Peso seco final:** resultó de la suma de los pesos secos de todos los componentes de la biomasa (gMS.planta⁻¹).

5) **Crecimiento:** diferencia entre el peso fresco final y el peso fresco inicial (gMV.planta⁻¹).

6) **Tasa de crecimiento relativa:** relación entre crecimiento y el intervalo de días entre el inicio y la finalización del experimento (gMV.planta⁻¹.día).

7) **Daño:** relación entre el crecimiento hallado en los tratamientos salinos con respecto al tratamiento control dentro de cada nivel de infección endofítica.

$$\text{Daño} = \frac{(\text{Crecimiento promedio maceta control} - \text{Valor observado en tratamiento salino})}{\text{Crecimiento promedio maceta control}}$$

Análisis estadístico.

Se utilizó un diseño factorial en bloques con arreglo en parcelas divididas de los tratamientos. La parcela principal fue el nivel de infección endofítica (E+ y E-) y la subparcela el nivel de salinidad (0 – 100 – 200 y 300 mM de ClNa). Se realizaron 3 bloques (mesadas) y para el análisis estadístico se utilizó el promedio de los valores de las plantas de cada maceta.

Las variables fueron analizadas mediante un modelo mixto (endófito y nivel de salinidad como efectos fijos y bloques e interacción bloque x endófito como aleatorio). Se realizaron ANOVA, diferencias entre medias por LSD Fisher y corrección por Bonferroni.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las variables analizadas estadísticamente, las interacciones entre factores (nivel de infección y nivel de salinidad) resultaron no significativas ($p \leq 0,05$).

Las plantas no sobrevivieron al ser sometidas a un nivel de estrés salino de 300 mM de ClNa, independientemente del nivel de infección endofítica. Por lo tanto, dicho tratamiento no aparece en los resultados presentados a continuación.

Peso inicial de las plantas.

Las plantas de raigrás infectadas con el hongo endófito (E+) no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso inicial, respecto de las plantas no infectadas (E-). De manera similar, no se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) para la interacción entre el material y los distintos tratamientos de salinidad. Esto demuestra que se partió de una situación uniforme tanto para el material como para la salinidad.

Componentes de la biomasa.

En la Tabla 2 se presentan los valores obtenidos para los diferentes componentes de la biomasa:

Tabla 2. Peso fresco (gMV.planta⁻¹) y peso seco (gMS.planta⁻¹) promedio de los componentes de la biomasa de plantas de raigrás anual, según infección endofítica y diferentes niveles de salinidad.

		Peso fresco (gMV.planta ⁻¹)				Peso seco (gMS.planta ⁻¹)			
		Aéreo	Raíz	Lámina	Resto	Aéreo	Raíz	Lámina	Resto
Endófito	E+	11,02 a	7,96 a	6,07 a	4,09 a	2,26 a	0,58 a	1,43 a	0,74 a
	E-	10,00 a	6,87 a	4,81 a	2,89 a	1,86 a	0,50 a	1,02 a	0,45 a
Nivel de salinidad	0	13,24 a	11,10 a	6,06 a	5,44 a	3,07 a	0,73 a	1,75 a	0,98 a
	100	13,01 a	7,42 b	7,60 a	3,73 b	2,18 b	0,62 a	1,35 a	0,60 b
	200	5,29 b	3,72 b	2,68 b	1,31 c	0,93 c	0,28 b	0,58 b	0,20 c

Letras diferentes, en sentido de columnas, representan diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; LSD Fisher).

Relación aéreo:raíz.

Se determinó que la relación entre la biomasa aérea y la biomasa radicular no presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para el nivel de infección endofítica ni entre los diferentes niveles de salinidad (Tabla 3).

Tabla 3. Relación aéreo:raíz promedio de plantas de raigrás anual \pm error estándar, según el nivel de infección endofítica y sometidas a diferentes niveles de salinidad.

		Relación aéreo:raíz	
Endófito	E+	4,19 \pm 0,25	a
	E-	4,08 \pm 0,23	a
Nivel de salinidad	0		4,46 \pm 0,28
	100		4,21 \pm 0,28
	200		3,73 \pm 0,32

Letras diferentes, en sentido de columnas, representan diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; LSD Fisher).

Relación lámina:resto

La relación entre la lámina y el resto (tallo, inflorescencia, etc), no difiere significativamente ($p \leq 0,05$) entre los distintos niveles de infección endofítica, pero si entre los diferentes niveles de salinidad (Tabla 4). Dicha relación aumenta a medida que se incrementa el nivel de salinidad. Esto equivale a una proporción mayor de lámina en los tratamientos más salinos. Lo cual podría indicar que las plantas sometidas a mayor estrés permanecen en los estadios iniciales de crecimiento y no pueden completar su desarrollo.

Tabla 4. Relación lámina: resto promedio de plantas de raigrás anual \pm error estándar, según el nivel de infección endofítica y sometidas a diferentes niveles de salinidad.

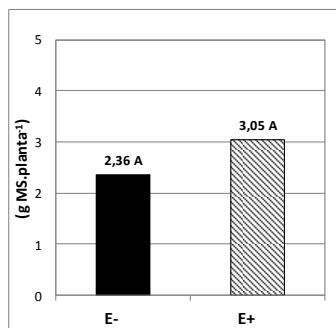
		Relación lámina: resto	
Endófito	E+	2,19 \pm 0,29	a
	E-	2,73 \pm 0,28	a
Nivel de salinidad	0		2,02 \pm 0,29
	100		2,50 \pm 0,29
	200		2,86 \pm 0,31

Letras diferentes, en sentido de columnas, representan diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; LSD Fisher)

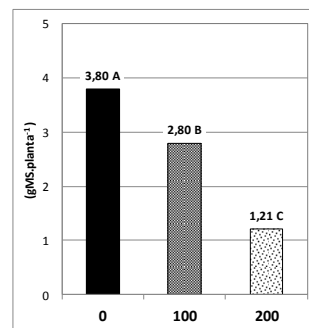
Peso seco por planta.

Se determinó que el nivel de infección del endófito no afecta significativamente ($p \leq 0,05$) el peso seco final promedio de las plantas (Figura 4a). Además, el mismo disminuye a medida que se incrementa el nivel de salinidad, siendo 26% y 68% inferior en los tratamientos con nivel salino de 100 y 200 mM ClNa con respecto al control? respectivamente.

a)



b)



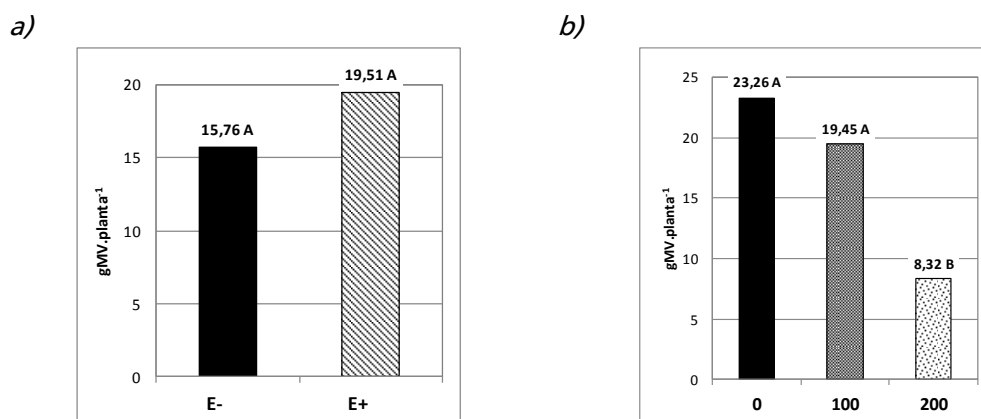
Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; LSD Fisher).

Figura 4. Peso seco final promedio de plantas de raigrás anual (gMS.planta⁻¹), según el nivel de infección endofítica (a) y sometidas a diferentes niveles de salinidad (b).

Crecimiento.

Los materiales de raigrás anual no presentaron diferencias significativas en su crecimiento a lo largo del período de evaluación, en cuanto a nivel de infección con endófito (Figura 5a), pero si se puede observar diferencias significativas en el material cuando es sometido a diferentes concentraciones de ClNa (Figura 5b).

Se determinó que el crecimiento por planta fue cada vez menor a medida que se incrementó el nivel de salinidad, siendo significativa la diferencia entre el tratamiento control y la concentración de 200 mM de ClNa. El control creció casi 3 veces más.



Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; LSD Fisher).

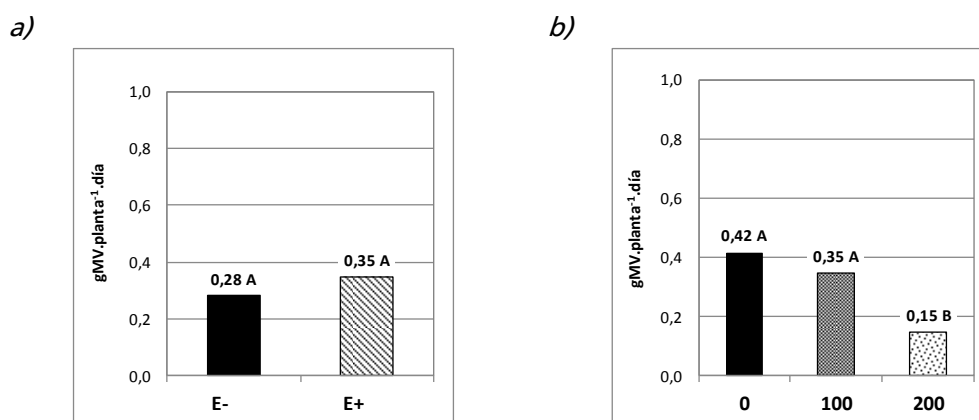
Figura 5. Crecimiento promedio de las plantas (gMV.planta^{-1}), según el nivel de infección endofítica (a) y sometidas a diferentes niveles de salinidad (b).

Tasa de crecimiento relativa.

En la Figura 6 se presentan los valores promedio de la tasa de crecimiento relativo obtenidos en el experimento. Si bien no se observaron diferencias significativas en cuanto al crecimiento diario de las plantas con alto o bajo nivel de incidencia endofítica cabe destacar que los materiales E+ fueron levemente superiores.

Por otra parte, en el tratamiento control hubo mayor crecimiento por unidad de tiempo que en el tratamiento de mayor concentración salina (200 mM ClNa; $p \leq 0,05$). No se registró diferencia significativa entre el control y el tratamiento salino de 100 mM.

Esto es importante ya que demuestra cuánto se limita la producción de biomasa vegetal cuando es sometida a condiciones de estrés como lo es la salinidad.

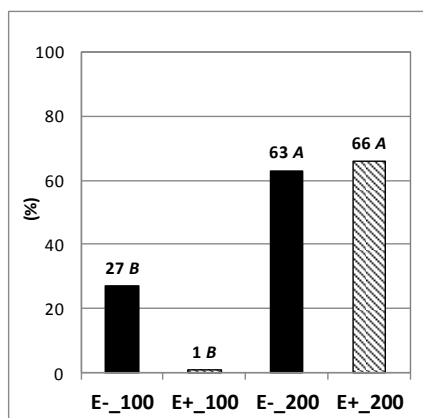


Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; LSD Fisher).

Figura 6. Tasa promedio de crecimiento relativo de las plantas ($\text{gMV.planta}^{-1}.\text{día}$), según el nivel de infección endofítica (a) y sometidas a diferentes niveles de salinidad (b).

Daño en el crecimiento de las plantas.

El daño suele ser la medida estimada que mejor representa la tolerancia de las plantas frente a la aplicación de un factor de estrés. En la Figura 7 se presentan los porcentajes promedio de daño registrado en las plantas, correspondientes a los tratamientos salinos (100 y 200mM) en relación al control (0 mM), para cada nivel de infección endofítica.



Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; LSD Fisher).

Figura 7. Daño promedio (%) estimado para los tratamientos salinos (100 y 200 mM) en relación al control (0 mM), según el nivel de infección endofítica de las plantas de raigrás.

El nivel de daño en el crecimiento aumentó significativamente ($p \leq 0,05$) al incrementarse el contenido de salinidad de la solución de hidroponía, independientemente de la presencia o ausencia del hongo endófito en las plantas. Es de destacar la clara tendencia observada en niveles intermedios de salinidad (100 mM) donde la presencia del endófito infiere a la planta una mayor tolerancia, ya que se registran valores considerablemente más bajos de daño al crecimiento de las plantas (1% versus 27%). Dicha diferencia no fue estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) debido a la variabilidad entre plantas.

CONCLUSIONES

En las condiciones de este trabajo no fue posible demostrar la ventaja adaptativa que la infección con el hongo endofítico *Neotyphodium occultans* generaría en las plantas de raigrás anual (*Lolium multiflorum*), confiriendo a las mismas mayor tolerancia a situaciones de estrés como la salinidad.

Sin embargo, se destaca que los materiales E+ mostraron un crecimiento diario y peso seco final levemente superior frente a los materiales E-.

El daño producido en el crecimiento de las plantas fue evidente cuando se incrementó la salinidad de la solución de hidroponía, independientemente de la presencia o ausencia del endófito. Sin embargo, las plantas E+ tendieron a tolerar niveles intermedios de salinidad (100 mM ClNa).

BIBLIOGRAFÍA

- ARACHEVALETA, M.; BACON, C.W.; HOVELAND, C.S. y RADCLIFFE, D.E. 1989. Effect of the tall fescue endophyte on plant response to environmental stress. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, n.1, p. 83-90.
- BACON, C.W. y DE BATTISTA, J. 1991. Endophytic fungi of grasses. In: Arora, D.K.; Rai, B.; Mukerji, K.G. & Knudsen, G.R. (eds). *Handbook of Applied Mycology*. V.1: Soil and Plants. New York: Marcel Dekker. p. 231-257.

- CHEPLICK, G. P. y CLAY, K. 1988. Acquired Chemical Defences in Grasses: The Role of Fungal Endophytes. *Oikos*. Vol. 52, No. 3. P. 309-318.
- CLAY, K. 1988. Fungal endophytes of grasses: a defensive mutualism between plants and fungi. *Ecology*, Brooklyn, v.69, n.1, p. 10-16.
- FELDKAMP, C.R. 2011. Beef production in Argentina: situation and challenges. En: Proceedings of the International Rangeland Congress, Rosario, Argentina: 26-30.
- INTA. 2012. Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. Ediciones INTA. ISSN 1853-4600 Año 3 N° 3. Pp: 39.
- INTA. 2013. Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. Ediciones INTA. ISSN 1853-4600 Año 4 N° 4. Pp: 39.
- INTA. 2014. Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. Ediciones INTA. ISSN 1853-4600 Año 5 N° 5. Pp: 39.
- INTA. 2015. Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. Ediciones INTA. ISSN 1853-4600 Año 6 N° 6. Pp: 67.
- INTA. 2016. Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. Ediciones INTA. ISSN 1853-4600 Año 7 N° 7. Pp: 39.
- INTA. 2017. Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. Ediciones INTA. ISSN 1853-4600 Año 8 N° 8. Pp: 48.
- INTA. 2018. Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. Ediciones INTA. ISSN 1853-4600 Año 9 N° 9. Pp: 44.
- LATCH, G.C.M.; CHRISTENSEN, M.J. y GAYNOR, D.L. 1985. Aphid detection of endophyte infection in tall fescue. *New Zealand Journal of Agronomy Research*, Wellington, v.28, n.1, p. 129-132.
- MALINOWSKI, D.P. y BELESKY, D.P. 2000. Adaptations of endophyte-infected cool-season grasses to environmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop Science*, Madison, v.40, n.4, p. 923-940.
- MARKS, S.; CLAY, K. y CHEPLICK, G.P. 1991. Effects of fungal endophytes on interspecific and intraspecific competition in the grasses *Festuca arundinacea* and *Lolium perenne*. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v.28, n.2, p. 207-214.
- MOON, C., SCOTT, B., SCHARDL, C., CHRISTENSEN, M. 2000. The evolutionary origins of *Epichloë* endophytes from annual ryegrasses. *Mycologia*, 92 (6): pp. 1103-1118.
- PINGET, A.D.; RÉ, A.E.; FRANK, G. y DE BATTISTA, J.P. 2010. Efecto de la infección endofítica sobre la germinación de raigrás anual en ambientes salinos. Comunicación. *Rev. Arg. de Producción Animal* Vol 30 Supl. 1: 344-345.
- SCHARDL, C.L. 1996. *Epichloe* species: fungal symbionts of grasses. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.34, p. 109-130.
- SCHENEITER, J.O. 2015. El raigrás en las regiones Pampeana y sur de la Mesopotamia. En: Avances en Raigrás. Red de Evaluación de Cultivares de Raigrás. EEA INTA General Villegas: 39 – 67.
- WEST, C.P.; IZEKOR, E.; OOSTERHUIS, D.M. AND ROBBINS, R.T. 1987. Endophytic fungus effects on tall fescue tolerance of drought and nematodes. *Arkansas Farm Research*, Fayetteville, v.36, n.6, p.3
- WHITE, J.F.JR. 1988. Endophyte-hot associations in forage grasses. XI. A proposal concerning origin and evolution. *Mycologia*, Bronx, v.80, n.3, p. 442-446.

VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS GRANOS DESTILADOS PARA RUMIANTES.

Brunetti, M.A.²; Gaggiotti, M.C.¹

¹INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina

²INTA EEA Manfredi. Córdoba, Argentina

**gaggiotti.monica@inta.gob.ar.*

La alimentación es uno de los factores clave en la rentabilidad de los sistemas ganaderos, por lo que resulta fundamental evaluar la relación costos-beneficios de los alimentos, sobre todo de los suplementos, ya que son los insumos de mayor precio comercial. El precio de la leche, de los alimentos y la respuesta animal que generan, tienen una gran influencia al momento de la elección de los concentrados a utilizar.

De la industrialización de los productos agropecuarios se originan residuos que pueden ser utilizados para alimentar al ganado. Las características nutritivas de estos se diferencian según el material, origen y proceso de elaboración. Generalmente luego de la extracción industrial de algún componente, se concentra en otro y este producto concentrado puede ser utilizado como suplemento para mejorar el balance nutricional de las dietas, con el objetivo de alcanzar una mayor respuesta animal.

Como consecuencia de la crisis energética por el incremento del precio del petróleo, la dependencia que produce la importación de combustibles y el aumento de los gases de efecto invernadero, surge en muchos países la posibilidad de transformar productos vegetales en etanol para cortes de combustible. En Estados Unidos el deseo de promover la producción y el uso de biocombustibles comenzó en la década de 1980. Países como Brasil han desarrollado industrias productoras de etanol en base a la caña de azúcar (Di Lorenzo, 2013) y en Argentina, desde principios de esta década, comenzaron a instalarse plantas de bioetanol en base al almidón del grano de maíz. Según el objetivo industrial y capacidad tecnológica de las distintas plantas, el destino principal del etanol producido puede ser proveer alcohol para uso humano o para incorporarlo en los cortes de nafta.

Los biocombustibles son una buena alternativa debido a las implicancias ambientales que representan, ya que colaboran con la reducción de las emisiones de carbono. Por otro lado, debido al agotamiento de los combustibles fósiles y al aumento del consumo de combustible, potencian al sector agropecuario a generar productos como fuente de energía renovable, empleos y permiten diversificar las empresas.

Ante la sanción de la ley 26093 (Ley de Biocombustibles) y su decreto reglamentario (109/2007), que establece el corte obligatorio del 5% de biocombustibles en los combustibles líquidos (Anschau y col., 2009) y la necesidad de incrementar el valor agregado de los granos, se ha utilizado el grano de maíz como fuente de biocombustibles. Según Ré (2015), el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) estima que la producción de etanol en Argentina llegaría a 900 millones en 2016, contabilizando tanto el producido sobre la base de maíz como el que utiliza la caña de azúcar, lo que supone un fuerte incremento desde los 670 millones de litros producidos en el 2014 y prácticamente duplica los 475 millones obtenidos en 2013.

El bioetanol se produce por fermentación, generalmente usando levaduras, de un mosto preparado a partir de azúcares de materiales que contienen sacarosa (caña de azúcar, sorgo dulce, remolacha azucarera), almidón (cereales como maíz, grano de sorgo o raíces, como papa, mandioca) o celulosa (residuos forestales, paja de cultivos anuales, especies perennes). Los primeros contienen azúcares simples solubles directamente fermentables (sacarosa, glucosa, fructosa, lactosa). En cambio,

los materiales de almidón o celulosa requieren etapas previas de hidrólisis o sacarificación para la obtención de los azúcares simples fermentables.

El etanol producido por fermentación se separa por destilación y una eventual posterior deshidratación.

El maíz es el sustrato más común para la producción de etanol debido a la elevada superficie cultivada, su alta producción de biomasa y su mayor rendimiento de etanol con relación a otros granos de cereales (Aines et al., 1986). El desarrollo de plantas de bioetanol de maíz genera un gran volumen de co-productos, los cuales son aptos para la nutrición animal.

Para la producción de etanol a partir de maíz existen dos métodos primarios: molienda seca y húmeda. Estos dos procesos son diferentes, al igual que los co-productos que generan.

En el proceso de molienda húmeda se separa el grano en varias fracciones, permitiendo obtener múltiples productos para consumo humano e industrial. El almidón purificado se puede secar y fermentar para producir etanol y CO₂, o refinar para producir jarabe de maíz o como almidón para consumo humano. Primero se separa el germen, que se utiliza para obtener aceite de maíz. El co-producto que se genera del germen, luego de la extracción del aceite se denomina harina de germen de maíz. Luego, se extrae la porción fibrosa, la cual junto con la harina del germen conforma el *Gluten feed*, producto con alto contenido de fibra (35-37 %) y con un 21-26% de PB (Di Lorenzo, 2013; Gallardo, 2008). Luego de la extracción del germen y la fibra, se separa el gluten del almidón. Este co-producto se denomina *Gluten Meal*, con elevado contenido de PB (50-60%) y baja degradabilidad en rumen (proteína *by pass*). Por último, de la fermentación del almidón para producir etanol, surge como co-producto la burlanda, húmeda o seca, con solubles (Gráfico N°1) El proceso de esta última fase es igual al de la molienda en seco. La molienda en húmedo para obtener alcohol es un proceso más costoso y de menor escala que el de molienda en seco.

La molienda en seco se utiliza el grano entero para la fermentación sin realizar separación de sus componentes. El maíz se muele, el almidón por medio de enzimas amilasas y glucoamilasas, se transforma en azúcares simples, luego con el agregado de levaduras fermenta para producir alcohol y CO₂. El etanol se lo extrae por destilación y el líquido restante se centrifuga para reducir el agua, formándose un jarabe que contiene levaduras, partículas finas de grano y nutrientes solubles, denominado *Solubles Condensados* (Arroquy y col., 2014). El mosto que se forma luego de estas extracciones es lo que se denomina *Granos Destilados (GD)*, *Burlandas de maíz o DG (Distillers Grains)*. Estos se pueden comercializar ya sea en forma tal cual, con 31-36% de MS, o bien se secan hasta lograr alrededor del 90% de MS. A su vez se les puede incorporar los solubles condensados. En resumen, los co-productos que pueden generarse son: Solubles condensados (SC), GD húmedos (GDH), GDH con SC (GDHS), GD secos (GDS), GDS con SC (GDSC).

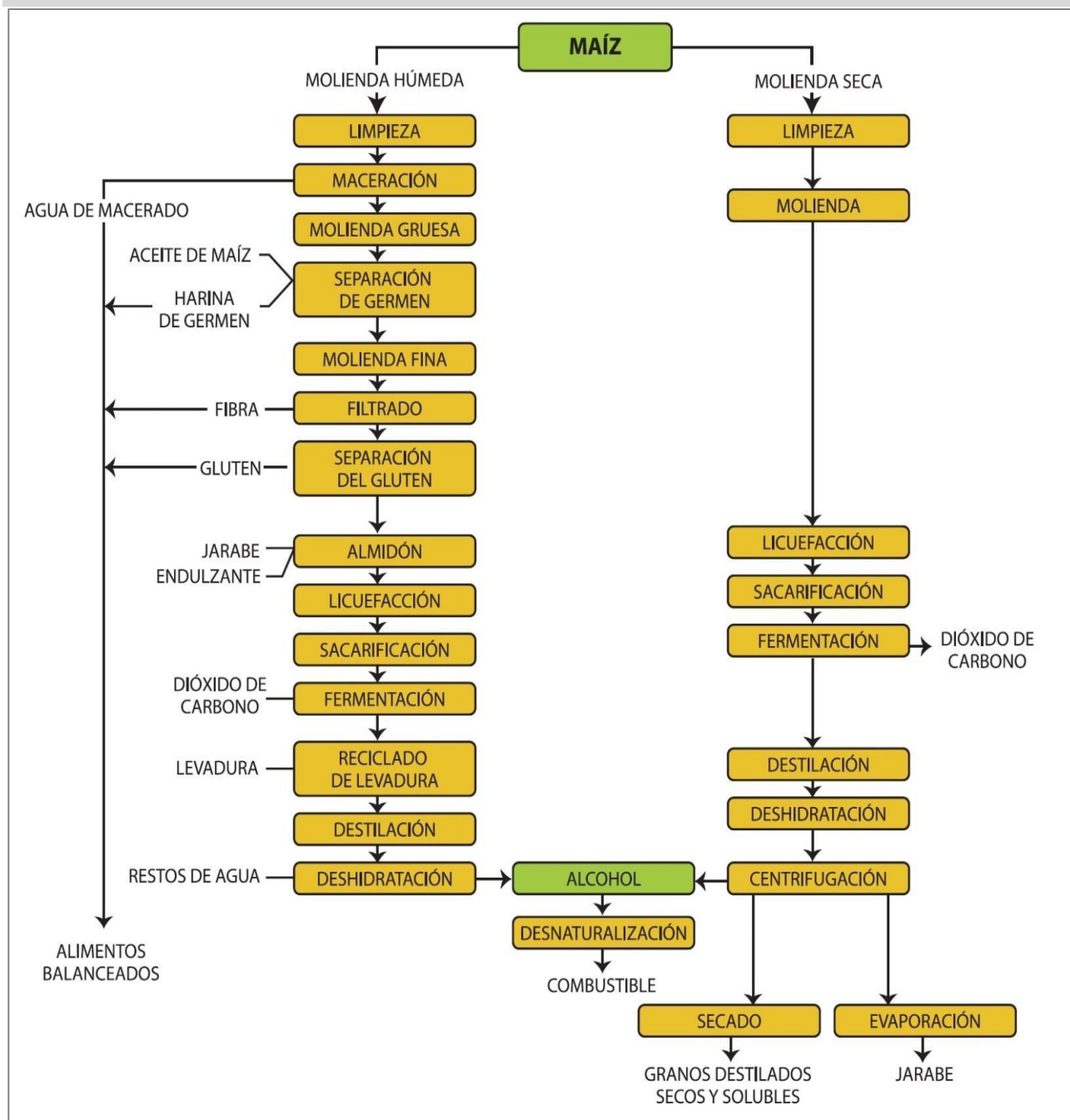


Figura N°1. Procesos de molienda húmeda y seca de maíz y sus productos. Adaptado de Vergani, 2004.

La composición química y propiedades de cada uno de los co-productos son variables si se le adiciona los SC. En Argentina es común que se comercialice con el agregado de los SC para su uso en la formulación de raciones.

La burlanda puede reemplazar en distintas proporciones los ingredientes tradicionales más costosos, tales como: expeller o harina de soja, pellet de girasol, grano de maíz, entre otros. Dependiendo del nivel de inclusión, su composición y su valor de mercado, la incorporación de burlanda puede mejorar la relación costo-rendimiento en la producción ganadera.

Calidad nutricional de los granos destilados

Humedad

En los granos de destilería húmedos (GDH) el elevado contenido de agua dificulta el almacenamiento y la palatabilidad, se cubren de hongos en toda la superficie expuesta al aire, más aún si se utilizan en épocas estivales. Esto hace que se deba desperdiciar material y se deba depender más del transporte. Di Lorenzo (2013) y Gallardo (2008) mencionan un período de almacenaje de no más de 5-7 días en verano y 12-14 días en invierno. Por esta causa los costos se elevan y por otro lado su manipulación es más dificultosa en la incorporación en las dietas (Arroquy y col., 2014), pudiendo limitar el consumo en dietas con elevado contenido de humedad, como dietas con alto contenido de silajes. Sin embargo, el uso de GDH cuando los otros componentes de la ración son secos proporcionan una ventaja, ya que mejoran la palatabilidad y el mezclado en las dietas, evitando selección por parte de los animales (Shroeder, 2010).

La elección de utilizar GD húmedos o secos además está condicionado por los costos de los mismos. Si bien los materiales húmedos tienen un precio menor, se debería comparar el costo total, sumando los fletes y las pérdidas ocasionadas por deterioro en los GDH. También se debería considerar que en los materiales húmedos se transporta agua y por lo tanto el flete se vuelve más costoso.

Valor nutritivo

Al extraerse al grano de maíz casi la totalidad del almidón, los restantes componentes que no son consumidos en la producción de etanol (fibras, proteínas, cenizas, aceite) se concentran entre 2,2-3 veces respecto al grano original (Barragán Ramírez y col., 2010). Además, la composición química y el perfil nutricional están fuertemente influenciados por el producto inicial (tipo de grano, lote o partida, proceso, magnitud de la fermentación, extracción o no del aceite, proporción de SC incorporado). En EUA (Balyea y col., 2010) se registró que la gran variabilidad se manifestó entre lotes en una misma planta, debido a las diferencias en composición del grano de maíz y la eficiencia de fermentación de cada híbrido, provocado por variaciones en las proporciones de amilosa (menor eficiencia de fermentación). De allí que cada uno de estos presenten una gran variabilidad y sea necesario realizar análisis periódicos para ser incorporados como suplemento en las dietas.

En cuanto a sus características físicas, el color es la más variable y está condicionado por el color original del grano, la proporción de solubles y la temperatura de secado (en el caso de los GDS). La temperatura de secado puede ser diferente entre plantas y afectar la solubilidad y digestibilidad de la proteína y de algunos aminoácidos, especialmente lisina (Barragán Ramírez, 2010). El contenido de Nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA) es utilizado como un indicador para estimar el daño producido por excesiva temperatura de la proteína no degradable en un alimento. Si bien este método no es perfecto, puede ser un buen índice de referencia. El color de los GDS parece estar asociado a la concentración de NIDA (Schroeder, 2010). El calor excesivo produce la reacción de Maillard, en la cual se pierden importantes cantidades de aminoácidos esenciales, como el caso de la lisina que es particularmente sensible al daño por calor (Gallardo, 2014) agravado por su bajo contenido en el maíz. La concentración de lisina en los GD es de 0,4 – 0,9% (Young, 2008), esto hace que cuando se utilice en la dieta altos niveles de GD en animales de alta performance, sea necesario suplementar lisina con otras fuentes proteicas (Schroeder, 2010), aunque existe controversias en los resultados obtenidos por algunos autores (Nichols y col., 1998; Liu y col. 2000; Hollman y col., 2011).

Los DG de maíz poseen un valor de energía digestible y metabolizable igual o mayor a los del grano de maíz (Barragán Ramírez, 2010), debido a que se concentran los restantes nutrientes al ser extraído el almidón, aumentando la cantidad de lípidos (5-10%), que provoca un fuerte aumento de energía disponible. Esto hace que se pueda utilizar para reemplazar al maíz en las raciones, siempre y

cuando no se exceda el contenido de lípidos en la ración. Los niveles de reemplazo son similares a los del gluten feed (Gallardo, 2008).

Brunetti y col. (2015) encontraron una gran variación en calidad en una misma planta a lo largo de 70 semanas (Tabla 1), tomando muestras húmedas y secas que provenían de una misma planta de procesado. Los cambios debido al proceso de secado fueron relevantes, como así también la gran variación entre el material húmedo y seco, concluyendo que debido a los valores encontrados resulta necesario evaluar periódicamente estos materiales en la formulación de las dietas.

Tabla 1. Variación de la calidad de GDH y GDS elaboradas por una planta a lo largo de un año.

		MS (%)	Cen (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)	NIDA/NT (%)
DGH	Prom.	32,19	4,02	29,12	44,51	12,28	67,84	11,3
	D.E.	4,21	1,25	2,88	7,1	2,1	4,74	4,58
	Max	54,76	6,26	44,62	57,8	16,69	84,87	15,98
	Min	25,69	1,81	22,04	28,79	8,08	56,71	3,14
	Rango	29,07	4,45	22,58	29,01	8,61	28,16	12,84
	N	76	71	80	82	82	72	13
DGS	Prom.	93,27	2,87	30,87	56,38	16,02	66,62	18,34
	D.E.	2,69	0,89	2,11	4,04	1,8	3,24	6,97
	Max	99,04	5,43	36,99	71,66	26,17	73,72	26,6
	Min	85,81	1,45	26,26	43,76	10,93	56,53	4,71
	Rango	13,23	3,98	10,73	27,9	15,24	17,19	21,89
	N	79	81	82	82	82	74	36

Además, son una excelente fuente de proteína, que proviene no solo del contenido del grano original, sino del aporte de levaduras presentes en los SC, dando como resultado diferencias en el contenido de aminoácidos (Cromwell y col., 1993). Presentan un contenido entre 45-63% de proteína no degradable en el rumen (PNDR), o proteína *by pass* (Erickson y col., 2005). Esto es debido a que durante el proceso sufre cambios por calor, principalmente en el secado. En este caso, sería recomendable examinar si la proteína no tuvo daño excesivo en la digestibilidad total por calentamiento. Un GDS de buena calidad debería tener un color miel dorada o caramelo. Colores progresivos hacia el café serían un indicador de sobrecalentamiento durante el secado y de niveles potencialmente altos de NIDA (Schroeder, 2010). Como se refleja en la Tabla 1, en burlandas secas se alcanzaron valores del 26,6% de NIDA/NT, que deben ser considerados, ya que de este co-producto generalmente se lo utiliza como suplemento proteico, solamente un 75% será aprovechado por el animal.

Como este co-producto es suministrado como fuente de proteína, resulta importante conocer la degradabilidad ruminal de la misma para proporcionar un balance adecuado en las dietas. Brunetti y col., (2017, no publicados), en dos materiales húmedos con características contrastantes de color y sus correspondientes en forma seca, encontraron que, se marcó la tendencia a que las características de color en los GDH no influenciaron tan fuertemente y las mayores diferencias se reflejaron en los materiales secos, aunque si bien los modelos de regresión no lineal comúnmente utilizados para estimar los parámetros que describen la dinámica de degradabilidad ruminal no ajustaron con los datos obtenidos (Figura 2). Estas diferencias fueron marcadas en las primeras horas de degradación, donde los materiales secos tuvieron menor degradación con respecto a los húmedos. Por otro lado, la tasa de degradación de la proteína en las burlandas húmedas, aunque hasta la hora 12 la más clara se diferenció con respecto a

la oscura, tendieron a igualarse a las 36 horas de incubación y se obtuvo una mayor disminución de la degradación en las burlandas secas, remarcado aún con relación a la digestibilidad en el tracto intestinal (Tabla 2)

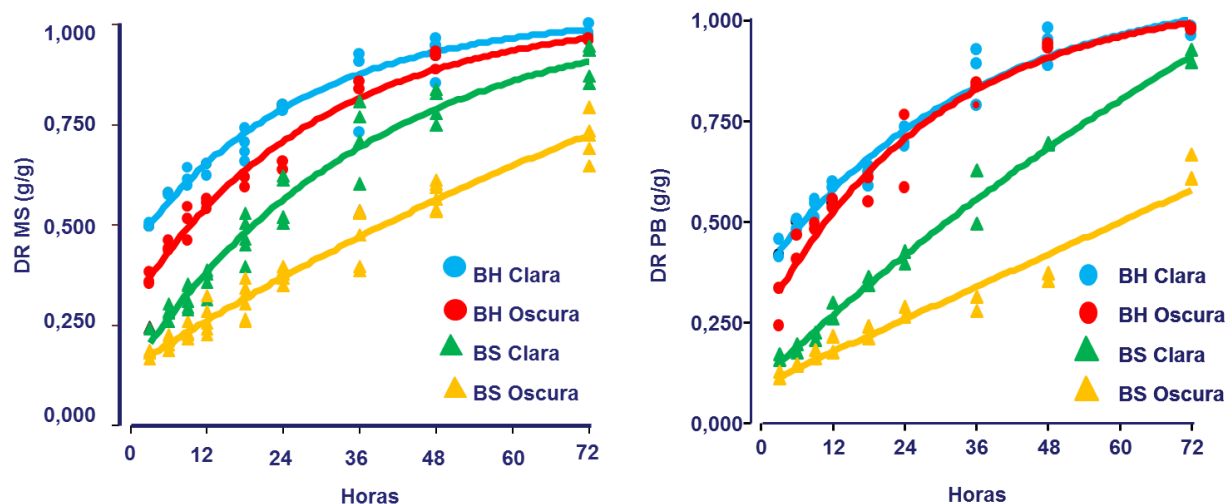


Figura 2. Degradabilidad ruminal de la materia seca y la proteína según tipo de grano destilado y condición de secado

Tabla 2. Proteína no degradable en rumen (PNDR) y digestibilidad intestinal (Dig. Intest) de la proteína en dos burlandas secas con características contrastantes de color

	BS CLARA		BS OSCURA	
	12 hs	18 hs	12 hs	18 hs
PNDR (%)	75,43	68,36	82,74	79,81
DIG Intest (%)	34,6	40,9	15	13,2

Esta menor degradabilidad tanto en rumen como en intestino en la burlanda seca debe ser tenida en cuenta, debido a que se está considerando como fuente proteica y una alta proporción no está siendo aprovechable por los rumiantes.

Minerales

Como sucede con los demás ingredientes presentes, el contenido de minerales se triplica y generalmente contienen niveles importantes de fósforo y azufre (Barragan Ramirez, 2010). El contenido de azufre no solo proviene del grano original sino que puede provenir cuando se utiliza ácido sulfúrico para controlar el pH de la fermentación, por lo que no siempre es el triple. El azufre es un mineral esencial que debe incluirse en las dietas del ganado. Sin embargo, su suministro en exceso puede ser perjudicial para los animales, resultando en graves trastornos (Poli Encéfalo Malacia o PEM), en una deficiencia de absorción de cobre y selenio, reduce la microflora que produce tiamina e incrementa la formación de sulfuro que resulta muy tóxico para el animal (Vaness y col., 2009), con mayor énfasis en dietas que contienen niveles importantes de almidón, disminuyendo el pH en rumen y promoviendo la formación de H₂S. Se han encontrado niveles de azufre superiores al 1% (Brunetti y col, 2015). Por esta razón resulta necesario conocer el contenido de azufre del GD para no superar los niveles máximos tolerantes (0.4%) en las dietas para cada categoría animal.

Además, se destaca el contenido de fósforo, el cual ha demostrado disponibilidad relativa del 90% (Whitney et al., 2001). El NRC (1989) para ganado lechero recomienda aproximadamente 0,38 a 0,39% de fósforo para vacas en lactancia. Se han encontrado niveles de fosforo desde 0,24 a 0,99% (Brunetti y col., 2015), por lo que se debe considerar que elevados niveles de este mineral puede generar contaminación por sus excreciones.

Estos dos minerales provienen de los SC (Arroquy y col, 2014), por lo que la manera más simple de disminuirlos sería que las plantas incorporen menores proporciones de los SC. Sin embargo, si esto no sucediera habría formas de controlarlo. En primer lugar, regular la cantidad suministrada del suplemento y el balance con el resto de los ingredientes, por ejemplo utilizar forrajes con bajas concentraciones de azufre, como alfalfa, cebada, avena, silaje de maíz. El uso de forrajes incrementa el pH en rumen, lo que disminuye la formación de H₂S. Por otro lado, se debería examinar el nivel de sulfatos en el agua de bebida.

Por otro lado, los GD son bajos en Ca, por lo que se recomienda suplementar (Barragán Ramírez y col., 2008) de acuerdo a las necesidades de cada categoría animal.

Micotoxinas

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por ciertos hongos presentes en los cultivos y en el almacenamiento de las cosechas. Su presencia en grandes cantidades puede afectar la salud, el crecimiento y la reproducción de los animales (U.S. Grain Council, 2012). Las micotoxinas en los GD están presentes si el grano entregado a la planta de etanol ingresa contaminado. Además, no se destruyen en el proceso de producción ni durante el secado y como ocurre con el resto de los componentes del grano, se triplica su valor, por lo que resulta fundamental conocer la concentración de cada uno. Los principales hongos productores de toxinas son del género *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. Las aflatoxinas (B1, B2, G1 y G2) son producidas por el género *Aspergillus* y son las más tóxicas, especialmente la toxina B1 se considera un potente carcinógeno natural. Este metabolito circula del hígado a sangre y termina en la leche o la orina (García y col., 2008). *Fusarium graminearum* produce deoxinivalenol (DON o vomitoxina), asociado a lesiones intestinales y como consecuencia con un fuerte impacto al sistema inmunitario del animal y deoxinivalenol (ZEA o Zearalenona), relacionado a problemas reproductivos, entre otras. Otras especies de *Fusarium* generan Fumonisina (FB1, FB2 y FB3) y Tricotecenos (Toxina T-2), que afectan al consumo por rechazo del alimento y pérdida de la producción de leche. Existen límites de aceptación para cada una de estas toxinas y si los GD superan estos límites, la recomendación es utilizar menos proporción de este alimento y combinarlos con otros que presentan pocas cantidades para poder diluirlos en las dietas.

La mayoría de los hongos necesitan oxígeno y humedad para crecer y reproducirse, por lo que en GDH es necesario conservarlos eliminando el oxígeno, ya sea embolsándolos o tapándolos de la misma manera que los silajes, para no producir deterioro y pérdida de calidad. El problema principal del embolsado de GDH es que este alimento carece de una estructura firme para ser embolsado fácilmente y que contengan una compactación adecuada, debido a sus características físicas y sus altos contenidos de agua. Para ello, se están realizando pruebas de embolsar con otros alimentos secos para aumentar el volumen y el contenido de materia seca, como grano de maíz, GDS, henos o rastrojos.

Uso de los GD y respuesta animal

Para el uso de este co-producto debería considerarse con qué alimento se lo asocia en la ración, ya que, si el alimento base es fibroso y los GD contienen elevado nivel lipídico, podría estar dificultando la digestión de la fibra si se los incorpora en una proporción tal que resulte en un aumento del contenido lipídico superior a los requerimientos máximos por parte del animal. En cambio, en dietas con pasturas o henos de baja calidad, el aporte de nitrógeno por parte de la burlanda, puede ayudar a la digestión

de la fibra en rumen, ya que este tipo de alimentos es común que posea un contenido de nitrógeno menor a las necesidades para mantener una flora adecuada, promoviendo a un desarrollo óptimo de la flora microbiana y colaborando en la tasa de digestión. El efecto que se logrará con su incorporación es de adición con estímulo. En dietas con adecuada fibra efectiva se puede reemplazar hasta un 20-22% de la materia seca total. En dietas con escasa fibra, se deberá reducir la cantidad por los riesgos de acidosis ruminal, ya que la fibra que contiene los GD no se las considera como fuente de fibra efectiva debido a su alta digestibilidad. Además, en vacas de alta producción, con dietas energéticas, quizás pueda ser insuficiente para cubrir el nivel requerido de proteína (Gallardo, 2008).

En terneros Holando en recría, luego del desleche (92,5 Kg de peso vivo promedio al inicio), el reemplazo del 50% del aporte proteico del expeller de soja por burlanda, ya sea en forma húmeda o seca, no deprimió la respuesta animal (Frossasco y col., 2016). En la Tabla 3 se muestran los valores obtenidos en dos períodos de evaluación (bloques).

Tabla 3. Respuesta animal en terneros Holando de recría recibiendo el 50% del aporte proteico con burlanda húmeda o seca

Variables/ Tratamientos	TBH ¹		TBS ²		TC3	
Bloque 1						
Consumo de materia seca (kg MS/día)	4,21	A	4,06	A	4,21	A
Aumento de peso vivo (kg/día)	1,09	A	0,993	A	1,025	A
Conversión (CMS/ADPV)	3,89	A	4,1	A	4,14	A
Bloque 2						
Consumo de materia seca (kg MS/día)	4,02	A	3,76	B	3,8	B
Aumento de peso vivo (kg/día)	0,996	AB	1,042	A	0,935	B
Conversión (CMS/ADPV)	4,05	A	3,63	B	4,08	A

1: Tratamiento con burlanda húmeda; 2: Tratamiento con burlanda seca; 3: Tratamiento Control con expeller de soja

Durante la etapa de terminación, los mismos animales recibieron como aporte proteico (dietas isoproteicas e iso energéticas) burlanda húmeda o seca, llegando a la conclusión que es factible reemplazar el 100% del expeller de soja por granos destilados de maíz (húmedos o secos) sin que la respuesta animal ni las características de la carcasa se vean afectadas

Tabla 4. Respuesta animal y características de la carcasa de toritos Holando recibiendo granos destilados húmedos o secos.

Variables	TBH ¹		TBS ²		TC ³	
Cons (Kg/día)	8,82	A	8,57	A	8,65	A
ADPV (kg/día)	1,192	A	1,269	A	1,288	A
PVf (kg)	527,8	A	533,3	A	536	A
Conversión	7,43	A	6,76	A	6,8	A
pH	6,47	A	6,18	A	6,33	A
T° (°C)	3,09	A	2,57	A	2,5	A
PRc (kg)	283,8	A	290	A	288,5	A
PRf (kg)	276,3	A	279,8	A	280,8	A
RTOc (%)	53,55	A	54,32	A	53,75	A
Perd. evap (%)	2,54	A	2,48	A	2,48	A
AOB (cm ²)	75,16	A	72,59	A	75,02	A

1: Tratamiento con burlanda húmeda; 2: Tratamiento con burlanda seca; 3: Tratamiento Control con expeller de soja
 1E.E.: error estándar. 2CMS: Consumo de materia seca; 3ADPV: Aumento diario de peso vivo; 4PVf: Peso vivo final; 5CA: Conversión alimenticia; 6PRc: Peso de res en caliente; 7PRf: Peso de res en frío; 8RTOc: Rendimiento de res en caliente; 9Perd. Evap: Pérdida por evaporación; 10AOB: Área ojo de bife.

En vacas lecheras se pueden utilizar como fuente de proteína, grasa y fósforo. El nivel de inclusión que se sugiere es entre 15-20% de la ración, ya que con niveles mayores podrían existir problemas de palatabilidad y consumo excesivo de proteína. De todas maneras, se puede incorporar hasta un 30% con dietas bien formuladas, teniendo en cuenta de adicionar lisina y de no superar el porcentaje de materia grasa de la mezcla (Schroeder, 2010). Otro punto a considerar es la calidad de la proteína, asegurándonos que se utilicen GD de color claro, para poder alcanzar una mayor producción (U.S. Grain Council. 2012).

Se necesita de más investigación sobre el uso de los granos de destilería en las distintas categorías, para determinar hasta qué proporción resulta en una mejora en el desempeño de vacas lecheras.

CONCLUSIONES

En un futuro, es posible que se incorporen más plantas productoras de etanol, lo cual indicaría que la oferta de los granos destilados será cada vez mayor, posicionándolos como un producto competitivo que puede ser incorporado en las dietas de los animales no solo por su valor nutritivo sino económico.

Los granos de destilería son una excelente fuente de proteína, energía, y minerales para suplementar distintas categorías animales. Los puntos clave a considerar en el uso de granos destilados deberán ser:

- Este co-producto puede sufrir cambios en la calidad en las mismas plantas y entre plantas, por lo que es necesario realizar análisis periódicos
- Realizar un balance de incorporación de Azufre en las dietas
- El color oscuro en los granos destilados estarían indicando daño en la proteína
- Controlar el nivel de micotoxinas que se incorporan en las dietas con la inclusión de este co-producto

NOTA: La información presentada en este trabajo fue generada dentro del marco de los Proyectos 1126042, principalmente y del 1126023

BIBLIOGRAFIA

- AINES, G., KLOPFENSTEIN, T AND R. A. STOCK. 1986. Distillers grains. Nebraska Agricultural Research Division. MP 51.
- ANSCHAU, R., N. FLORES, S. CARBALLO, J. HILBERT. 2009. Evaluación del potencial de producción de biocombustibles en Argentina, con criterios de sustentabilidad social, ecológica y económica, y gestión ordenada del territorio. El caso de la caña de azúcar y el bioetanol. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 12 Encuentro de Geógrafos de América Latina. 3 al 7 de abril. Montevideo, Uruguay
- ARROQUY, J.; BERRUHET, F.; MARTINEZ FERRER, J.; PASINATO, A. Y BRUNETTI, M. 2014. Uso de subproductos del deslado de granos en bovinos para carne. 5ta. Jornada Nacional de Forrajes Conservados. Pag 157
- BARRAGÁN RAMÍREZ, J.L., MARTÍN DEL CAMPO MAGALLANES, C.M., PEÑA ACOSTA, L.C. , ROBLES OLIVARES, J.P., MARTÍNEZ, P. S., JIMÉNEZ, C., HERNÁNDEZ GÓBORA, J., DE LUCAS PALACIOS, E. Y REYES VELÁZQUEZ, W. 2008. Utilización de granos secos de destilería con solubles (ddgs) en la alimentación animal. Avances en la investigación científica en el CUCBA. XIX Semana nacional de investigación científica. Resúmenes. Pag 575 – 582.
- BELYEA, R. L., RAUSCH, K. D., CLEVINGER, T. E., SINGH, V., JOHNSTON, D. B., & TUMBLESÓN, M. E. 2010. Sources of variation in composition of DDGS. *Animal Feed Science and Technology*, 159(3-4), 122-130. DOI: 10.
- BRUNETTI, M.A., FROSSASCO, G., MARTINEZ FERRER, J. Y GAGGIOTTI, M.C. 2015. Caracterización de coproductos de la industria del etanol. Comunicación. 38° Congreso Argentino de Producción animal. *Revista Argentina de Producción Animal Supl. 1*: Pag. 311.
- CROMWELL, G. L.; HERKELMAN, K. L.; STAHLY, T. S., 1993. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. *J. Anim. Sci.*, 71 (3): 679-686
- DI LORENZO, N. 2013. Uso de subproductos de la producción de etanol en nutrición animal. En: 4° Jornada Nacional de Forrajes Conservados: Carne y leche de precisión con valor agregado en origen - Recopilación de presentaciones técnicas. 10 y 11 de abril de 2013. EEA INTA Manfredi, Córdoba. Manfredi, Córdoba: INTA EEA Manfredi, 2013, p. 69-74.
- ERICKSON, G.E., T.J. KLOPFENSTEIN, D.C. ADAMS, AND R.J. RASBY. 2005. Utilization of corn coproducts in the beef industry. - A joint project of the Nebraska Corn Board and the University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources, Agricultural Research Division, Cooperative Extension Division. www.nebraskacorn.org
- FROSSASCO, G., BRUNETTI, M.A. CASAGRANDE, M.N., GILI, M.G., GARCÍA, F., SCORCIONE TURCATO, M.C. Y MARTÍNEZ FERRER, J. 2016. Evaluación de la inclusión de granos de destilería de maíz húmedos o secos en dietas de recría sobre la respuesta animal de terneros Holando. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 36 (supl. 1): 275
- FROSSASCO, G., GILI, M.G., CASAGRANDE, M.N., BRUNETTI, M.A., GARCÍA, F., SCORCIONE TURCATO, M.C. Y MARTÍNEZ FERRER, J. 2016. Efecto de la inclusión de granos de destilería de maíz húmedos o secos en dietas de engorde sobre la respuesta animal y características de carcasa de toritos Holando. *Rev.arg.prod.anim.* 36 (supl. 1): 276
- GALLARDO, M. 2008. Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes. XXI Curso internacional de lechería para profesionales de América Latina, pp 153-162. 1016/j.anifeedsci.2010.06.005
- GALLARDO, M. 2014. Ganadería de Precisión: Uso de subproductos de la agroindustria. 5° jornada nacional de forraje. INTA

- GARCIA, A., K. KALSCHUR, A. HIPPEN, Y D. SCHINGOETHE. 2008. "Mycotoxins in Corn Distillers Grains: A Concern in Ruminants?" South Dakota State University Extension. Disponible en: http://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1134&context=extension_extra
- Extra, ExEx4038, MarchHeath, M. 24/9/2013. ANALISIS-Producción de etanol despega en Argentina de la mano del maíz. Pág. Reuters América Latina. <http://lta.reuters.com/article/domesticNews/idLTASIE98N08V20130924>
- HOLLMANN, M. ALLEN, D.S, BEEDE, D.K. 2011. Dietary protein quality and quantity affect lactational responses to corn distillers grains: A meta-analysis. Journal of Dairy Science, Volume 94, Issue 4 , 2022 - 2030
- LIU, C. SCHINGOETHE, D.J., STEGEMAN, G.A. 2000. Corn distillers grains versus a blend of protein supplements with or without ruminally protected amino acids for lactating cows. J. Dairy Sci., 83 (2000), pp. 2075–2084
- NICHOLS, J.R., D.J. SCHINGOETHE, H.A. MAIGA, M.J. BROUK, AND M.S. PIEPENBRIK. 1998. Evaluation of corn distillers grains and ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 81:482
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th Rev.Ed. National Academy of Science, Washington, D.C.
- RÉ, F .2015. Etanol una oportunidad para Córdoba. La voz del interior. <http://www.lavoz.com.ar/negocios/etanol-una-oportunidad-para-cordoba>.
- SCHINGOETHE, D., GARCÍA, A., KALSCHUR, K., HIPPEN, A. Y ROSENTRATER, K. 2012. El azufre en los granos de destilería para alimentación de ganado lechero. Sitio Argentino de Producción Animal. (Disponible:http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/68-azufre_destileria.pdf)
- SCHROEDER, J. W. 2010. Granos de destilería suplemento energético y proteico para el ganado lechero. North Dakota State University. (Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/70-Granos_Destileria.pdf).
- U.S. GRAIN COUNCIL. 2012. A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS). Tercera edición. Disponible en: http://www.ddgs.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@ansci/documents/asset/cfans_asset_417244.pdf
- VANNESS, S.J., T.J. KLOPFENSTEIN, G.E. ERICKSON, AND K.K. KARGES. 2009. Sulfur in Distillers Grains. Nebraska Beef Report, University of Nebraska-Lincoln, p. 79-80.
- VERGANI, G. 2004. La industria del etanol a partir del maíz: ¿Es factible su desarrollo en la Argentina? MAIZAR – V&A Desarrollos empresarios.
- WEIGEL, J.; LOY, D.; & KILMER, L. 2004. Los coproductos alimenticios derivados del proceso de la molienda húmeda del maíz. Washington D.C.: Iowa Corn Promotion Board http://www.grainslta.org/wp-content/uploads/2014/03/Spanish_Feed_Co-Products_Final.pdf
- WHITNEY, M. H., M. J. SPIEHS, AND G. C. SHURSON. 2001. Availability of phosphorus in distiller's dried grains with solubles for growing swine. J. Anim. Sci. 79(Suppl. 1):108. (Abstr.)
- YOUNG, M. 2008. Using dried distillers grains with solubles (DDGS) in swine diets. In of the London Swine Conference (p. 107)

NUTRICIÓN

UREA PROTEGIDA ¿CUÁN PROTEGIDA DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL *IN VITRO*?

Salado, E.E.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
salado.elay@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El nitrógeno no proteico (NNP) puede ser usado eficazmente como fuente de nitrógeno por los microorganismos ruminales en dietas para bovinos de leche y carne. La urea es la fuente de NNP más usada en la alimentación de rumiantes, debido a su bajo costo y a su equivalente proteínico elevado (281%). Sin embargo, su rápida hidrólisis y conversión a amoníaco en rumen ocasionan un uso ineficiente del nitrógeno por los microorganismos y generan riesgos de intoxicación, limitando su uso a bajas dosis (Satter y Roffler, 1975). Recientemente han aparecido productos comerciales a base de urea tratada para reducir la velocidad de degradación ruminal del nitrógeno (UP). La utilización de UP reduciría los efectos negativos ocasionados por la urea común y permitiría mayores niveles de inclusión en la dieta sustituyendo fuentes de proteína vegetal, las cuales son de alto costo, mejorando el sincronismo de nutrientes en el rumen. El objetivo del estudio fue evaluar el grado de protección de la degradación ruminal de la UP, para lo cual se comparó la cinética de degradación *in vitro* de 4 fuentes de nitrógeno (tratamientos): dos UP comerciales (UP X y UP Y) con precios de mercado dispares, urea sin protección (U, control negativo) y harina de soja peletizada (PS, control positivo).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron submuestras de las bolsas conteniendo las distintas fuentes de nitrógeno para conformar una muestra representativa de cada fuente de nitrógeno, las cuales fueron posteriormente analizadas. La digestión ruminal se realizó en un equipo Daisy^{II} Incubator (ANKOM Technology) (Brons y Plaizier, 2005). Las muestras de las 4 fuentes de nitrógeno y el inóculo se prepararon siguiendo las instrucciones del manual del equipo. El rumen provino de una vaca lechera alimentada (base MS) con heno de alfalfa (70%) y grano de maíz (30%). Cada muestra se corrió 10 veces por duplicado y los horarios de extracción fueron (0, 2, 4, 8, 12, 16 y 32 horas de incubación). Para estimar los parámetros de la cinética de degradación del nitrógeno total (NT) se utilizó un modelo exponencial con tiempo de retardo (Ørskov y McDonald, 1979), empleando el procedimiento NLMIXED de SAS.

Para determinar las diferencias entre tratamientos en la degradación del NT a través del tiempo se realizó un análisis de medidas repetidas (horas), utilizando el procedimiento MIXED de SAS. Las medias se compararon mediante el test LSD ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de NT (%) de las 4 fuentes de nitrógeno fueron: 41,9, 41,2, 40,6 y 7,4, para U, UP X, UP Y y PS, respectivamente. La fracción soluble (FS) de las dos UP resultó inferior (28-32 puntos porcentuales) a la de U, pero muy superior (61-65 puntos porcentuales) a la de PS (Tabla 1). Se observa además una alta variabilidad (σ^2) que podría explicarse por la ruptura parcial de la capa protectora de las muestras de UP.

Tabla 1. Parámetros asociados a la cinética de degradación del NT de 4 fuentes de nitrógeno.

Parámetros	U	UP X	UP Y	PS
Fración soluble (FS), %	99,32	67,22	71,49	6,63
Fración insoluble (FI), %	0,67	32,14	26,71	56,43
Tasa de digestión (kd)	9,83	4,00	11,91	0,03
FPD ¹ , %	99,99	99,36	98,20	63,06
Varianza del modelo (σ^2)	0,38	120,06	61,76	52,06

¹Fración potencialmente degradable (FS+FI).

El NT de UP X alcanzó su máxima degradabilidad a las 2 horas de incubación (99,4%) mientras que el de UP Y a las 4 horas (98,6%), luego de lo cual la FI permaneció constante a través del tiempo (Figura 1). Se detectó interacción tratamiento x hora de incubación ($P < 0,01$). A las 2 horas la degradabilidad del NT de UP Y (93,2%) y PS (13,4%) resultaron significativamente inferiores ($P < 0,05$) a U (100%), mientras que la de UP X (99,4%) resultó similar ($P > 0,05$) y a partir de las 4 horas sólo la degradabilidad del NT de PS se diferenció ($P < 0,05$) de U (100, 99,1, 98,6 y 17,1%, para U, UP X, UP Y y PS, respectivamente). A su vez, la degradabilidad del NT de PS a las 32 horas de incubación (46,9%) resultó inferior (20-24 puntos porcentuales) a la FS de las UP, indicando la naturaleza contrastante de la cinética de degradación de estas fuentes de nitrógeno.

Estos resultados están en sintonía con lo informado por estudios previos (Galo *et al.*, 2003; Duque *et al.*, 2009; Neto *et al.*, 2013). Con el objetivo de determinar el efecto de la urea de liberación lenta (Optigen 1200) sobre la retención de nitrógeno, el crecimiento microbiano en rumen, la producción y composición de leche en vacas Holstein en lactancia media produciendo 35 kg leche día⁻¹, Galo *et al.* (2003) evaluaron tres dietas conteniendo 17,9%, 18,1% y 16,4% de PB y 0%, 0,77% y 0,77% de Optigen 1200, respectivamente. La hipótesis planteada fue que la urea de liberación lenta reduciría la excreción de nitrógeno por efecto de una mejora en la utilización del mismo por parte de los microorganismos ruminales. Los resultados mostraron que la utilización de urea protegida no tuvo efecto ($P > 0,05$) sobre el consumo de MS, la síntesis de proteína microbiana, la producción de leche y las concentraciones de grasa y proteína. Debido a esto, los autores concluyeron que Optigen 1200 no fue efectivo en reducir la excreción de nitrógeno. Este resultado estaría explicado por una ruptura parcial de la capa protectora y una rápida liberación de la urea cuya tasa de conversión a amonio en rumen resultó superior a la tasa de digestión de los carbohidratos de la dieta, afectando así la utilización del amonio por las bacterias ruminales (Galo *et al.*, 2003). Cabe aclarar que para determinar si la capa protectora de Optigen 1200 había sido dañada durante el proceso de mezclado de la ración en el mixer, los autores realizaron un estudio *in vitro* para evaluar la tasa de liberación del NT contenido en muestras de Optigen 1200 aisladas del concentrado utilizado en el ensayo, utilizando como control negativo muestras de Optigen 1200 obtenidas directamente del fabricante y como control positivo muestras de urea común. A la hora de incubación, las cantidades de NT liberado por la urea protegida utilizada en el ensayo y la urea protegida que no había sido mecánicamente manipulada fueron de 250 y 200 mg/dl, respectivamente, representando un 83% y un 67% del NT liberado por la urea común (300 mg/dl).

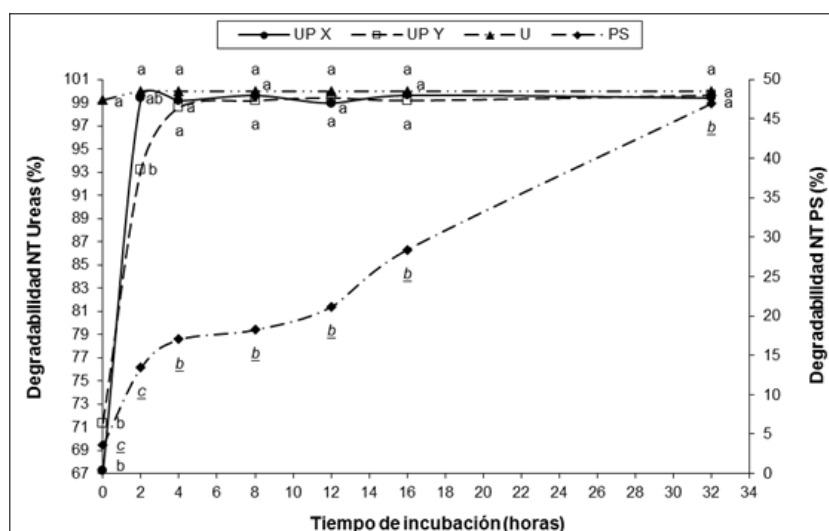


Figura 1. Degradabilidad in vitro del NT de cuatro fuentes de nitrógeno en función del tiempo de incubación. Se utilizaron las medias mínimas cuadráticas (LSMeans) para graficar la figura. Error estándar de las LSMeans = 2,42.

A su vez, Duque *et al.* (2009) evaluaron el efecto de la adición de urea protegida (Optigen 1200) y sin protección sobre la cinética de degradación *in vitro* del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) e informaron que no hubo evidencia de los efectos positivos de la utilización de la urea de liberación lenta sobre los parámetros asociados a la cinética de digestión ruminal de los sustratos en estudio, comportándose de igual manera que la urea sin protección. En línea con estos resultados, Wahrmund *et al.* (2007) evaluaron el efecto de dos suplementos proteicos (urea y Optigen II®) comparados con un tratamiento control (sin suplementación proteica) en vacas Brahman pastoreando pasto bahía (*Paspalum notatum*) e informaron que la suplementación con urea de liberación lenta (Optigen II®) fue tan efectiva como la urea común para mantener la *performance* de las vacas, detectándose sólo una tendencia ($P = 0,15$) a una menor concentración plasmática de nitrógeno ureico al final del ensayo en las vacas suplementadas con Optigen II®.

Más recientemente, Neto *et al.* (2013) evaluaron los efectos del reemplazo de harina de soja con niveles crecientes (0,50, 1,0 y 1,6% en base MS) de 2 fuentes de NNP de diferente degradabilidad ruminal (urea y Optigen II®) en la dieta de vacas cruce Holstein x Cebú alimentadas con caña de azúcar cortopizada como forraje base y concluyeron que ambas fuentes de NNP pueden ser usadas en las dietas de vacas lecheras produciendo hasta 25 kg leche día⁻¹ sin afectar la producción y composición de la leche.

Finalmente, en el ámbito local, Vittone *et al.* (2013) evaluaron los efectos del reemplazo de expeller de soja por niveles crecientes (100, 150 y 200 g día⁻¹) de urea protegida de liberación controlada (Nitrum24®) como única fuente de proteína sobre la *performance* de vaquillonas Hereford terminadas a corral con una ración a base de grano de maíz entero y grano de sorgo molido (relación 70:30) y no encontraron diferencias significativas entre tratamientos, concluyendo que es posible corregir los niveles de PB de la dieta con Nitrum24® en raciones de terminación sin fibra manteniendo una óptima *performance* animal. Sin embargo, este estudio presenta algunas limitaciones de diseño que no permitirían ser concluyentes. Los tratamientos no fueron isonitrogenados. Cada ración tuvo un contenido de PB distinto que varió desde 13,3 hasta 17,02%, generando así efectos confundidos (distintos niveles de proteína degradable en rumen y distintos niveles de PB) sobre los resultados obtenidos que no se pueden despejar. Además, hubiese sido importante incluir un tratamiento conteniendo urea sin proteger como testigo, sobre todo considerando que hay estudios que

demonstraron que la urea sin proteger puede sustituir completamente fuentes de proteína verdadera en raciones de terminación de novillos sin afectar la respuesta productiva, aún con elevados niveles de inclusión (1,60-1,95% base MS) de urea (Zinn *et al.*, 1994; Magalhães *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

Para las muestras analizadas, la capa protectora redujo la fracción soluble de las dos ureas protegidas. Sin embargo, a las 2 horas de incubación alcanzaron valores de degradabilidad del NT mayores al 93%, cercanos a los de la urea sin proteger y muy superiores a los valores de la harina de soja, lo cual limitaría su uso como sustitutos de esta fuente de proteína vegetal, comportándose de manera similar que la urea no protegida.

BIBLIOGRAFÍA

- BRONS, E. Y PLAIZIER, J.C. 2005. Comparisons of methods for in vitro dry matter digestibility of ruminant feeds. *Can J. Anim. Sci.* 85: 243–245.
- DUQUE, M., NOGUERA, R.R. Y RESTREPO, L.F. 2009. Efecto de la adición de urea protegida y sin protección sobre la cinética de degradación *in vitro* del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 21, Article #58. Retrieved August 10, 2018, from <http://www.lrrd.org/lrrd21/4/duqu21058.htm>
- GALO, E., EMANUELE, S.M., SNIFFEN, C.J., WHITE, J.H. Y KNAPP, J.R. 2003. Effects of polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86: 2154 – 2162.
- MAGALHÃES, K.A., VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R., PAULINO, M.F. Y VALADARES, R.F.D. 2006. Performance, digestibility and carcass characteristics of feedlot dairy steers fed diets with different urea levels. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, n.5, p.860-867.
- NETO, J.A.F., REIS, R.B., SAMPAIO, I.B.M., SATURNINO, H.M., SOUSA, B.M. Y MOREIRA, E.M. 2013. Production and composition of milk from cows fed sugarcane supplemented with no protein nitrogen sources of different ruminal degradability. *ARS VETERINARIA*, Jaboticabal, SP, v.29, n.1, 052-059.
- ØRSKOV, E.R. Y MCDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.* 92: 499-503.
- SAS INSTITUTE INC. 2010. SAS/STAT® User's Guide (2002-2010). SAS Institute, Cary, NC, USA.
- SATTER, L.D. Y ROFFLER, R.E. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58:1219–1237.
- VITTONI, J.S., LADO, M., OLIVERA, C.F., BURMANN ALVES, T. Y BIOLATTO, A. 2013. Performance animal utilizando urea protegida (NITRUM24®) como único aporte proteico en raciones de engorde a corral sin fibra efectiva. XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría. 13 y 14 de junio de 2013. Paysandú, R.O.U. Anuario pp 131-132.
- WAHRMUND, J., BRITO DE ARAUJO, D., HERSOM, M. Y ARTHINGTON, J. 2007. Evaluation of Optigen II® as a Source of Rumen Degradable Protein for Mature Beef Cows. *Florida Beef Report Proc.* Gainesville, FL. 61 – 63 p. http://www.animal.ufl.edu/extension/beef/beef_cattle_report/2007/Nutrition7.pdf
- ZINN, R.A., BORQUEZ, J.L. Y PLASENCIA, A. 1994. Influence of Levels of Supplemental Urea on Characteristics of Digestion and Growth Performance of Feedlot Steers Fed a Fat Supplemented High-Energy Finishing Diet. *The Professional Animal Scientist* 10: 5-10.

ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS CON RACIONES PARCIALMENTE MEZCLADAS

Salado, E.E.; Cuatrin, A.L.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
salado.elay@inta.gob.ar

Al igual que en otros países, Argentina está avanzando hacia sistemas de producción de leche más intensificados con diversas variantes. Este fenómeno podría explicarse por el hecho de que los productores de leche argentinos están buscando maneras de liberar tierras para la agricultura, principalmente para el cultivo de la soja (*Glycine max*) que se considera una actividad más rentable y más simple que la producción de leche (Descalzo *et al.*, 2012). En tal sentido, los sistemas de alimentación basados en el uso de pasturas están siendo gradualmente reemplazados por sistemas confinados, en los cuales se les suministran a las vacas lecheras forrajes conservados (silaje y heno) y concentrados a base de granos de cereales y subproductos de la agroindustria bajo la forma de una ración total mezclada (TMR, por sus siglas en inglés). En este contexto, el confinamiento de las vacas lecheras en nuestro país está recibiendo actualmente particular atención (Gastaldi *et al.*, 2015).

Los sistemas estabulados basados en TMR permiten la expresión del potencial de producción en vacas de alto mérito genético y mejorarían la eficiencia de conversión en rodeos lecheros aunque con costos de alimentación superiores, representando más del 50% de los costos totales de producción (Vibart, 2006). Además de los menores costos de producción (Dillon *et al.*, 2008), los sistemas pastoriles se caracterizan por un bajo impacto ambiental (White *et al.*, 2001) comparados con los sistemas confinados, pero presentan limitaciones nutricionales que impiden la expresión del potencial de producción a vacas de alto mérito genético (Kolver, 2003).

Una alternativa de intensificación es la combinación de TMR y pastoreo, lo cual se conoce como ración parcialmente mezclada (PMR, por sus siglas en inglés) debido a que la pastura es cosechada en forma directa por las vacas y no forma físicamente parte de la TMR. Este sistema de alimentación semi-confinado podría ser una alternativa útil para los productores lecheros que evalúan la transición hacia la adopción de sistemas confinados y su implementación permitiría obtener ventajas parciales de ambos sistemas (pastoril y confinado). El uso de la pastura reduciría la cantidad de TMR en la ración total y en consecuencia el costo de alimentación pudiendo mejorar la salud del rodeo (Soriano *et al.*, 2001; Washburn *et al.*, 2002). Al respecto, es importante mencionar que un informe elaborado por INTA a partir de un relevamiento de 118 tambos de las principales cuencas lecheras del país reveló que el 48% de los productores lecheros encuestados utiliza PMR (Gastaldi *et al.*, 2015).

La mayoría de los estudios publicados evalúan sistemas que consisten en TMR vs. alguna combinación de pastura más concentrado o TMR. Tales comparaciones incluyen TMR vs. una dieta puramente pastoril (Kolver y Muller, 1998; Kolver *et al.*, 2002), TMR vs. pastura más concentrado (White *et al.*, 2002; Fontaneli *et al.*, 2005), TMR vs. pastura durante la mañana o la tarde más TMR (Soriano *et al.*, 2001) y TMR vs. pastura más concentrado vs. una combinación de pastura con TMR (Bargo *et al.*, 2002).

La información sobre la respuesta zootécnica esperable en sistemas de alimentación combinando distintas proporciones de TMR y pastura es escasa (Vibart *et al.*, 2008; Morales-Almaráz *et al.*, 2010; Fajardo *et al.*, 2015; Quilaguy *et al.*, 2015).

Con el objetivo de analizar la información disponible hasta la fecha de una manera integrada, las respuestas en producción de leche (kg día⁻¹), consumo de MS (CMS, kg día⁻¹) y eficiencia de conversión

(EC, kg Leche kg MS⁻¹) en función de distintas proporciones de pastura y TMR (%), obtenidas de las publicaciones revisadas, fueron analizadas por regresión lineal contemplando el efecto del estudio como factor aleatorio (St-Pierre, 2001). Dicho ajuste contempla el hecho que generalmente hay grandes diferencias entre ensayos (diferentes diseños experimentales, estados fisiológicos de las unidades experimentales, métodos de medición y técnicas de laboratorio), dando lugar a mejores ecuaciones de predicción de los sistemas biológicos y a una descripción más precisa de sus errores de predicción (St-Pierre, 2001).

Adicionalmente, los resultados obtenidos a partir de un estudio realizado en la EEA Rafaela del INTA (Salado *et al.*, 2018), cuyo objetivo fue evaluar el efecto del reemplazo creciente de pastura de avena por TMR sobre la respuesta productiva de vacas lecheras en un rango acotado de participación del pasto (75 a 25% del consumo de MS total), fueron comparados con los modelos de predicción obtenidos a partir de datos de la bibliografía.

Cabe aclarar que los animales utilizados en los trabajos revisados fueron de raza Holstein, en inicio o media lactancia y con un nivel de producción promedio al comienzo de los ensayos de 36,3 ± 6,9 kg leche vaca⁻¹ día⁻¹. A su vez, las pasturas utilizadas fueron de alta calidad.

Para la variable consumo de MS total, el modelo final de predicción obtenido fue: CMS total (kg día⁻¹) = 17,45 (±0,66) + 0,069 (±0,009) x CMS TMR (%) ($P < 0,01$; $R^2 = 0,61$; $n = 36$; Figura 1).

El modelo indica que el CMS total aumenta 0,69 kg día⁻¹ por cada 10% de incremento en el CMS de TMR, evidenciando un claro efecto de adición y equiparándose a lo que ocurre con la suplementación tradicional a base de concentrados. La ordenada al origen sugiere un consumo de MS total de 17,45 kg día⁻¹ cuando la alimentación es sólo a base de pastura valor levemente inferior (- 5%) al informado por Delagarde *et al.* (2001) en su trabajo de revisión (18,40 kg MS día⁻¹).

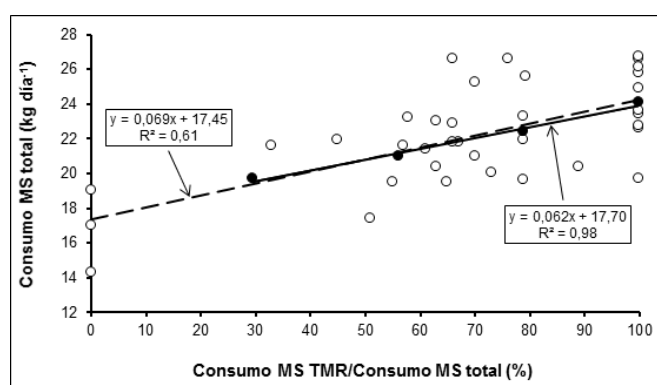


Figura 1. Consumo de MS en vacas lecheras alimentadas con distintas proporciones de pastura y TMR. Línea punteada y círculos claros (a partir de Kolver y Muller, 1998; Soriano *et al.*, 2001; Bargo *et al.*, 2002; Kolver *et al.*, 2002; Fontanelli *et al.*, 2005; Vibart *et al.*, 2008; Morales-Almaráz *et al.*, 2010; O'Neill *et al.*, 2011; Auld *et al.*, 2014; Fajardo *et al.*, 2015; Quilaguy *et al.*, 2015) y línea continua con círculos negros (a partir de Salado *et al.*, 2018).

Tomados en conjunto, los resultados obtenidos sugieren un efecto depresor de la pastura sobre el consumo total de MS cuando la misma es incluida como parte de las PMR, aun cuando la oferta de forraje no fue limitante del consumo de pastura y resultan predisponentes a amplificar el balance energético negativo en vacas de alto mérito genético en lactancia temprana. Deficiencias cualitativas en la composición química del forraje (déficit de MS y energía, exceso de FDN) y/o potenciales factores que afectan el comportamiento animal (restricción en el tiempo de acceso a la pastura y modificación del patrón normal de pastoreo impuesto por los horarios de encierro de las vacas) podrían haber contribuido a explicar los resultados obtenidos. Estos hipotéticos efectos fueron testeados por Fajardo *et al.* (2015)

comparando una o dos sesiones de pastoreo cuando suministraron una PMR compuesta por 50% de pastura y 50% de TMR. Las vacas del grupo con mayor tiempo de acceso a la pastura (6 h post-ordeño AM y 3 horas post-ordeño PM) pastorearon 50 minutos más con respecto al grupo con acceso restringido (6 h post-ordeño AM) logrando un mayor consumo de MS de pastura.

Para producción de leche, el modelo de predicción obtenido fue: Leche (kg día⁻¹) = 23,74 (±1,08) + 0,113 (±0,015) x CMS TMR (%) ($P < 0,01$; $R^2 = 0,60$; $n = 36$; Figura 2), indicando un incremento promedio de 1,13 kg día⁻¹ de leche por cada 10% de consumo adicional de TMR. Las vacas consumiendo sólo pastura tendrían una producción de leche estimada de 23,74 kg día⁻¹, valor cercano al informado por Delaby y Peyraud (1997) para vacas consumiendo pasturas de alta calidad en primavera (23,20 kg día⁻¹).

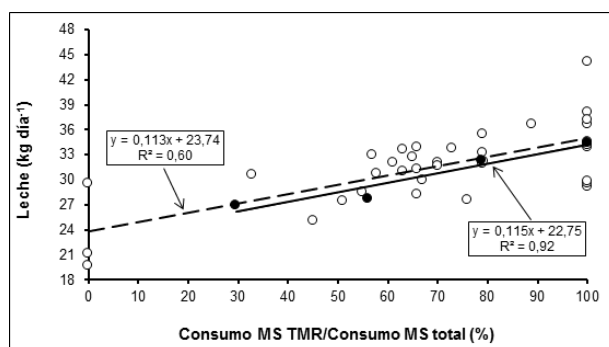


Figura 2. Producción de leche en vacas lecheras alimentadas con distintas proporciones de pastura y TMR. Línea punteada y círculos claros (a partir de Kolver y Muller, 1998; Soriano et al., 2001; Bargo et al., 2002; Kolver et al., 2002; Fontanelli et al., 2005; Vibart et al., 2008; Morales-Almaráz et al., 2010; O'Neill et al., 2011; Auld et al., 2014; Fajardo et al., 2015; Quilaguy et al., 2015) y línea continua con círculos negros (a partir de Salado et al., 2018).

Vale aclarar que al medir la respuesta productiva de una vaca lechera es fundamental comparar las cantidades de leche producidas con diferente contenido de sólidos, bajo un común denominador. Esto se efectúa mediante la fórmula de Tyrrel y Reid (1965) para corregir leches con diferentes tenores de grasa y proteína: leche corregida por energía (LEC) = kg leche × (383 × % grasa + 242 × % proteína + 783,2) / 3140.

Para la producción de LEC, el modelo de predicción obtenido (Figura 3) indicó un incremento de 0,99 kg día⁻¹ de leche por cada 10% de incremento en el consumo de MS de TMR.

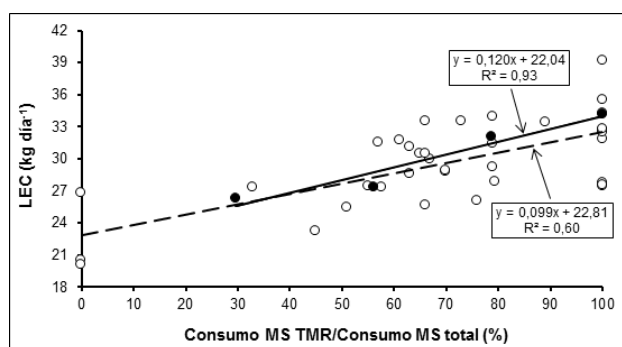


Figura 3. Producción de leche energía corregida (LEC) en vacas lecheras alimentadas con distintas proporciones de pastura y TMR. Línea punteada y círculos claros (a partir de Kolver y Muller, 1998; Soriano et al., 2001; Bargo et al., 2002; Kolver et al., 2002; Fontanelli et al., 2005; Vibart et al., 2008; Morales-Almaráz et al., 2010; O'Neill et al., 2011; Auld et al., 2014; Fajardo et al., 2015; Quilaguy et al., 2015) y línea continua con círculos negros (a partir de Salado et al., 2018).

Se detectó una amplia variación en la respuesta en producción de leche y LEC para los tratamientos 100% TMR (Figuras 2 y 3). Este fenómeno podría estar relacionado al potencial productivo de las vacas utilizadas (mérito genético) en los distintos ensayos y/o a la diferente respuesta del animal a una dieta determinada (interacción genotipo-ambiente). En este sentido, Kolver *et al.* (2002) demostraron que en condiciones de pastoreo las vacas Holstein Neocelandés (HN) tuvieron una mayor EC (3,4%) que la contraparte Americana (HA), mientras que en condiciones de confinamiento y alimentadas con TMR, las vacas HA fueron más eficientes (2,3%) que las vacas HN.

Cabe destacar que los resultados de consumo de MS, producción de leche y LEC obtenidos en nuestro estudio (Salado *et al.*, 2018; líneas continuas en Figuras 1, 2 y 3) se ajustaron a los modelos estimados a partir de datos de la bibliografía (líneas punteadas en Figuras 1, 2 y 3), siendo sus rectas paralelas y coincidentes (tanto el efecto ensayo como la interacción ensayo x respuesta resultaron no significativos, $P > 0,05$).

No se detectó ninguna relación entre el nivel de consumo de TMR y la EC (Figura 4). El modelo de regresión entre estas dos variables resultó no significativo ($P = 0,62$).

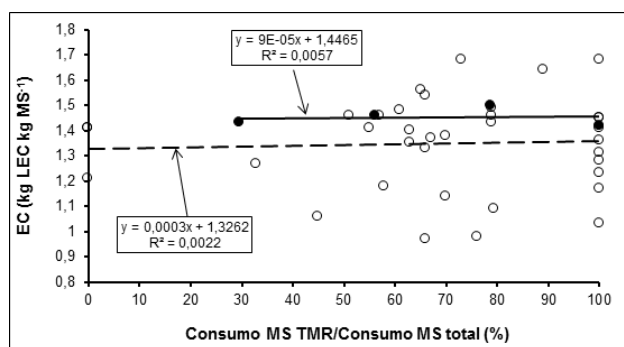


Figura 4. Eficiencia de conversión (EC) en vacas lecheras alimentadas con distintas proporciones de pastura y TMR. Línea punteada y círculos claros (a partir de Kolver y Muller, 1998; Soriano *et al.*, 2001; Bargo *et al.*, 2002; Kolver *et al.*, 2002; Fontanelli *et al.*, 2005; Vibart *et al.*, 2008; Morales-Almaráz *et al.*, 2010; O'Neill *et al.*, 2011; Auld *et al.*, 2014; Fajardo *et al.*, 2015; Quilaguy *et al.*, 2015) y línea continua con círculos negros (a partir de Salado *et al.*, 2018).

El análisis integral de la información disponible indica que la producción de leche y el CMS total aumentan linealmente con el nivel de inclusión de TMR en la dieta en reemplazo de pastura, mientras que no se observa ninguna asociación entre la EC y el nivel de consumo de TMR. Esto sugiere que la diferencia en producción de leche a favor de las dietas con mayor proporción de TMR estaría asociada a un mayor CMS. Coincidentemente, Kolver (2003) indicó que en vacas de alto mérito genético, el 61% de la diferencia en producción de leche a favor de un sistema confinado con suministro de TMR con respecto a uno puramente pastoril se explicaría por el menor CMS de las vacas en pastoreo, mientras que el costo energético adicional asociado a la actividad de pastoreo y a la eliminación del exceso de urea explicarían sólo el 24% y el 12%, respectivamente.

Finalmente, las ecuaciones de predicción obtenidas aportan información práctica para asesores, productores e investigadores en modelación a fines de seleccionar una opción conveniente de acuerdo a las circunstancias económicas del contexto.

BIBLIOGRAFÍA

- AULDIST, M.J., MARETT, L.C., GREENWOOD, J.S., WRIGHT, M.M., HANNAH, M., JACOBS, J.L. Y WALES, W.J. 2014. Replacing wheat with canola meal in a partial mixed ration increases the milk production of cows grazing at a restricted pasture allowance in spring. *Anim. Prod. Sci.* 54: 869–878.
- BARGO, F., MULLER, L.D., DELAHOY, J.E Y CASSIDY, T.W. 2002. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 85: 2948–2963.
- DELABY, L. Y PEYRAUD, J.L. 1997. Influence of concentrate supplementation strategy on grazing dairy cow's performance, in: Christie B.R. (Ed.), *Proceedings of the XVIII International Grassland Congress*, Winnipeg, Canada, 1997, pp. 137–138.
- DELAGARDE, R., PRACHE, S., D'HOOR, P. Y PETIT, M. 2001. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. *Fourrages* 166, 189–212.
- DESCALZO, A.M., ROSSETTI, L., PÁEZ, R., GRIGIONI, G., GARCÍA, P.T., COSTABEL, L., NEGRI, L., ANTONACCI, L., SALADO, E., BRETSCHNEIDER, G., GAGLIOSTRO, G., COMERÓN, E. Y TAVERNA, M.A. 2012. Differential characteristics of milk produced in grazing systems and their impact on dairy products. In: Chaiyabutr N (ed.), *Milk Production – Advanced Genetic Traits, Cellular Mechanism, Animal Management and Health*, pp. 339–368. InTech, Rijeka.
- DILLON, P., HENNESSY, T., SHALLOO, L., THORNE, F. Y HORAN, B. 2008. Future outlook for the Irish dairy industry: A study of international competitiveness, influence of international trade reform and requirement for change: Review. *Int. J. Dairy Technol.* 61: 16-29.
- FAJARDO, M., MATTIAUDA, D.A., MOTTA, G., GENRO, T.C., MEIKLE, A., CARRIQUIRY, M. Y CHILIBROSTE, P. 2015. Use of mixed rations with different access time to pastureland on productive responses of early lactation holstein cows. *Livestock Science* 181: 51-57.
- FONTANELI, R.S., SOLLENBERGER, L.E., LITTELL, R.C. Y STAPLES, C.R. 2005. Performance of lactating dairy cows managed on pasture-based or in freestall barn-feeding systems. *J. Dairy Sci.* 88: 1264–1276.
- GASTALDI, L., LITWIN, G., MAEKAWA, M., CENTENO, A., ENGLER, P., CUATRIN, A., CHIMICZ, J., FERRER, J.L. Y SUERO M. 2015. El tambo argentino: una mirada integral de los sistemas de producción de leche de la Región Pampeana. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_el_tambo_argentino_mirada_integral_sis_prod_leche_pamp_abril_2015.pdf
- KOLVER, E.S. 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. *Proc. Nutr. Soc.* 62: 291-300.
- KOLVER, E.S. Y MULLER, L.D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing ó Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81: 1403–1411.
- KOLVER, E.S., ROCHE, J.R., DE VETH, M.J., THORNE, P.L. Y NAPPER, A.R. 2002. Total mixed rations versus pasture diets: Evidence for a genotype x diet interaction in dairy cow performance. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 62: 246-251.
- MORALES-ALMARÁZ, E., SOLDADO, A., GONZÁLEZ, A., MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A., DOMÍNGUEZ-VARA, I., DE LA ROZA-DELGADO, B. Y VICENTE, F. 2010. Improving the fatty acid profile of dairy cow milk by combining grazing with feeding of total mixed ration. *J. Dairy Res.*, 77: 225–230.
- O'NEILL, B.F., DEIGHTON, M.H., O'LOUGHLIN, B.M., MULLIGAN, F.J., BOLAND, T.M., O'DONOVAN, M. Y LEWIS, E. 2011. Effects of a perennial ryegrass diet or total mixed ration diet offered to spring-calving Holstein-Friesian dairy cows on methane emissions, dry matter intake, and milk production. *J. Dairy Sci.* 94: 1941–1951.
- QUILAGUY, G.A. 2015. Respuesta productiva de vacas lecheras alimentadas con diferentes niveles de ración totalmente mezclada y pastura. Programa de Posgrado en Ciencias Agrarias. Curso de

- Posgrado en Producción Animal – Ciclo Académico 2009-2011. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Mar del Plata. Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce – INTA.
- SALADO, E.E., BRETSCHNEIDER, G., CUATRIN, A., DESCALZO, A.M. Y GAGLIOSTRO, G.A. 2018. Productive Response of Dairy Cows Fed with Different Levels of Totally Mixed Ration and Pasture. *Agricultural Sciences*, 9, 824-851. <https://doi.org/10.4236/as.2018.97058>
- SORIANO, F.D., POLAN, C.E Y MILLER, C.N. 2001. Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 84: 2460–2468.
- ST-PIERRE, N.R. 2001. Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *J. Dairy Sci.* 84: 741–755.
- TYRRELL, H.F. Y REID, J.T. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *J. Dairy Sci.* 48: 1215–1223.
- VIBART, R. 2006. Performance of Lactating Dairy Cows Fed Varying Levels of Total Mixed Ration and Pasture. PhD. Thesis. Graduate Faculty of North Carolina State University, Animal Science and Poultry Science, Raleigh, North Carolina.
- VIBART, R.E., FELLNER, V., BURNS, J.C., HUNTINGTON, G.B. Y GREEN, J.T. (JR.). 2008. Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *J. Dairy Res.*, 75: 471-480.
- WASHBURN, S.P., WHITE, S.L., GREEN, J.T. (JR.) Y BENSON, G.A. 2002. Reproduction, mastitis, and body condition of seasonally calved Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems. *J. Dairy Sci.* 85: 105–111.
- WHITE, S.L., BENSON, G.A., WASHBURN, S.P. Y GREEN, J.T. (JR.). 2002. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 85: 95–104.
- WHITE, S.L., SHEFFIELD, R.E., WASHBURN, S.P., KING, L.D. Y GREEN, J.T. (JR.). 2001. Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture system. *J. Environ. Qual.* 30: 2180–2187.

ACTUALIZACIÓN DEL TEMA "CONSUMO" EN VACAS LECHERAS

Comeron, E.; Tieri, M.P.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
comeron.eduardo@inta.gob.ar / fliacomeron@arnet.com.ar

1.- Factores que afectan el consumo en rumiantes

- Existen dos grupos de estímulos intrínsecos que pueden provocar una realimentación o feedback al sistema de control central de los rumiantes para limitar su consumo de alimentos: Estímulos provocados por los procesos de absorción y metabolismo de nutrientes de los alimentos ingeridos (CONTROL METABÓLICO), y
 - Estímulos provocados por la distensión del aparato digestivo ante la presencia del alimento (CONTROL FÍSICO). En esta situación el consumo de alimentos está determinado por dos factores:
 - La capacidad del aparato digestivo (retículo-rumen)
 - La tasa de desaparición de la digesta en el retículo-rumen

El consumo es el primer criterio a considerar cuando se formulan dietas para vacas lecheras. Especialmente en aquellas de alta producción donde a veces se hace imposible cubrir los requerimientos de energía.

Una forma de abordar el tema de consumo consiste en agrupar a los factores que lo afectan según:

- **las características de los animales** (peso, edad, nivel de producción).
- **las características del alimento** (valor nutritivo).

Estos factores están presentes tanto en condiciones de estabulación como en pastoreo aunque en el segundo caso los animales deben cosechar ellos mismos el forraje lo que provoca cambios en su comportamiento, incrementándose las necesidades por un aumento de la actividad voluntaria e incorporándose otros factores que afectan el consumo como:

- **la estructura de la pastura** (altura, densidad).
- **el modo de conducción del pastoreo** (nivel de asignación de pastura, sistema de pastoreo).
- **el ambiente.**

1.1.- Factores relacionados a las características de los animales

a.- Peso vivo y edad

La capacidad de ingestión de vacas lecheras aumenta, generalmente, con su peso vivo (PV) de 0,8 a 1,2 kg de materia seca (MS) por cada 100 kg de PV. Este rango que depende de la calidad del alimento utilizado y del sistema de suplementación practicado. Con raciones de alta ingestibilidad (cantidad ingerida de un forraje en particular cuando éste es ofrecido a voluntad) los incrementos pueden alcanzar hasta 2 kg de MS/100 kg PV. A PV idéntico, el consumo depende poco de la edad de la vaca, salvo en su primera lactancia, donde la ingestión es inferior en 1 o 2 kg de MS según paran a los 3 o 2 años respectivamente.

En condiciones de estabulación, se estableció una tendencia que indica que las vacas comen (en kg de MS) según un porcentaje del PV, entre 2,5 y 3,7 % para un rango de peso de entre 545 a 650 kg. Sin embargo, se considera que el porcentaje del PV por sí solo no ofrece una buena estimación del consumo.

Independientemente de la edad al parto, las primíparas ingieren alrededor de 0,5 kg MS de forraje menos que las múltiparas, para idéntico aporte de alimento concentrado y eliminando las diferencias del efecto nivel de producción y peso vivo. En condiciones de pastoreo rotativo, se determinó que ese efecto propio del número de lactancia sería de alrededor de 0,8 Kg de materia orgánica (MO) entre múltiparas y primíparas.

b.- Estado fisiológico

Las variaciones de la capacidad de ingestión durante el ciclo de lactación son menos importantes y su evolución, más "lenta" que las variaciones en los requerimientos o necesidades del animal (energía, proteína, calcio, fósforo).

La ingestión llega a un "plateau" (consumo máximo esperado = CME) durante el 3°-4° mes de lactancia. Pasado ese plateau disminuye la ingestión regularmente, siendo más importante en múltiparas que en primíparas (alrededor de 1 y 0,5 kg MS/mes, respectivamente).

En síntesis:

% del CME	75	65	70-85	90	90	100 % CME	90	80
Momento	8 mes Gestación	9 mes Gestación	Parto	30 DEL 1° mes	60 DEL 2°mes	3-4 meses	280 DEL	300 DEL

Con alimentación estabulada, Favardin, et al. (1987) demuestran que el pico de producción es alcanzado entre la 3ra y la 6ta semana de lactación, mientras que la máxima capacidad de ingestión ocurre entre la 12ª y la 16ª semana.

El balance energético es obligadamente negativo durante las primeras semanas de la lactancia y se vuelve netamente positivo en la segunda mitad. En efecto, después del parto las necesidades de energía para mantenimiento y producción son más elevadas que el consumo de energía.

c.- Nivel de producción

Reagrupando los datos obtenidos por tres equipos de Europa (122 datos) que utilizaron metodologías de estimación del consumo similares, se establecieron respuestas marginales del consumo del orden de +0,830 kg MO por kg de PL4C.

Se ha constatado que la variable producción de leche explica el 78% de la variación en consumo, observándose además que, dependiendo del tipo de alimentación, los incrementos en el consumo por kg de leche producido son del orden de 0,336 para raciones individuales "completas" a voluntad y de 0,421 kg para raciones con forrajes a voluntad más concentrado, respectivamente.

Peyraud y Delaby (2005) constataron que por encima de 15 litros de leche, las vacas producen el 60% de la leche esperada (potencial genético) cuando son solo alimentadas a pasto, pudiendo aumentar el consumo a razón de 0,250 kg por cada litro de leche. Por lo tanto, las vacas alimentadas exclusivamente a pasto no pueden expresar su potencial genético.

La pregunta que surge para responder es:

"Las vacas lecheras ¿producen más porque comen más? o ¿comen más porque producen más?"

Si se alimenta a las vacas de manera que en todo momento puedan expresar su potencial de producción, la variable PL o PL4C $[0,4 + (0,15 * GB)] * PL$ tendrá una buena calidad predictiva del consumo.

Por otra parte, la producción de leche observada puede constituir un buen indicador de las cantidades de alimento que ha sido ingerido, pero no permite prever la capacidad de ingestión de una vaca lechera a través de su lactancia.

En la práctica, se admite que cuanto más elevado sea el potencial de producción de una vaca se debe ofrecer una ración cada vez más ingestible para permitir la expresión del mismo. Es por ello que Faverdin et al (2007) recomiendan para mejorar la predicción del consumo prever la capacidad de ingestión a partir de la producción de leche potencial:

$$PL_{pot} = PL_{MaxPot} \times [1,04 - (0,69 e^{-0,90 \times SemL}) - (0,0127 \times SemL) - (0,50 \times e^{-0,12 \times (45 - SemG)})],$$

Donde: PL_{MaxPot} corresponde a la producción de leche observada en el pico de la lactancia, y $SemL$ y $SemG$, al estado de lactancia y de gestación expresados en semanas.

La energía ingerida constituye generalmente el principal factor que limita la producción de leche aún en principio de lactación (aporte importante de energía desde la movilización de reservas corporales). El aumento del consumo es a menudo el primer medio para incrementar ese aporte de energía y en consecuencia, elevar la producción de leche.

Otros factores como la nutrición proteica (o nitrogenada) pueden también incrementar la ingestión y por lo tanto, aumentar el aporte de energía sin variación de la cantidad o la proporción de alimentos concentrados en la ración (Faverdin et al, 2003). Estos efectos llegan a ser más importantes en vacas de muy alto potencial genético.

Con el objeto de valorizar la PB de la leche se puede expresar la misma como

$$\text{Leche Cor. Energía (kg/d)} = 0,250 (\text{kg leche}) + 12,2 (\text{kg GB}) + 7,7 (\text{kg PB})$$

El valor de LCE permite comparar eficiencias entre razas y estados de lactancia.

Finalmente, desde un punto de vista económico hay que determinar la **eficiencia de conversión (EC)**. Esta se obtiene de dividir la PL o la PLC4 o LCE por los kg de MS ingeridos. La EC varía positivamente con el nivel de producción, ya que diluye el costo de mantenimiento.

A continuación, en la Tabla 1, se presentan los valores de EC en función del estado de la lactancia

Tabla 1. Valores de EC en función del estado de la lactancia.

Días de lactancia	EC l/kg	Observaciones
<50 días	1,5 a 1,8	No mayor por fuerte movilización reservas
100-250 días	1,2 a 1,4	
>250 días	0,8 a 1,0	

Una explotación eficiente debería alcanzar un valor medio de 1,4 litros/kg MS. En Argentina, las metas están en el menor valor que figura según estado de lactancia.

Desde el parto hasta después del pico de producción de leche, la vaca descansa fuertemente sobre los depósitos corporales de grasa para llenar sus necesidades de energía para la lactancia.

Tabla 2. Balance calculado de energía para vacas lecheras con diferentes niveles de producción.

PL lactancia	PL al pico (l)	PL media (l)	Bce Energético DEL			Total EN lact Mcal	Pérdida de peso (kg/v)
			14	42	70		
			---- Mcal ENI/día -----				
6.000	30	19.6	-4.2	-1.5	1.0	138	15
7.000	35	22.9	-5.8	-3.3	-0.5	215	23
8.000	40	26.2	-7.6	-5.2	-2.3	346	37
9.000	45	29.4	-9,5	-7.4	-4.2	461	49
10.000	50	32.7	-11.6	-9.7	-6.2	700	75
						(b)	(a)

Referencias: 1 kg reserva corporal = 9,36 Mcal de ENI 1 kg TND= 4,41 Mcal ED
 Pérdida de peso (kg/v) = [(valor de "Total Mcal ENI" b)] dividido 9,36 Mcal de ENI

Hasta los 40 días posparto se produce la mayor movilización de reservas corporales. Si el cambio de CC es severo (más de 1 unidad) entre el parto y la inseminación, cae la eficiencia reproductiva (atraso de 1er ovulación; disminución de la tasa de concepción). En los dos primeros meses de lactancia, la cantidad movilizada es de 60 kg y representa entre el 50 y el 60% de la grasa corporal total. La tasa máxima de movilización es de 1,35 a 2,0 kg/d, donde el 66% de la grasa corporal será utilizada en el primer mes de lactación.

Para ampliar la información sobre la interacción alimentación, reproducción, producción, se sugiere la revisión efectuada por Comeron et al (2016)

1.2.- Factores relacionados a las características del alimento (con especial referencia a forrajes verdes)

a.- Características nutritivas (físicas y químicas)

La alatabilidad o apetibilidad designa las características del alimento que provocan la reacción de los sentidos del animal. Esta característica define el apetito del animal por el alimento y puede ser evaluada por la velocidad de ingestión. Las características físicas del alimento (tamaño de partículas, resistencia a la ruptura, contenido de MS, altura y densidad de la cubierta vegetal, etc.) participan en la respuesta de los sentidos e influyen en la facilidad de aprehensión y masticación. Los animales prefieren aquellos alimentos que presentan una forma que permite una ingestión rápida. El gusto y el olor son considerados como determinantes de la palatabilidad.

Como generalmente los rumiantes desarrollan sus preferencias por aquellos alimentos que le permiten alcanzar rápidamente un estado de saciedad elevada, la palatabilidad medida por la respuesta de los sentidos, integra su valor nutritivo.

Desde el punto de vista nutricional, un forraje está caracterizado por su valor nutritivo (energía, nitrógeno, minerales, etc) y por su ingestibilidad (cantidad voluntariamente ingerida por el rumiante que recibe ese forraje "ad libitum"). Estos dos parámetros dependen ante todo de las características físicas y químicas del alimento.

La digestibilidad de la materia orgánica (MO) determina el valor energético del forraje y depende esencialmente de la proporción y de la digestibilidad de las membranas (pared celular), así como de su grado de lignificación.

La evolución de la digestibilidad y la ingestibilidad de forrajes verdes en función de la familia, de la especie, del estado vegetativo (o edad de rebrote) y del ciclo de pastoreo, ha sido bien descrita con ovejas en condiciones de estabulación. A idéntica digestibilidad, la ingestibilidad de las leguminosas es superior a la de las gramíneas. Estas diferencias estarían ligadas a la velocidad de digestión, que es más elevada en las leguminosas.

El contenido de MS indigestible es el factor que en mayor medida limita el consumo. Dentro de ciertos límites, el consumo de MS se incrementa a medida que aumenta la digestibilidad de la dieta. El llenado del rumen parecería ser el factor limitante en el consumo cuando el forraje es el mayor constituyente de la dieta.

Sin embargo, la relación entre los nutrientes disponibles y el consumo voluntario en rumiantes tiene dos fases:

1) Hay una correlación positiva entre el contenido de energía disponible y la cantidad de alimento consumido para el caso de forrajes de pobre y mediana calidad.

2) Hay una correlación negativa entre forrajes de alta calidad y dietas con altas proporciones de concentrados. Cuando el animal ingiere dietas altamente digestibles, el "plateau" de consumo de energía y de MS decrece. Para el caso de dietas con alta proporción de concentrado, hay aparentemente factores metabólicos que toman preponderancia limitando el consumo de MS.

Resumiendo, el punto en el cual la digestibilidad deja de ser un factor limitante para el consumo de MS varía con los requerimientos de energía de las vacas determinado, en primer lugar, por los niveles de producción de leche. A medida que el potencial genético de las vacas aumenta, se necesitará una mejor calidad de dieta para que puedan expresarlo.

b.- Influencia del tipo de pasto (familia, especie y desarrollo de la planta)

Comparando pasturas de raigrás perenne y trébol rojo, se constató que la ingestión de la leguminosa es superior a niveles similares de oferta de pasto y sin limitantes del consumo. Este resultado puede explicarse en parte por el menor % de fibra detergente neutro (FDN) de la leguminosa y la mayor palatabilidad.

Finalmente, las pasturas tropicales solamente pueden igualar el consumo de las especies templadas cuando éstas últimas se encuentran en estados de desarrollo avanzado (es decir de menor digestibilidad).

c.- Influencia del porcentaje de MS o humedad del alimento

La cantidad de MS ingerida está ligada positiva y significativamente al % de MS de la planta. A igual estado de desarrollo, la ingestibilidad aumenta con el % de MS. El exceso de agua contenida en el pasto verde puede reducir el consumo por su poder de llenado ruminal.

El bajo consumo MS ha sido identificado como la principal limitante en la producción de leche de vacas de alta producción en sistemas pastoriles

En vacas lecheras, Comeron (1991) señala que el valor crítico por debajo del cual se afecta el consumo es del 18%, y se estima que por cada unidad porcentual por debajo de ese valor, el consumo cae a razón de 0,34 kg MS/día.

Por otra parte, Comeron (1991 y 1992) indica una disminución del consumo de 0,17 kg/d por cada porcentaje de incremento de humedad en una dieta que incluyó grano húmedo de maíz consumido desde 0 hasta 40% del total de MS de la ración. El efecto de la humedad sobre la ingestión fue menor cuando el alimento era pastura que cuando era silaje u otro alimento

Bargo (2002) reportó que vacas en lactancia temprana, pastoreando una pastura de alta calidad en la primavera, tuvieron un consumo de MS de 19.0 kg MS/v/d o 3.4% del peso vivo. Sin embargo, cuando se las comparó con vacas en una dieta total mezclada (TMR), las que estaban alimentadas en pasturas consumieron 4.4 kg menos de MS. Los consumos de MS y energía neta de lactancia (EN_L) fueron menores en las vacas en pastoreo. Sin embargo, los consumos de proteína bruta (PB) y FDN no difirieron entre ambos sistemas.

La diferencia en consumo de MS más que la diferencia en el contenido de energía de la pastura por kg de MS, pareció ser el principal factor responsable del menor consumo de energía y producción de leche. De acuerdo a una revisión de Bargo (2002), el consumo de MS de vacas lecheras no suplementadas aumentó de 17.7 kg/d o 2.9% a 20.5 kg/d o 3.4% del peso vivo cuando la disponibilidad de pastura aumentó de 25 a 40 kg MS/vaca/d.

El contenido de humedad de la dieta afecta el consumo, aunque su efecto es usualmente confundido con la depresión de la ingestión debido a la fermentación de alimentos de la dieta. No hay datos consistentes que indiquen que la ingestión total disminuya con un contenido de humedad de la dieta mayor al 50%. Se indica una disminución del consumo de 0,17 kg/d por cada porcentaje de incremento de humedad en una dieta que incluyó grano húmedo de maíz consumido desde 0 hasta 40% del total de MS de la ración. El efecto de la humedad sobre la ingestión fue menor cuando el alimento era pastura que cuando era silaje u otro alimento fermentado.

d.- Influencia de la digestibilidad del forraje

El efecto de la digestibilidad sobre el consumo ha sido frecuentemente observado con animales en estabulación y en pastoreo, aunque en éste último se agrega un factor suplementario que es la mayor posibilidad de selección que realizan los animales.

Cabe aclarar que las variaciones de ingestión y digestibilidad que resultaron de estos trabajos han sido confundidas con: a) efectos progresivos de contaminación de la pradera a causa de los pastoreos sucesivos, b) variaciones importantes de la cantidad de pasto ofrecido y de la cantidad de concentrado distribuido entre los períodos de evaluación. Por otra parte, la correlación obtenida entre la digestibilidad y el consumo ha sido muy baja en algunos trabajos ($r=0,29$) a pesar de utilizar un amplio rango de variación de la digestibilidad (de 60 a 80 %). También se observó una caída del 5% en el consumo ante una disminución importante de la digestibilidad (de 80 a 68%).

e.- Influencia del contenido de fibra del forraje

Recientes investigaciones indican que la cantidad de FDN en la dieta está negativamente correlacionada con el consumo de MS, llegando a proponerse hasta un sistema para estimar su consumo a partir de los valores de FDN. Cuando la concentración de FDN de la dieta superó el 25%, se produjo una disminución del consumo. Sin embargo, la variación en los valores fue importante y esto indica que el tamaño de partícula, la digestibilidad y la tasa de pasaje de la dieta estuvieron actuando.

Algunas premisas y valores a retener:

- * Del total de FDN de la ración, el 70-75% debe provenir del forraje.
- * La cantidad máxima de FDN no debe superar el 1,2% del peso vivo
- * No sobrepasar el 30% de la FDN en el total de la MS de la ración.
- * Asegurar que el 22% de la FDN del total de la MS de la ración provenga del forraje. Si el ensilaje de maíz participa con más del 25% del total de la dieta, se debe aumentar el valor a 24% (ejemplo, si la FDN es de 44%, entonces $24 / 44$ debo considerar el 50% del forraje para cubrir los requerimientos)

La otra fracción importante de la fibra es la FDA (celulosa y lignina) que está inversamente relacionada con la calidad. El requerimiento mínimo de FDA para permitir el funcionamiento del sistema ruminal oscila entre 19 y el 21% de la MS de la ración.

Finalmente, debe procurarse una fuente de fibra efectiva con características físicas capaces de estimular la digestión ruminal (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de partículas mayores a 3,8 cm según longitud teórica del corte (picado).

Long. teórica del corte (Picado)		% de partículas con + 3,8 cm
1 cm		15 a 20
0,7 cm	IDEAL	7 a 10
0,5 cm		<7

f.- Influencia del tipo de dieta

Las dietas completas *a voluntad* pueden resultar en un mayor consumo de MS que los sistemas convencionales donde el concentrado es ofrecido de manera restringida y el voluminoso, a voluntad.

En general, el aumento de la proporción de concentrado hasta el 60% de la MS de la dieta, eleva el consumo de alimentos (NRC, 2001)

La PB de la dieta afecta el consumo de manera positiva siendo más importante en valores bajos. Roffler et al (1986), citado por Comeron (1991), comprobaron que con dietas de 12% PB el incremento marginal de la ingesta de MS fue de +0,9 kg por cada unidad porcentual de PB que se incrementa. Mientras tanto, con dietas de 18% PB el incremento marginal es de solo +0,04 kg/+1%PB.

El valor de la PB de la dieta podría ser del 16%. Se debe suministrar el 60-65% de proteína degradable ruminal y el 35 a 40% de proteína no degradable ruminal (PNDR).

$$\text{Proteína metabolizable} = \text{Proteína Bacteriana} + \text{PNDR} + \text{Proteína endógena}$$

En cuanto a los carbohidratos no fibrosos (CNF), como almidón, azúcares y pectinas, no deben pasar del valor del 45%, ya que puede verse afectado el consumo. Se considera como óptimo el valor de 40% y como límite inferior el del 35%. Se recomienda que el consumo de CNF esté alrededor del 1,1 % del peso vivo.

1.3.- Factores asociados a la estructura de la pastura y al modo de conducción del pastoreo

Antes de comenzar a detallar el efecto de los factores asociados a la estructura de la pastura y al modo de conducción del pastoreo, es interesante hacer algunas consideraciones sobre el incremento de las necesidades de mantenimiento para estas condiciones.

a.- Incremento de las necesidades de mantenimiento en pastoreo

El incremento total del gasto de mantenimiento en pastoreo con respecto al de estabulación varía considerablemente según las condiciones del pastoreo. Dicho incremento sería del orden del 20 % de las necesidades en el caso de un pasto abundante y de buena calidad, y hasta un 60, 70 % con un pasto ralo y de menor calidad.

El pastoreo incrementa los gastos de mantenimiento del animal por:

- el costo de la actividad muscular debido al desplazamiento,
- la actividad inherente a la cosecha o captura del pasto, sin olvidar también la acción de los factores climáticos (termorregulación).

Incremento de las necesidades ligado al desplazamiento

Las necesidades suplementarias ligadas al desplazamiento son estimadas en 0,5 a 0,6 cal/kg de peso vivo (PV) y por metro horizontal, incrementándose con la velocidad de desplazamiento y sobre todo, con la pendiente del terreno (1,2 cal/kg de PV/m sobre una pendiente de 6 grados). En pastoreo,

esas necesidades suplementarias son muy variables porque las distancias recorridas varían mucho según el tipo de pastoreo. Se ha constatado que cuando la superficie disponible es multiplicada por 20 en pastoreo continuo comparado con un pastoreo en franja, la distancia recorrida por bovinos de 300 kg de peso se incrementa de 1900 a 5100 m/d. Como consecuencia de esto, el gasto ligado a la actividad física de los animales aumenta de 2080 a 2820 cal. La distancia recorrida en el potrero por una vaca que dispone de alrededor de 1000 m²/d se incrementa de 2000 a 3400 m/d cuando el pasto es ralo, es decir un gasto energético de 600 y 1020 kcal/d para una vaca de 600 kg. Por otra parte, el tiempo que el animal permanece parado es probablemente más importante en pastoreo que en estabulación. Se considera que este sobre costo energético es de 0,06 kcal/hora/kg de PV. Según distintos autores, el tiempo que el animal permanece parado puede variar de 12 a 18 horas y de 14 a 15 horas. Esto representaría un gasto energético de 540 kcal para una vaca de 600 kg.

Incremento de las necesidades ligado a la actividad de cosecha del pasto (*captura del material*)

El costo energético de la cosecha de pasto podría representar entre el 25 y el 50 % del suplemento energético requerido en pastoreo.

En estabulación, el gasto de energía para consumir un pasto ya cortado es significativamente menor. Esta diferencia está asociada a la duración de la ingestión. En efecto, el tiempo de pastoreo varía de 350 a 700 minutos con una media de 500 minutos, mientras que el tiempo de ingestión en estabulación varía de 250 a 350 minutos para las raciones muy ingestibles y excede muy raramente los 450 a 500 minutos para las raciones poco ingestibles, ricas en heno.

La energía necesaria para ingerir la ración es función del tiempo de pastoreo (TP) y de la energía gastada por unidad de tiempo de comida, la cual puede ser considerada como el producto de la energía gastada en cada bocado (EB) y la frecuencia de bocado (FB). La energía necesaria para ingerir un bocado es sin duda mucho más elevada en pastoreo que en estabulación porque el animal debe arrancar el pasto. Este aumento puede ser en parte compensado por una disminución de la FB. En efecto, la FB no excede los 60 bocados/minuto en bovinos en pastoreo mientras que en estabulación estos valores pueden llegar hasta 80 o 90 bocados/minuto. El gasto de energía por unidad de tiempo (EB x FB, expresado en kcal/minuto) es probablemente mayor en pastoreo que el valor medio de 0,54 kcal/kg de PV/h obtenido en estabulación.

b.- Estructura de la pastura (características no nutritivas)

Las diferencias de ingestibilidad observadas entre las especies en condiciones de pastoreo pueden no ser directamente comparables a aquellas observadas en estabulación, ya que estas diferencias dependen del porte de la planta (estructura espacial) y de las posibilidades de selección de ciertas partes del vegetal por parte de los animales.

Características de la cubierta vegetal en la oferta

La altura del pasto es el único factor que presenta una relación lineal y positiva con el consumo. La misma es más elevada en praderas tropicales que en templadas, pero la densidad de la cubierta vegetal (número de plantas por m²) es considerablemente más reducida. En estas condiciones, la densidad tiene una importancia mucho mayor sobre el consumo que la altura, mientras que en las pasturas templadas se observa el fenómeno inverso.

Características de la cubierta vegetal en el rechazo

La altura residual del pasto parece ser un buen criterio para tener una idea del grado de severidad del pastoreo y de las reacciones del animal a las condiciones que presenta la pastura.

Diversas investigaciones (efectuadas en gramíneas templadas y alfalfa) han podido establecer que la biomasa total rechazada está correlacionada al consumo ($r = 0,60$), así como la cantidad de pasto ofrecido por animal y por día ($r=0,70-0,80$).

Como información sistémica (Unidad de Producción de Leche Orgánica; EEA INTA Rafaela) resulta interesante señalar un ejemplo de "manejo no tradicional" de pasturas de alfalfa evaluada durante tres años en un sistema de producción de leche 100% pastoril. El sistema de manejo, basado en la observación de la biomasa rechazada, consistía en utilizar la pastura en franjas *paddock* de tres días de permanencia promedio pero con fechas de salidas flexibles (12 horas) según las características del rechazo (altura de tallo y presencia de hojas inferiores). En consecuencia, la permanencia del rodeo para un mismo *paddock* podía variar entre 1 día (pleno invierno) y 5 días de ocupación (fines de primavera). En promedio para los 3 años evaluados, este manejo según el rechazo, permitió una eficiencia de cosecha del 72% con una evolución normal de la densidad de plantas respecto al manejo tradicional.

c.- Modo de conducción del pastoreo

Este tema fue abordado por Comeron y Romero (2017), pero se consideró necesario incluir una síntesis del mismo para mantener la continuidad de los conceptos en esta publicación.

La variable central del modo de conducción del pastoreo se define como cantidad de pasto ofrecido o nivel de asignación de pastura (AP)

Para una biomasa dada, toda variación de la superficie ofrecida al animal va a traducirse en una variación en la cantidad de pasto ofrecido por animal o AP

Esta AP se puede expresar como:

- porcentaje del peso vivo,
- gramos de M por kg de PV o,
- kg de MS por vaca (más recomendable para vacas lecheras).

Si retenemos entonces la última expresión -y habiendo fijado previamente el nivel de intensidad de pastoreo deseado o eficiencia de cosecha o utilización de la pastura-, la AP se obtiene a partir de:

$$\frac{\text{Biomasa ofrecida (kg MS/ha)} \times \text{Superficie ofrecida (m}^2\text{/vaca)}}{10.000 \text{ m}^2\text{/ha}}$$

En la práctica, la incógnita resulta ser la "superficie asignada"- o sea el tamaño de la parcela a utilizar ya que la AP es un objetivo predeterminado y la "biomasa" es un dato.

En realidad, la noción de AP no es muy precisa. Ella depende fundamentalmente del método de medición. En el caso de gramíneas, cuando la biomasa es estimada con segadora, puede llegar a subestimar el pasto realmente ofrecido ya que los animales logran pastorear por debajo de la altura de corte en cargas muy elevadas o niveles de AP muy bajos. A la inversa, un corte a nivel del suelo sobrestima el pasto asignado porque los bovinos no pueden pastorear por debajo de 2 cm. En alfalfa, se considera que es más precisa la estimación de la biomasa cuando el corte se efectúa a 4-5 cm del suelo.

Independientemente de la especie, varios investigadores han permitido concluir en un efecto directo del nivel de asignación de pasto. Estos ensayos han establecido una relación asintótica entre AP y consumo. En efecto, a niveles bajos de AP la respuesta marginal de la ingestión es importante, disminuyendo a medida que se incrementan dichos niveles hasta hacerse nula.

Si bien en valores relativos se verifica siempre esa evolución asintótica entre la relación del nivel de AP con el consumo, en valores absolutos puede haber diferencias. Las mismas van a estar asociadas al efecto propio de un solo factor o, como sucede generalmente, al efecto combinado de varios de ellos

(potencial de producción del animal, calidad del pasto, composición botánica de la oferta, estación del año, estructura de la pastura, biomasa).

Eficiencia de cosecha o de utilización de la pastura

Se define la noción de eficiencia de pastoreo (EUP) como la relación entre el consumo de pasto y la cantidad ofrecida. Se estima que el consumo sería máximo para una eficiencia de pastoreo de alrededor del 50 %. Para el caso del raigrás perenne consideran que el nivel mínimo de AP (medido al ras del suelo) para obtener la máxima ingestión (y por ende, producción de leche) debe ser de dos veces el consumo máximo esperado (CME).

Delagarde y Donovan (2005), a partir de una selección de cinco ecuaciones denominadas: GrazFeed, GrazIn, Stockdale, Pature`IN, Comeron, obtenidas con vacas lecheras y describiendo el incremento curvilíneo del consumo de pastura (fundamentalmente raigrás) con la AP medida a ras del suelo, muestran lo siguiente:

- El consumo de pasto aumenta en promedio 0,20; 0,15 y 0,11 kg MS por cada kg de MS ofrecido dentro de la gama de 20 a 30, 30 a 40 y 40 a 50 kgMS/v/d.
- Aproximadamente a 40-45 kgMS/v/d (medido al ras del suelo) se constataría el mínimo valor de AP para lograr el máximo consumo. Esto representaría alrededor de 2,4 veces el CME.
- El valor de predicción de la cantidad ingerida es bastante similar (variación de 1 kg) entre las ecuaciones o modelos usados a un valor de AP de 35 a 40 kgMS/v/d, pero a AP reducidas (< 30 kg) o elevadas (> 50 kg) la variación es muy fuerte (de 4 a 6 kg).

Comeron y Romero (2007) han indicado para la alfalfa, que ese valor de AP (medido a 4-5 cm del suelo) sería el equivalente a 1,75 veces el CME (o 50-55 gramos de MS/kg de peso vivo o el 5% del peso). Sin embargo, manejarse con este valor de eficiencia (50%) haría disminuir de manera importante la productividad por hectárea, desperdiándose un gran volumen de pasto. Es claro, por otra parte, que para un animal en particular, el objetivo de una elevada eficiencia de pastoreo no siempre se corresponde con el objetivo de una nutrición óptima. Es de esperar que ante incrementos significativos a partir de aquel valor de eficiencia de pastoreo (aumento de carga o disminución en la asignación de pasto) se afecte el consumo y como consecuencia, la producción de leche. Por supuesto, si se desea mejorar la performance individual manteniendo una carga animal elevada, debe recurrirse a la suplementación.

Para pasturas de alfalfa, se recomienda que el nivel de AP sea de aproximadamente 1,5 veces el CME (equivalente a 20-22 kg MS/vaca/día o 4% del peso vivo), con lo cual se logra un compromiso entre producción de leche individual y por superficie. En estas circunstancias, la EUP media para todo el año puede subir hasta el 70% o más. Se considera que a ese nivel de AP no existiría una movilización de reservas (o sea, pérdida de peso) aunque la producción individual se vería levemente reducida con respecto a un AP sustancialmente mayor (30 kg MS/v/d). Para un rango de AP de 10 a 30 kg MS/v/d el incremento marginal en consumo y producción de leche fue de 0,5 y 0,25 kg/kg de AP.

En pasturas de raigrás perenne, se encontró que para un rango de AP de 19 a 46 kgMO/v/d (medido al ras del suelo), el incremento del consumo es importante entre 19 y 29 kg MO (0,23 kgMO/kg de AP) y casi despreciable por encima de 29 kg MO (0,04 kg MO/kg de AP).

De acuerdo a datos de los sistemas lecheros de diferentes regiones o cuencas de Argentina, la eficiencia de utilización estaría por debajo del 60%, con significativas variaciones entre estaciones (70% en otoño-invierno "O-I" y 50-40% en primavera-verano "P-V").

Influencia del sistema de pastoreo

Numerosos estudios han sido consagrados a la influencia del sistema de pastoreo sobre la producción de leche, aunque son muy escasos los que tuvieron como objetivo estudiar el consumo.

En general no se observó diferencias entre un sistema continuo, paddock y rotativo.

En una revisión de trabajos de utilización de la alfalfa, compilados por Comeron y Romero (2017), y en el cual se evalúan desde alternativas de pastoreo hasta estrategias de alimentación de silajes de alfalfa. En sistema de pastoreo rotativo se estudiaron y compararon varias alternativas, pudiendo citar:

- pastoreo alternado con corte versus el sistema clásico de sucesión de pastoreos,
- diferentes tiempos de permanencia de los animales sobre la parcela (de 1 hasta 10 días) con cantidades de oferta diaria de pasto o carga media similares.
- fraccionamiento de la parcela diaria en 2 hasta 7 subfranjas.
- sistema de "líder y seguidores", con vacas en ordeño (primer y tercer tercio de lactancia) o vacas en ordeño y secas.
- Corte con preoreo corto para facilitar la cosecha de pasto durante épocas de estrés térmico.
- Ingreso matutino vs vespertino en franjas diarias de pastoreo

En general, se puede afirmar que la variable AP (kgMS/v/d) es la que explica las diferencias en producción y consumo independientemente del sistema de pastoreo que se aplique.

La gran variación en la tasa de crecimiento de la alfalfa, especialmente durante gran parte de la primavera y el verano, requiere de cambios rutinarios en la utilización de la pastura para mantener el estado fenológico deseado (i.e. combinar corte para heno con pastoreo directo en el mismo potrero).

1.4. Ambiente

Este factor afecta a los animales estabulados pero es más crítico en aquellos que se encuentran en pastoreo.

Como es sabido, el ITH (Índice de temperatura y humedad) traduce de alguna manera el efecto ambiental sobre los animales. Cuando se registra el valor medio de 72 comienzan los efectos negativos del estrés térmico afectando especialmente a los animales de mayor producción. A partir de 75 el efecto es significativamente estresante, independientemente del nivel de producción. Es importante también el valor de ITH mínimo que condiciona de alguna manera la recuperación o no del animal ante los efectos del estrés.

Uno de los primeros efectos negativos del ambiente es la disminución de la ingestión. Se considera que a partir de una temperatura media diaria de 25°C acompañada con un valor mínimo de 22°C, se constata una reducción del consumo de 0,25 kgMS/d por cada grado de incremento en la temperatura media.

En condiciones de pastoreo y ante situaciones de estrés térmico, se opera una reducción del tiempo de pastoreo importante, deteniendo esta actividad alrededor de las 09:30 a 10:00 hs y no reanudándola hasta las 18:00 hs en condiciones de ITH cercanos a 74-75.

2.- Predicción del consumo

Es evidente que, para cualquier objetivo de producción (por superficie, individual o un equilibrio entre ambos), se debe predecir el consumo de los animales para luego tener un razonable éxito en los resultados del planteo técnico o planificación del sistema.

La predicción del consumo constituye en consecuencia la llave de los sistemas de racionamiento, en particular para las vacas lecheras, en las cuales las variaciones de apetito son muy importantes.

Se han publicado numerosas ecuaciones para predecir el consumo, siendo seleccionadas solo algunas de ellas en este ítem 2 las cuales fueron citadas por Comeron (1991 y 1992).

Las comparaciones que se pueden efectuar de las mismas no son siempre fáciles teniendo en cuenta los diferentes objetivos de los autores.

Los métodos de predicción del consumo pueden ser reagrupados en 3 grandes tipos:

2.1.- Ecuaciones de regresión múltiple

Son generalmente empíricas y obtenidas a partir de una compilación de datos experimentales. Dentro de este tipo podemos distinguir a aquellas que consideran:

a) solamente las características de los animales:

atendiendo a alguna de las siguientes variables: producción de leche "PL", producción de leche 4% "PL4", porcentaje de grasa butirosa "GB", peso vivo "PV", variación del peso vivo "dPV", estado o semana de la lactancia "SL". Se destacan las ecuaciones de:

$$\text{Ecuación A: Neal et al (1984): Consumo (kg MS/v)} = 0,022 * PV + 0,2 * PL$$

$$\text{Ecuación B; NRC (2001): Consumo (kgMS/v)} = (0.372 \times LGC + 0.0968 \times PV^{0.75}) \times (1 - e^{(-0.192 \times (SL + 3.67))})$$

Comerón y Andreo (1991) proponen utilizar una ecuación sencilla para la planificación alimenticia de tambos comerciales argentinos que aplican sistemas PMR con pastoreo:

$$\text{Ecuación C: Comeron y Andreo (1991): Consumo (kgMS/v)} = (0,025 * PV) + (0,2 * PL)$$

b) las características del animal y de la ración

Este tipo de ecuaciones adicionan las siguientes variables: cantidad de concentrado "C", proporción de concentrado en la ración "pC" (kgMS/v/d), composición química del forraje o de la ración (contenido de MS o MO del pasto "cMS" o "cMO") y, para el caso particular del pastoreo, biomasa por hectárea, asignación de pastura "AP" (kg MS/v/d), composición botánica). Aquí se pueden considerar las de:

$$\text{Ecuación D: Meijs y Hoekstra (1984)}$$

$$\text{Consumo (kgMS/v)} = (-0,6 + 0,981 * AP - 0,014 * AP^2 + 1,479 * C - 0,039 * C * AP) * 100 / cMO$$

ARC (1980) que considera = PV, PL, SL, metabolicidad de la energía (EM/EB)

Schneider y Comeron (datos no publicados), evalúan desde 2014 diferentes ecuaciones de predicción de consumo en rodeos lecheros, con el objeto de actualizar esta variable clave del sistema en una planilla de cálculo en Excel denominado Pulsador (Schneider et al, 2017). Esto permitirá seguramente responder de manera rápida y más precisa a las estrategias de manejo (fundamentalmente alimenticias) de los tambos, en especial los ubicados en las cuencas lecheras tradicionales de Argentina.

La última versión introduce un factor de corrección "FC" al consumo estimado a través de la ecuación de Comeron y Andreo (1991) en función de la estrategia alimenticia representada por la proporción de MS de la dieta ofrecida:

Ecuación E: Schneider y Comerón (en prensa, 2019)
(Consumo (kgMS/v) = FC * ((0,025 *PV) + (0,2*PL))

Los FC a considerar son los siguientes:

Ración	MS Dieta (%)	FC
Pastoril 100%	<18	<-0,90
RPMp raciones parcialmente mezcladas con pastoreo	18 a 29	1,00 - 1,10
RPM raciones totalmente mezcladas sin pastoreo	30 a 39	1,10
TMR raciones totalmente mezcladas	40 a 49	1,20
MR raciones totalmente mezcladas	> 50	<-0,95

c) las características del animal, de la ración y del ambiente

Se incorporan desde la temperatura ambiente "TA" hasta el grado de confort de los animales en función de la resistencia del suelo al pisoteo "PORT".

Se destaca la publicada por

Ecuación F: Fox et al (1990): Consumo (kgMS/v/d) = (0,0185 * PV + 0,305 * PL4) * TA * PORT

donde TA = temperatura ambiente (1 entre 15 y 25 °C; 0,9 entre 25 y 35 °C y más si la noche es fresca; 0,65 si temperatura es > 35 °C y noche calurosa); PORT = traduce el grado de confort de los animales en función de la resistencia del suelo al pisoteo (disminuye de 1 a 0,85 o 0,7 en función de la mayor penetración en el suelo).

2.2.- el sistema de dos predicciones

Una de las predicciones está ligada a la regulación del apetito de tipo físico "F" (llenado del tracto digestivo), y la otra a la de tipo energética "E" (satisfacción de las necesidades energéticas), de las cuales se retiene el valor más reducido para la predicción del consumo. Las más promisorias son:

Forbes (1977) donde la "E" considera = digestibilidad de MS de la ración (DIVMS), PV, PL4 y dPV, mientras que la "F" tiene en cuenta = DIVMS, PV justo antes del parto y PV.

NRC (1987) donde "E" = PV, PL4, dPV y Mcal de Energía digestible/kg MS de ración, y "F" = PV, DIVMS y un ajuste por SL.

Mertens (1987) donde "E" = PV metabólico, PL4, dPV, C (cantidad de concentrado en kgMS), energía neta del concentrado y del forraje. "P" = PV, pC, fibra detergente neutra (FDN) del concentrado y del forraje.

2.3.- el sistema basado sobre las unidades de llenado o repleción (UL) de los forrajes y la sustitución del concentrado.

Aquí se destaca la de Dulphy et al del INRA (1987), citada por Comeron (1991), que considera el ajuste por primípara o multípara, PL4, PV, valor de repleción del concentrado y del forraje, valor energético del forraje (expresado en "unidad forrajera leche"-UFL,, la cual es igual a 1,7 Mcal de Energía neta lactación).

3.- Consideraciones

Del análisis de estos sistemas o ecuaciones de predicción del consumo podemos decir que:

- en algunos casos se requiere de información que en la práctica no está siempre disponible,
- se observan dificultades asociadas a la diversidad de los alimentos y su proporción en la ración,

- se detecta una baja calidad de la predicción del consumo en animales que se encuentran al principio de la lactancia.

Debido a que las ecuaciones de predicción han sido establecidas a partir de datos experimentales obtenidos en condiciones que son generalmente específicas de cada país, las mismas son casi siempre muy dependientes de los alimentos distribuidos, de las razas consideradas y de los métodos de racionamiento utilizados. Cuando las ecuaciones han sido establecidas a partir de raciones ricas en concentrados, son a menudo poco precisas para predecir el consumo ante dietas ricas en forrajes, y viceversa.

Se considera que en condiciones de pastoreo, las predicciones basadas en las características de las necesidades de los animales son más próximas a la realidad que aquellos sistemas o ecuaciones que consideran las características de la pastura, pero el inconveniente que presentan es que predicen "a posteriori".

Faverdin (1992) concluye que las diferencias detectadas en la predicción del consumo no cuestionan totalmente la calidad de los sistemas. Sin embargo, ellas muestran que es a menudo difícil de adaptar a nuestras condiciones un sistema de predicción establecido en el extranjero. En consecuencia, la utilización de un sistema elaborado en condiciones diferentes a las que se pretenden aplicar deberá ser validada previamente.

De acuerdo al autor de esta actualización sobre el consumo de alimentos, existe en Argentina abundante información que ha sido analizada y validada desde los ensayos experimentales (INTA, universidades), y unidades demostrativas (INTA Rafaela y Manfredi). Este proceso se realizó teniendo en cuenta las particularidades del sistema y el efecto de las variables en la empresa a través de la cuantificación de los indicadores más relevantes (físico-económicos por ahora).

Finalmente, y a modo de síntesis, se recomienda usar con cierta seguridad (repetibilidad) y una precisión relativa (desvío aceptable) pero predecible, aplicar en condiciones de campo las ecuaciones señaladas en el ítem "2.1" de las páginas 14 y 15 e identificadas como "B" y "E".

BIBLIOGRAFÍA

- BARGO, F. 2002. Suplementación en pastoreo: Conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo (documento interno de cátedra). Portal de la Facultad de Agronomía de la UBA. <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/bargo.pdf>
- COMERON, E.A. 1991. "Estimación del consumo en vacas lecheras en pastoreo: influencia de las características de los animales y de la cantidad y estructura del pasto ofrecido". Tesis doctoral de l'Université de Rennes 1. 195 pp (con anexos).
- COMERÓN, E.A. 1992. El consumo de alimentos en rumiantes. Edición Manual del Curso de lechería para extensionistas de America Latina. INTA Rafaela. Volumen 2 Nutrición y Alimentación, 17 pp.
- COMERON, E.A. Y ROMERO, L.A. 2017. La utilización de pasturas de alfalfa en los sistemas lecheros intensificados. Información técnica de Producción Animal 2017 ISSN 2314-3126 Publicación Miscelánea Año V N°2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [//inta.gob.ar/documentos/informacion-tecnica-de-produccion-animal-2017](http://inta.gob.ar/documentos/informacion-tecnica-de-produccion-animal-2017)
- COMERÓN, E.A., ROMERO, L.A., VERA, M.; VILLAR EZCURRA, J., MACIEL, M., CHARLON, V., TIERI, M.P. Y SALADO, E. 2016. Algunas consideraciones sobre la evolución del proceso de intensificación de la lechería argentina y los aportes del INTA. Ediciones INTA Colección Investigación, Desarrollo e Innovación. Información técnica de Producción Animal 2016 ISSN 2314-3126. Publicación Miscelánea Año 4 – N° 2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, p. 1 a 3. [//inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informacion_tecnica_produccion_animal_2016.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informacion_tecnica_produccion_animal_2016.pdf)

- COMERÓN, E.A., SCANDOLO, D., ROMERO, E.A., SALADO, E., ROSKOPF, F.S., MACIEL, M. 2016 "El desequilibrio multivariado en la lactancia temprana, La problemática alimenticia ¿Hasta dónde puede estar afectando al sistema?. Ediciones INTA Colección Investigación, Desarrollo e Innovación. Información técnica de Producción Animal 2016 ISSN 2314-3126. Publicación Miscelánea Año 4 – N° 2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, p. 80-89 //inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informacion_tecnica_produccion_animal_2016.pdf
- DELAGARDE, R., FAVERDIN, P., BARATTE, C., PEYRAUD, J.L. 2011. Grazeln: un modelo de consumo de forraje y producción de leche para el pastoreo de vacas lecheras. Grass and Forage Sciences. 66 (1) <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00770.x>
- FAVERDIN, P. 1992. Alimentation des vaches laitières: Comparaison des différentes méthodes de prediction des quantités ingerées. INRA Productions Animales (5) 271-282
- FAVERDIN, P., DELABY, L. Y DELAGARDE, R. 2007. L'ingestion d'aliments par les vaches laitières et sa prévision au cours de la lactation. INRA Productions Animales, Mai 2007, 20 (2) 151-162.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 2001. Nutrients Requirements of Dairy Cattle. Seventh revised edition.
- PEYRAUD, J.L. ET DELABY, L. 2005. Combiner la gestion optimale du pâturage et les performances des vaches laitières : enjeux et outils. INRA Prod. Anim., 2005, 18 (4), 231-240
- SCHNEIDER, G., RAMBEAUD, O., COMERON, E.A. 2017. Pulsador: una aplicación para la evaluación rápida de sistemas de producción de leche bovina. Comunicación. Rev. Arg. Producción Animal (40° Congreso Argentino AAPA en CD) Sección Sistemas de Producción. Córdoba (Córdoba)

GENÉTICA

CRUZAMIENTO ROTACIONAL APLICADO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA. RESULTADOS PRELIMINARES DE LA COMPOSICIÓN RACIAL DEL RODEO

Vera, M.; Maciel, M.; Pece, M.; Salado, E.; Scandolo, D.; Romero, L.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
vera.milba@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El cruzamiento aplicado en animales, es una herramienta para coordinar los recursos genéticos con los recursos ambientales y de manejo disponibles. Entre ellos, el cruzamiento rotacional consiste en alternar en cada generación toros de cada una de las razas puras involucradas. Esto permite utilizar el efecto heterótico materno manteniendo el rodeo cruza en forma estable. Puede realizarse entre dos o más razas. Uno de los beneficios fundamentales es que este tipo de cruzamiento produce las hembras de reposición en el rodeo, que permiten mantener niveles aceptables de heterosis a lo largo de las generaciones (Dickerson, 1973). Como la heterosis (debida al efecto de la dominancia de genes) no es heredable, se retienen las hembras cruza para ser madres, la cual se activa permanentemente en las sucesivas generaciones por medio del cruzamiento rotativo con machos de las razas puras. En las sucesivas generaciones los porcentajes de las razas originales varía entre un 33% de una raza y 66% de la otra en forma alternada. Luego de unos años, aproximadamente en la 7° generación, se obtiene un rodeo formado por una proporción de animales con un fenotipo predominante de una de las razas progenitoras y otra con un fenotipo predominante de la otra raza pura. Dicho de otro modo, el fenotipo queda compuesto por animales 1/3 Holando, 2/3 Jersey y animales 1/3 Jersey, 2/3 Holando (Molinuevo, 2005). Simplificando, la media de ambos grupos es 1/2, que corresponde a la diferencia aditiva entre ambas razas expresada en promedio del rodeo. Es oportuno aclarar que se puede obtener vigor híbrido o heterosis y complementariedad, simplemente cruzando las razas apropiadas, pero para mantener niveles aceptables de heterosis y complementariedad racial en forma manejable a lo largo del tiempo, se requiere un sistema de cruzamiento bien diseñado e implementado y constante a través de las generaciones.

En los cruzamientos se genera una gran redistribución de frecuencias génicas debido a que las características de interés, en los sistemas de producción animal, están gobernadas por el efecto pequeño de un gran número de *loci*. Este hecho se debe a las leyes mendelianas de recombinación y segregación independiente (Lynch and Walsh, 1998). Según Madalena et al. (1993), utilizando toros de las razas parentales en cruzamientos rotacionales, las pérdidas por combinaciones epistáticas favorables son menores que en el caso de uso de toro "media sangre" o F1, ya que la recombinación de genes de origen racial diferente ocurre solo en las hembras. Como consecuencia de la suma de todos estos efectos, no es posible saber exactamente la proporción de genes que un individuo, producto de un cruzamiento, recibió de cada raza parental. Es así, que el grupo genético, no es un buen indicador de la composición genética de un animal ni de su desempeño. No obstante, cuando se considera la media del grupo o rodeo, la proporción esperada de genes es semejante a la proporción real.

Si bien no se cuenta con estadísticas publicadas que describan el porcentaje real de bovinos de la raza Jersey en los tambos de Argentina, se asume que más del 90% de los animales pertenecen a la raza Holando. La cuenca central lechera argentina se caracterizó históricamente por su producción basada en esta raza, por lo que la mayoría de los cruzamientos posteriores con la raza Jersey se realizaron

utilizando hembras Holando y toros Jersey. Este hecho dificultó la obtención de rodeos con animales cruza originados tanto de hembras Holando como de hembras Jersey (Bavera, 2011).

En el año 2002, la EEA Rafaela del INTA, implementó un tipo de cruzamiento sistemático entre las razas Holando y Jersey, con fines comerciales. El objetivo fundamental fue la formación de una población de animales cruza con porcentajes intermedios de genes de las razas intervinientes, que a su vez estuviera en continua variación para generar en cada generación el máximo grado de vigor híbrido o heterosis.

Con el propósito de verificar las proporciones de genes de ambas razas en el rodeo, luego de seis generaciones de cruzamiento rotacional entre las razas Holando y Jersey, se calculó la suma de las proporciones de genes de todos los animales del plantel al 2016. Se espera que la razón entre las sumatorias de las proporciones presentes de ambas razas sea igual a 1.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con la información generada en el rodeo de la Unidad de Producción de Leche Intensiva (UPLI), perteneciente a la EEA Rafaela de INTA. Los propósitos y lineamientos por lo que ha pasado desde la incorporación del cruzamiento en el año 2002 fueron publicados oportunamente (Pece et al., 2016; Vera et al., 2016).

Una de las características del sistema de producción de leche de la UPLI es la estacionalidad de parto en dos períodos anuales (febrero, marzo, abril; y julio, agosto, setiembre). Los registros relevados a campo, de todos los eventos productivos y reproductivos de cada uno de los animales que componen el rodeo, fueron almacenados en programas informáticos comerciales de gestión de tambos. Previo al inicio de cada período de servicio se generaron los listados de las hembras que podrían ser servidas. Las hembras fueron diagnosticadas por tacto, a los 40 días posteriores al parto, y posteriormente fueron dadas de alta o no a servicio. Los celos fueron detectados en forma visual. Las hembras fueron servidas con toros puros de la raza contraria a la raza parental. Los servicios no fueron dirigidos individualmente, simplemente se determinó la raza del toro.

El plantel de hembras fue el producto de un cruzamiento rotacional a lo largo de 6 generaciones. En diciembre de 2016, el rodeo tenía 187 vacas cruza. El sistema de identificación de las hembras fue el siguiente: para las razas puras H (Holando) y J (Jersey), para las cruza estuvo formada por tres secciones, la primera representa el número de la generación del cruzamiento (filiales): F1, 2, 3, etc; seguidamente se especificó la raza del padre (H o J) y la última la raza de la madre (H o J). En los casos donde se produjo alguna eventualidad en el cruzamiento, las identificaciones incluyen una letra más, correspondiente a la raza del toro. Por ejemplo, F2HHJ: madre F1HJ inseminada con un toro Holando (a pesar de tener un padre Holando), por lo que se le agregó la H a la izquierda (HHJ).

El origen paterno determinó el grupo racial al que pertenecía cada hembra (H y J).

Se relevaron los datos de la composición racial de cada individuo. Para ello se verificó las composiciones raciales de todo el pedigree hasta el inicio, corroborando que los servicios dados se correspondieron con las posteriores preñeces y partos.

La proporción racial del rodeo se calculó de acuerdo a la fórmula 1:

$$P_r = \frac{(\sum h)}{(\sum j)} \quad \text{Fórmula 1}$$

Donde P_r es la proporción racial del rodeo, h es la proporción de genes de la raza Holando y j es la proporción de genes de la raza Jersey.

El cálculo matemático para hallar las proporciones de genes de cada raza (*h* o *j*) en cada cruzamiento para cada individuo fue de acuerdo a la Fórmula 2:

$$h = \frac{(h_a + 100)}{2} \quad \text{Fórmula 2}$$

Donde *h* es la proporción de genes de la raza (que puede ser Holando o Jersey) en una determinada generación; *h_a* es la proporción de genes de la raza que en este caso es Holando en la generación anterior, multiplicado por 100 que representa la proporción de genes del macho con el que se cruza y dividido 2 porque la madre solo trasmite el 50% de sus genes. Para hallar la proporción de genes de cada raza por grupo racial se multiplica la proporción de genes de cada individuo por el número de animales obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se detallan la cantidad de hembras obtenidas por filial y origen paterno. Como se puede observar, en el grupo de cruzamientos correctos, ambas líneas paternas (H y J) estuvieron representadas en las 6 generaciones. De las 169 hembras, 92 fueron JH, lo que significa que tuvieron mayor porcentaje de genes de la raza J y 77 hembras fueron HJ con una mayor proporción de genes de la raza H. Un 9,62% (18) de las hembras obtenidas resultaron de retrocruzamientos (servicios con toros de la misma raza que el padre), 10 hembras con padre y abuelo materno Holando y 8 hembras con padre y abuelo materno Jersey. El número de animales obtenidos por retrocruza fue bajo, considerando fundamentalmente los años de cruzamiento que lleva el rodeo.

Tabla 1. Número de animales de cada grupo racial que conformaron el plantel de la Unidad de Producción de Leche en diciembre de 2016.

Cruzamientos rotacionales		Retrocruzamientos		Total
Identificación	Nº de individuos	Identificación	Nº de individuos	
F1JH	13	F2HHJ	1	
F1HJ	5	F3HHJ	6	
F2JH	4	F4HHJ	1	
F2HJ	38	F4JHH	1	
F3JH	57	F4JJH	5	
F3HJ	9	F4JJH	1	
F4JH	10	F4JJH	1	
F4HJ	19	F5HHJ	2	
F5JH	7			
F5HJ	5			
F6JH	1			
F6HJ	1			
Sub total	169		18	187

F: filial o generación, 1.....6: número de la filial o generación de cruzamiento, H: holando, J: jersey

En la Tabla 2 se detallan las proporciones de genes hallados para cada grupo de individuos según la raza del padre y de los abuelos maternos. La proporción de genes H, obtenida en los cruzamientos realizados en forma correcta, estuvo muy cercana a las proporciones de genes H esperadas (6214,09 vs

5800,04). Lo mismo se observó en el grupo de proporciones de la raza J (2485,96 vs 2900,02). Al analizar el grupo de hembras obtenidas por retrocruzamientos, las proporciones de genes H y J obtenidas estuvieron muy cercanas a los valores esperados (3648,52 vs 3333,36 para H y 6351,55 vs 6666,72 para J).

En ambos tipos de cruzamientos se obtuvo mayor proporción de genes H que los esperados. Esto se debió a que el rodeo inicial fue puramente H y los cruzamientos se iniciaron solo con hembras de esta raza.

Tabla 2. Proporciones de genes H y J, obtenidas y esperadas, por individuo y por grupo racial, por tipo de cruzamientos para el rodeo de vacas cruzas del plantel de la Unidad de Producción de Leche en diciembre de 2016.

Identificación	Proporción de genes H por individuo	Proporción de genes H por grupo racial	Proporción de genes J por individuo	Proporción de genes J por grupo racial
Cruzamientos correctos				
F1HJ	50	250	50	250
F2HJ	75	2850	25	950
F3HJ	62,5	562,5	37,5	337,5
F4HJ	68,75	1306,25	31,25	593,75
F5HJ	65,63	328,15	34,38	171,9
F6HJ	67,19	67,19	32,81	32,81
F2HHJ	75,00	75,00	25,00	25,00
F3HHJ	87,50	525,00	12,50	75,00
F5HHJ	84,38	168,75	15,63	31,25
F4HHJ	81,25	81,25	18,75	18,75
Proporciones obtenidas		6214,09		2485,96
Proporciones esperadas		5800,04 2/3H		2900,02 1/3J
Retrocruzadas				
F1JH	50	650	50	650
F2JH	25	100	75	300
F3JH	37,5	2137,5	62,5	3562,5
F4JH	31,25	312,5	68,75	687,5
F5JH	34,38	240,66	65,63	459,41
F6JH	32,81	32,81	67,19	67,19
F4JHH	43,75	43,75	56,25	56,25
F4JJH	18,75	93,75	81,25	406,25
F4JJH	31,25	31,25	68,75	68,75
F4JJH	6,30	6,30	93,70	93,70
Proporciones obtenidas		3648,52		6351,55
Proporciones esperadas		3333,36 1/3H		6666,72 2/3J
TOTAL proporciones obtenidas		9862,61		8837,51

F: filial o generación, 1.....6: número de la filial o generación de cruzamiento, H: holando, J: jersey

Al sumar los animales cruzados según el esquema rotacional con los retrocruzados (con machos de la misma raza parental) en función de la mayor proporción de genes de una misma raza se obtienen 100 (53,5%) hembras con mayor proporción de genes de la raza J y 87 (46,5%) hembras con mayor proporción de genes de la raza H. Esto dio como resultado que las proporciones totales de genes H y J, obtenidas en el rodeo completo estuvieran muy cercanas (9862,61 vs 8837,51, Tabla 2).

La proporción racial total del rodeo se calculó como (Fórmula 3):

$$P_r = \frac{9862,61}{8837,51} = 1,12 \quad \text{Fórmula 3}$$

El valor obtenido de P_r estuvo muy cerca de la unidad.

En teoría, el rodeo debiera estar conformado con 50% de genes provenientes de H y 50% de genes provenientes de J, obtenidas por cruzamientos originados a partir de madres H y madres J. En la práctica esto no sucedió, ya que la incorporación de animales J en los rodeos argentinos se realizó por la incorporación de semen J sobre hembras H. Según los resultados obtenidos, se podría considerar el retrocruzamiento como herramienta alternativa para equilibrar las proporciones de genes de ambas razas en rodeos comerciales. Esto corregiría de alguna manera la predominancia de genes de alguna de las razas que impida obtener resultados a nivel de rodeo. Para ello es necesario mantener la producción las hembras de reemplazo para la reposición, e incluso el aumento en número de animales, de los dos grupos genéticos del rodeo.

CONCLUSIÓN

El rodeo se encuentra en la proporción racial adecuada (1,12) cercana a uno.

La proporción de *loci* con un gen de cada raza es muy cercana a 2/3, en ambos grupos genéticos del rodeo. Este sistema de cruzamiento utiliza así, 2/3 de la dominancia en las características predominante de cada raza.

En presencia de la predominancia no deseada, de genes de una raza, es posible obtener mayor proporción de genes de la raza minoritaria a través de retrocruzamientos programados.

AGRADECIMIENTOS: A Gabriel Schmidt, Ariel Plattner, Darío Arias y a José Alberto Tolosa.

BIBLIOGRAFÍA

- BAVERA G.A. 2011. Razas Lecheras Bovinas. In: Imberti-Bavera (Ed.), Razas Bovinas y Buvalinas de La Argentina. Rio Cuarto, 270.
- DICKERSON G.E. 1973. Inbreeding and Heterosis in animals. Journal of Animal Science. 1973: 54–77.
- LYNCH M. AND WALSH B. 1998. Genetics and Analysis of Quantitative Traits. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, 01375 U.S.A.
- MADALENA F.E. ESPINOSA A. TADEO M. PIÑA A. MARTÍNEZ R. VASAL S.K. SAN VICENTE F. MCLEAN S. RAMANUJAM K. AND BARANDIARÁN M. 1993. La utilización sostenible de hembras F1 en la producción del ganado lechero tropical. FAO, Roma (Italia).
- MOLINUEVO H.H. 2005. Genética bovina y producción en pastoreo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.
- PECE M.A. MACIEL M. SALADO E.E. ROMERO L. TIERI M.P. SCANDOLO D. VERA M. VITULICH C. AND CHARLÓN V. 2016. Unidad de Producción de Leche Intensiva. Resultados 2011-2016. In: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regionial Santa Fe (Ed.), Información Técnica de Producción Animal 2016. Rafaela, Santa Fe, 171.

VERA M. TIERI M.P. MACIEL M. FRANCO L. COMERÓN E. SCÁNDOLO D. AND ROMERO L. 2016. Unidad de Producción de Leche Intensiva. Síntesis histórica 1981-2009 y resultados obtenidos a partir de la incorporación de las cruas. In: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Santa Fe (Ed.), Información Técnica de Producción Animal 2016. Rafaela, Santa Fe, 171.

SANIDAD

BRUCELOSIS Y TUBERCULOSIS EN RODEOS BOVINOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL DEPARTAMENTO SAN CRISTÓBAL, SANTA FE – ARGENTINA.

Abdala, A.¹; Bozalla E.³; Sosa A.³; Galarza R.¹; Diruscio I.²; Aguirre N.¹; Benedetti N.⁴; Borgogno, P.⁵; Bertero, P.⁶

¹ INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina

² INTA AER INTA San Cristóbal

³ SAF Ministerio de Agricultura, ganadería y Pesca

⁴ Actividad privada

⁵ Asoc. Para el Desarrollo Regional de Ceres y Hersilia

⁶ Municipalidad de Ceres.

abdala.alejandro@inta.gob.ar

RESUMEN

Los rodeos lecheros comerciales en Argentina deben cumplir con normativas sanitarias respecto a dos enfermedades zoonóticas como la brucelosis y tuberculosis. Sin embargo, los pequeños productores o tenedores de bovinos ubicados en zonas rurales o periurbanas no suelen cumplir con las mismas. En el Departamento San Cristóbal de la Provincia de Santa Fe (Argentina) se muestrearon veintitrés pequeños rodeos bovinos de este tipo, principalmente dedicados a la producción láctea cuyo destino es el consumo por parte de los propietarios y de pobladores vecinos. La prevalencia de rodeos afectados de brucelosis fue de 8,7% y del 1,1% sobre el total de bovinos mayores de 18 meses; mientras que para tuberculosis fue del 17,4% y del 3,3% respectivamente. Se discuten las acciones a seguir para controlar ambas enfermedades en este tipo de rodeos y evitar su transmisión a la población expuesta y a otros rodeos.

PALABRAS CLAVES: ganado de leche, brucelosis, tuberculosis, pequeños productores, San Cristóbal, Santa Fe.

SUMMARY

In Argentina commercial dairy cattle herds must achieve sanitary regulation for zoonotic diseases like bovine brucellosis and tuberculosis. Small farmers or animal-owning families in the rural or peri-urban regions do not follow these obligations.

Twenty-three small farmers or animal-owning families were evaluated in the San Cristobal department of Santa Fe province (Argentina). These herds were used to provide milk for the own family or for neighbor. Cattle over 18 months old showed 8.7 % and 1.1 % of prevalence for brucellosis, and for tuberculosis were 17.4% and 3.3% respectively. This work presents the actions lead to control these illness, when in herds are analyzed, in order to prevent the transmission to people and to healthy cattle.

KEY WORDS: dairy cattle, brucellosis, tuberculosis, small farmers, San Cristóbal, Santa Fe.

INTRODUCCIÓN

La brucelosis bovina (Bb) y tuberculosis bovinas (Tb) son dos enfermedades zoonóticas. Su ocurrencia está relacionada al contacto directo con bovinos y por ello a las condiciones laborales de productores, tamberos, veterinarios, trabajadores de frigoríficos (Ritacco *et al.* 2006) y al consumo de leche y sus subproductos no pasteurizados (Thoen and Barletta 2005, Acha y Szyfres 2001).

En Argentina existen programas nacionales de lucha contra estas dos enfermedades bovinas y en el caso de la provincia de Santa Fe legislación específica (SENASA, Res. 497/02 y 274/2013). Esto es debido a la importancia que tiene esta producción pecuaria y la industria asociada a ella en esta provincia. Sin embargo, pequeños productores o propietarios de bovinos desarrollan su actividad fuera del circuito formal de producción, sin estar la mayoría de ellos empadronados en el Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios (RENSPA), donde las normativas de control de estas enfermedades son exigidas por los entes sanitarios oficiales.

Estos productores explotan sus bovinos sobre pequeños terrenos ubicados en la periferia urbana o suburbana de pueblos y algunas ciudades del interior provincial, obteniendo la mayoría de las veces, leche para su consumo o para elaboración de quesos, y en menor proporción carne y derivados. Permitiéndole obtener ingresos extras cuando la leche obtenida y sus subproductos son comercializados a vecinos o pobladores de su entorno. Esto ingresos contribuyen a mejorar su economía familiar y en algunos casos son una de las pocas fuentes de recursos para su subsistencia.

El objetivo del presente trabajo es relevar el estado sanitario respecto a Bb y Tb de los bovinos pertenecientes a estos pequeños productores o propietarios de bovinos del departamento San Cristóbal (Santa Fe- Argentina).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los productores que accedieron a realizar este trabajo, fueron entrevistados primeramente por técnicos de la Secretaría de la Pequeña Agricultura Familiar de la Nación (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca) que atienden en el Departamento San Cristóbal de la Provincia de Santa Fe. Estos productores explotan sus bovinos principalmente en la periferia urbana o suburbana de los distritos de Ceres, Hersilia, La Rubia, San Cristóbal, La Cabral, Capibara, Soledad y Villa Saralegui, obteniendo en la mayoría de los casos, leche para su consumo o para elaboración de quesos, y en menor proporción carne y derivados. Estos rodeos están compuestos por ganado lechero tipo Holando Argentino o sus cruza con razas de carne, las vacas en lactancia eran ordeñadas diariamente en una ocasión para consumo de leche fluida. El resto de los animales era criado/engordado con destino a consumo propio o vendido a otros pobladores también para consumo, pero su faena se realizaba siempre a campo.

Se obtuvieron muestras de sangre para serología de Bb de todas las hembras mayores de 18 meses de edad, utilizándose la prueba de BPA (antígeno tamponado en placa) como tamiz y fijación de complemento (FC) como confirmatoria (SENASA Resolución 438/2006). Conjuntamente se realizó la técnica de tuberculina ano-caudal a todos los bovinos mayores de 3 meses de acuerdo a la metodología establecida por SENASA - (SENASA, Res. 128/12).

RESULTADOS

Durante los años 2014 y 2015 se relevaron un total de 271 bovinos pertenecientes a 23 productores/propietarios de bovinos, ubicados en 8 poblaciones del departamento S. Cristóbal. El tamaño de los rodeos varió entre 1-51 bovinos, siendo la localidad de Hersilia la que mayor número de productores y bovinos concentró y donde mayor número de rodeos infectados se detectaron (Tabla 1). Animales reaccionantes positivos a Bb fueron detectados en 2 rodeos y reaccionantes a Tb en 4. Uno de estos rodeos presentaba infección a ambas enfermedades bovinas (Tabla 1).

La prevalencia de rodeos infectados con Bb fue de 8,7% y 1,1% sobre el total de los bovinos (Tabla 1). Para la Tb fue del 17,4% y del 3,3% (Tabla 1) respectivamente, detectándose 6 animales reaccionantes como sospechosos localizados en dos establecimientos.

Tabla 1. Detalle de los rodeos bovinos relevados y casos positivos de brucelosis y tuberculosis por distrito.

Localidad	Productor	Total Bovinos	Bovinos > 18 meses	Bovinos < 18 meses	Brucelosis	Tuberculosis
Capibara	1	22	11	11	-	-
Ceres	2	2	2	-	-	-
	3	4	2	2	-	-
	4	6	6	-	-	-
Hersilia	5	21	21	-	2	6
	6	51	24	27	-	1
	7	2	2	-	-	-
	8	2	1	1	-	-
	9	18	13	5	-	1
	10	27	27	-	-	-
	11	2	2	-	-	1
	12	21	8	13	-	-
La Cabral	13	1	1	-	-	-
La Rubia	14	10	6	4	-	-
	15	1	1	-	-	-
	16	17	7	10	-	-
	17	9	4	5	1	-
Soledad	18	11	11	-	-	-
	19	8	3	5	-	-
	20	5	-	-	-	-
Saralegui	21	9	8	1	-	-
	22	15	13	2	-	-
	23	7	5	2	-	-
TOTAL		271	183	88	3	9

DISCUSIÓN.

La prevalencia de brucelosis detectada es superior a la observada en rodeos comerciales del Departamento San Cristóbal, donde el valor obtenido por vigilancia epidemiológica para el año 2013 fue del 0,9% y sin detección de rodeos infectados en los distritos donde se realizó este trabajo (Vanzini *et al.* 2015). En el caso de Tb, los valores obtenidos solo se pueden comparar con datos existentes de prevalencia hallados en frigorífico donde la cantidad de bovinos con lesiones compatibles es del 1% (Sodiro *et al.* 2010).

Trabajos recientes referidos al conocimiento de la transmisión de zoonosis en la provincia de Santa Fe, revelaron que los tamberos y responsables de la cría y recría de animales eran los que menos conocimientos tenían sobre enfermedades zoonóticas (Molineri *et al.* 2014). Estos antecedentes, unidos a los resultados obtenidos de prevalencia a B y TB, indican el riesgo de contraer estas enfermedades por parte de los productores, sus familiares y vecinos al consumir leche o subproductos no pasteurizados. Esta presencia de bovinos en la periferia urbana de algunas localidades, está bajo conocimiento de autoridades comunales y de la Unidad Ejecutora Local (UEL). Este último ente es el encargado de la aplicación obligatoria de la vacuna contra fiebre aftosa (FA) a todos los bovinos bajo su jurisdicción y del cumplimiento de las normas sanitarias vigentes de Bb y TB. En el caso de los productores relevados, solo

los que poseían más de quince bovinos contaban con su correspondiente número de RENSPA y por lo tanto obligados a vacunar contra aftosa. Este último acto es realizado obligatoriamente por personal de la UEL, tanto sobre los rodeos con RENSPA, como de aquellos que no lo poseen, porque al residir en comunidades pequeñas son fácilmente identificables sus propietarios por parte de la UEL. Estas tareas contrastan con la poca atención que se les da a estos pequeños rodeos respecto del control de Bb y Tb, varios de ellos suelen pastar por los caminos vecinales y ser de esta manera una fuente potencial de transmisión de estas enfermedades a rodeos que están desde hace años bajo normativas de control.

La venta de leche sin pasteurizar está vedada por legislación nacional (Código Alimentario Argentino). Sin embargo, en las pequeñas poblaciones rurales como las visitadas para realizar este trabajo, la leche obtenida de estos pocos animales es utilizada como moneda de cambio o como un ingreso extra de dinero en el marco de una difícil situación económica-social de las familias. Las autoridades comunales, las UEL y la autoridad sanitaria provincial conocen de esta situación y deberían controlar a través de su acción directa esta pequeña población de bovinos. La ecuación costo-beneficio de esta tarea es notoriamente favorable al asegurar la no transmisión de estas enfermedades zoonóticas a las poblaciones humanas urbana y rural y en eliminar una fuente de contagio existente no tenida en cuenta por los programas de sanidad animal vigentes.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHA, P. N. Y SZYFRES, B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Tercera edición Volumen I. Bacteriosis y Micosis. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD 525 Twenty-third Street, NW Washington, DC 20037, EUA 2001 http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=19161&Itemid= Accedido 23/06/15
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO, Artículo 556bis - Res 2270, 14.9.83. Capítulo VII Alimentos Lácteos. http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VIII.pdf. Accedido 18/06/15
- CONTROL Y ERRADICACIÓN DE LA TUBERCULOSIS BOVINA, BUBALINA, OVINA, CAPRINA Y PORCINA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE. http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/BOVINOS_BUBALINOS/PROD_PRIMARIA/SANIDAD/ENF_Y_ESTRAT/TUBERCULOSIS/file6913-res_274-2013.pdf Accedido 18/06/15
- MOLINERI A I, SIGNORINI M L Y TARABLA H D 2014. Conocimiento de las vías de transmisión de las zoonosis y de las especies afectadas entre los trabajadores rurales. Rev Argent Microbiol. 2014;46(1):7-13
- RITACCO V, SEQUEIRA MD, DE KANTOR IN. Human tuberculosis caused by *M. bovis* in Latin America and the Caribbean. In: Thoen C O, Steele JH, Gilsdorf MJ, editors. *Mycobacterium bovis* infection in animals and humans. Ames, Iowa: Blackwell Publishing; 2006. p. 13–7 [chapter 3].
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria- Ministerio de Agroindustria) Resolución 438/2006. Sistema de Diagnóstico Serológico para el Programa de Control y Erradicación de la Brucelosis. Técnicas que lo conforman.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria- Ministerio de Agroindustria) Resol Brucelosis 497/02. Plan Superador de Control y Erradicación de Brucelosis Bovina en la Provincia de Santa Fe SENASA y Calidad Agroalimentaria
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria- Ministerio de Agroindustria) Resol Tuberculosis 274/2013. Plan Regional de
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria- Ministerio de Agroindustria). Plan Nacional de Control y Erradicación de la Tuberculosis Bovina Resolución 128/12 33p.

- SODIRO, A.; MUÑOZ, P.; PEZZONE, N.; DE LUCA, G.; CARBAJALES, J.; VANZINI, V.; CANAL, A. 2010. Sistema Sanitario Productivo y Participativo. Dirección General de Sanidad Animal. Santa Fe. 2010. Impreso por Ministerio de la Producción de Santa Fe. 78p.
- THOEN, C.O., BARLETTA, R., 2005. Pathogenes is of Mycobacterium bovis. In: Mycobacterium bovis Infections in Animals and Humans, Blackwell Publishing, Ames, IA
- VANZINI, V.; BERGAMASCO M., CERVERA, M.; AGUIRRE, N.; TORIONI DE ECHAIDE, S.; GRAMAGLIA, J.; SODIRO, A.; ESTRUBIA, A.; LENARDUZZI, L.; MUÑOZ, P.; CARBAJALES, J.; GONZÁLEZ, N.; AUFRANC, C.; CANAL, A. 2015. Reseña Epidemiológica de la Brucelosis Bovina en La Provincia de Santa Fe. INTA-Ministerio de la Producción, Santa Fe 35p.

MASTITIS AMBIENTALES: ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL Y TRATAMIENTO

Calvinho, Luis

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
calvinho.luis@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

Los patógenos ambientales de mastitis son aquellos cuyo reservorio primario es el lugar donde viven las vacas. Estos organismos constituyen un grupo heterogéneo, siendo los más prevalentes los estreptococos ambientales (EA) (*Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae*) y los organismos coliformes. Los programas actuales de control de mastitis bovina basados en higiene durante el ordeño y terapia antibiótica de mastitis clínicas y de vaca seca fueron desarrollados en la década del 60. La aplicación de estas medidas clásicas ha conducido a un progreso considerable en el control de los patógenos contagiosos, cuyo reservorio principal son las glándulas mamarias (GM) infectadas. Sin embargo, son menos efectivos para controlar patógenos ambientales ya que no afectan el reservorio primario de estos organismos. Por lo tanto, las mastitis de tipo ambiental se han convertido en un problema significativo en muchos establecimientos que a través de un buen manejo sanitario lograron controlar mastitis causadas por organismos contagiosos (Todhunter et al., 1995; Hogan y Smith 2003).

Las medidas de control contra patógenos ambientales se deben dirigir a disminuir la exposición de los pezones a las fuentes de contaminación bacteriana y/o aumentar la resistencia de la vaca a las infecciones intramamarias (IIM) causadas por estos organismos. La disminución de la exposición de los pezones durante el intervalo entre ordeños está íntimamente asociada al sistema de producción y la infraestructura del establecimiento, lo cual escapa al objetivo de este artículo. A continuación se reseñarán prácticas de control tendientes a disminuir la carga de patógenos ambientales durante el ordeño, así como medidas para prevenir IIM al secado y aumentar la resistencia de la vaca, fundamentalmente en períodos en los cuales aumenta la susceptibilidad a estas infecciones. Asimismo, se describirán los aspectos básicos del tratamiento de mastitis por organismos ambientales.

Higiene pre ordeño

Considerando que los organismos que llegan a los pezones en el intervalo entre ordeños pueden ganar acceso a la glándula mamaria durante el ordeño, la antisepsia de los pezones pre ordeño (predipping) ha demostrado ser efectiva en reducir la cantidad de bacterias y consecuentemente disminuir el riesgo de IIM ambientales. El predipping seguido del secado de pezones redujo la cantidad de cuartos infectados por exposición natural al compararlo con solamente lavado y secado de los pezones (Oliver et al, 1993). También se ha demostrado que en sistemas pastoriles un predipping de probada eficacia redujo significativamente los recuentos de EA comparado con un producto control (Goldberg et al, 1992). El predipping es además responsable de mantener una buena condición del pezón, por tanto el principio activo y la formulación del producto son determinantes en el mantenimiento de una piel sana y suave en cualquier situación climática, lo cual está asociado a un menor riesgo de IIM. Se deber tener en cuenta que si se utiliza predipping, es necesario secar los pezones para evitar deslizamientos de pezoneras, estimular mejor a las vacas y disminuir el riesgo de residuos químicos en la leche (Rasmussen et al, 1991).

Uso de selladores internos de pezones al secado

Durante el período de secado se forma un tapón de queratina en el canal del pezón y en la base de la cisterna del pezón, que genera una barrera física natural para los organismos patógenos. Sin embargo, se demostró que entre un 5 a un 23% de los pezones no formaban un tapón luego de 50 días de la interrupción de la lactancia (Williamson *et al.*, 1995; Dingwell *et al.*, 2004), y que esos cuartos tenían un riesgo 1,8 mayor de contraer nuevas IIM (Dingwell *et al.*, 2004). Para evitar nuevas IIM durante los períodos críticos, se desarrollaron en la década del 70 en Irlanda los selladores internos de pezones a base de subnitrato de bismuto, que forman un tapón artificial análogo al tapón de queratina que se forma durante el período seco, demostrándose su eficacia para prevenir el ingreso de patógenos mayores a la GM (Crispie *et al.*, 2004). El concepto fue retomado en la década de 2000, desarrollándose una preparación comercial a base de subnitrato de bismuto y parafina que fue evaluada en estudios de campo en Nueva Zelanda y el Reino Unido. En ambos estudios se determinó que, bajo las condiciones de campo de estos países, los selladores internos redujeron las nuevas IIM causadas fundamentalmente por *S. uberis* y *E. coli* (Huxley *et al.*, 2002). Debe tenerse en cuenta que esta práctica no va dirigida a eliminar IIM presentes al momento del secado. En rodeos con alta prevalencia de IIM al secado, se indica el uso de selladores internos en forma combinada con antibióticos para vaca seca a los efectos de mantener la capacidad de eliminar IIM que brinda el antibiótico y obtener efecto preventivo del sellador durante el parto. El uso combinado del sellador interno con cloxacilina para vaca seca, logró una mayor protección contra nuevas IIM que el uso de la cloxacilina sola (Sanford *et al.*, 2006).

Vacunas para organismos coliformes (*Escherichia coli*).

A fines de la década del 80 se llevaron a cabo estudios pioneros de vacunación en bovinos utilizando una cepa mutante rugosa de *Escherichia coli* (cepa J5) inactivada, la cual genera protección cruzada contra infecciones causadas por muchos géneros de organismos Gram negativos que comparten antígenos comunes presentes en la cepa vacunal (González *et al.*, 1989).

Está ampliamente establecido que la vacunación con *E. coli* J5 reduce la incidencia y la severidad de las mastitis clínicas causadas por bacterias coliformes aunque no evita las IIM (Wilson y González 2003; Hogan y Smith 2003). Las mastitis por coliformes más severas son las que se presentan durante el parto; siendo la migración demorada de los polimorfonucleares neutrófilos (PMN) desde la sangre hacia la GM y la disminución de su capacidad fagocítica (Dosogne y col 2002) el principal factor de riesgo asociado a la severidad de estas mastitis. El uso de la vacuna *E. coli* J5 bajo los protocolos usuales, produce una más rápida eliminación de las bacterias de la leche, un aumento más moderado del recuento de células somáticas (compuesto básicamente por PMN) en leche y menor pérdida de producción de leche tras el desafío experimental (Wilson *et al.*, 2007).

El esquema de aplicación de *E. coli* J5 con el cual se logró una mayor eficacia de reducción de mastitis clínicas por coliformes consiste en tres dosis: al secado de la vaca, un refuerzo 4 semanas después y una tercera dosis dentro de los 7 días posteriores al parto (Wilson & González, 2003). En muchos estudios se ha utilizado un esquema que comprende solamente las dos primeras dosis por adecuación a las prácticas de manejo más usuales de los establecimientos lecheros (Wilson y González 2003; Wilson y col 2007). Sin embargo, aunque ambos esquemas de aplicación se mostraron eficaces para reducir en forma significativa el porcentaje de mastitis clínicas por coliformes, los mayores porcentajes de reducción se observaron tras la aplicación del esquema de tres dosis (Wilson y González 2003). Se ha estimado que cuando más del 1% de las vacas en lactación son afectadas por mastitis clínica por coliformes, el uso de la vacunación con *E. coli* J5 arroja un costo-beneficio positivo (DeGraves y Fetrow 1991). Además, animales vacunados con un régimen de dos aplicaciones de *E. coli* J5 tuvieron menos del 75% de pérdida de producción de leche al presentar mastitis por *E. coli* que animales controles sin vacunar (Wilson y col

2009). En Argentina se evaluó la eficacia de una vacuna polivalente, conteniendo *E. coli* J5, para reducir la incidencia de mastitis clínicas por coliformes utilizando un esquema de tres aplicaciones en un rodeo con alta incidencia de mastitis por estos organismos. El porcentaje de animales que presentaron casos clínicos severos o muerte por mastitis por coliformes fue significativamente menor en el grupo de animales vacunados, confirmando la efectividad de la vacuna en condiciones de producción locales (Pol y col 2008).

Otros modificadores de la respuesta inmune

Los modificadores de la respuesta o inmunomoduladores son agentes estimuladores de la respuesta inmune innata que se han utilizado individualmente o para potenciar regímenes de terapia antibiótica o de inmunización específica (vacunas), y pueden convertirse en una alternativa eficaz para complementar los métodos tradicionales de control de las enfermedades. Se han evaluado en forma experimental diversos compuestos para estimular la respuesta inmune en la etapa de involución temprana de la GM luego de la interrupción de la lactancia y durante el parto, período en el cual la función inmune se encuentra deprimida. Dentro de estos compuestos, las citoquinas, proteínas de bajo peso molecular que actúan mediando interacciones complejas entre células del sistema inmune, han sido intensamente estudiadas. Recientemente, se ha evaluado el efecto de la aplicación de una citoquina reguladora, el factor estimulante de las colonias de granulocitos, obtenida por tecnología recombinante y formulada con polietilenglicol (PEG rbG-CSF) aplicada aproximadamente 6 días antes del parto. Esta citoquina genera un aumento significativo del número de PMN circulantes con un incremento de actividad de la mieloperoxidasa (Kimura et al., 2014), permitiendo que estén disponibles para movilizarse en presencia de infecciones. Estudios posteriores demostraron que vacas tratadas con PEG-rbG-CSF en concentración de 10 y 20 µg/kg 7 días antes de la fecha probable de parto, tuvieron un número significativamente menor de casos de mastitis clínicas post parto que los controles no tratados, sin afectar la composición y la producción de leche (Hassfurth et al., 2015).

TRATAMIENTO DE CASOS CLÍNICOS

Para instaurar un protocolo de terapia antibiótica acorde con los microorganismos prevalentes en un hato lechero, es necesario realizar un diagnóstico microbiológico sobre casos previos o contar con metodología de cultivo en finca para tal efecto (Lago et al., 2011). En aquellos casos en los cuales los EA son los organismos prevalentes, la terapia intramamaria es de elección, ya que estos organismos se localizan principalmente en el compartimiento central de la GM y los conductos durante una IIM. Por lo tanto, administrando el antibiótico por esta vía es posible obtener altas concentraciones de la droga en leche (Pyörälä, 2009). Las drogas de primera elección para tratar mastitis clínicas por EA son los antibióticos beta-lactámicos; prefiriéndose la penicilina si los organismos aislados son susceptibles a la misma o cefalosporinas de primera generación. No se recomienda para estos casos el uso de cefalosporinas de tercera y cuarta generación como primera alternativa, ya que pueden favorecer la emergencia de resistencia de espectro extendido contra beta-lactámicos (Pyörälä, 2009).

La mayoría de las mastitis por coliformes que ocurren promediando la lactancia son controladas por la respuesta inmune del hospedador, lo que ha llevado a cuestionar la eficacia de la terapia antibiótica en estos casos (Pyörälä, 2009). Sin embargo, en el caso de mastitis por coliformes al parto es necesario instaurar terapia antimicrobiana sistémica para inhibir el desarrollo bacteriano en la GM. Las drogas de elección para estos casos son las fluoroquinolonas y la cefquinoma (Pyörälä, 2009; Suojala et al., 2013); habiéndose establecido que el uso de terapia antibiótica en estos casos no causa la liberación masiva de endotoxina que teóricamente podría contribuir al agravamiento de los cuadros clínicos (Dosogne et al., 2002a). Considerando que en estos casos se pueden desarrollar estados de shock endotóxico, será necesario hidratar al animal por la vía más adecuada de acuerdo con el estado clínico.

Asimismo, la administración de antiinflamatorios no esteroides, que generan disminución de la temperatura corporal y de la GM y es recomendada como terapia de sostén (Suojala et al., 2013).

CONCLUSIONES

Las medidas de control de mastitis por organismos ambientales se deben dirigir a disminuir la exposición de los pezones a las fuentes de estos organismos y/o aumentar la resistencia de la vaca a las IIM causadas por estos organismos. La terapia antibiótica de los casos clínicos debe ser administrada sobre bases racionales para lograr tasas de curación adecuadas y las medidas complementarias destinadas a modular la respuesta inmune de los animales pueden atenuar los efectos de estas infecciones sobre todo durante la etapa crítica del periparto.

BIBLIOGRAFÍA

- CRISPIE, F., FLYNN, J, ROSS RP, HILL C, MEANEY WJ. 2004. Dry cow therapy with a non-antibiotic intramammary teat seal - a review. *Irish Vet. J.* 57:412-418.
- DEGRAVES, F., FETROW, J. 1991. Partial budget analysis of vaccinating dairy cattle against coliform mastitis with an *Escherichia coli* J5 vaccine. *J.Am. Vet. Med. Assoc.* 199:451-455.
- DINGWELL RT, LESLIE KE, SCHUKKEN YH, SARGEANT JM, TIMMS LL, DUFFIELD TF, KEEFE GP, KELTON DF, LISSEMORE KD, CONKLIN J. 2004. Association of cow and quarter-level factors at drying off with new intramammary infections during the dry period. *Prev. Vet. Med.* 63:75-89.
- DOSOGNE H, MEYER E, STURK A, VAN LOON J, MASSART-LEËN AM. BURVENICH C. 2002a. Effect of enrofloxacin treatment on plasma endotoxin during bovine *Escherichia coli* mastitis. *Inflamm Res* 51, 201-205.
- DOSOGNE, H., VANGROENWEGHE, F., BURVENICH, C. 2002b. Potential mechanism of action of J5 vaccine in protection against severe bovine coliform mastitis. *Vet. Res.* 33:1-12.
- GOLDBERG, J.J., WILDMAN, E.E., PANKEY, J.W., KUNKEL, J.R., HOWARD, D.E., MURPHY, B.M. 1992. The influence of intensively managed rotational grazing, traditional continuous grazing, and confinement housing on bulk tank milk quality and udder health. *J Dairy Sci* 75:96-104
- GONZÁLEZ, R.N., CULLOR, J.S., JASPER, D.E., FARVER, T.B., BUSHNELL, R.B., OLIVER, M.N. 1989. Prevention of clinical coliform mastitis in dairy cows by a mutant *Escherichia coli* vaccine. *Can. J. Vet. Res.* 53:301-305.
- HASSFURTHER, R.L., T.N. TERHUNE, P.C. CANNING. 2015. Efficacy of polyethylene glycol-conjugated bovine granulocyte colony-stimulating factor for reducing the incidence of naturally occurring clinical mastitis in periparturient dairy cows and heifers. *Am. J. Vet. Res.* 76:231-238.
- HOGAN, J., AND K.L. SMITH. 2003. Coliform mastitis. *Vet. Res.* 34:507-519.
- HUXLEY JH, GREEN MJ, GREEN LE, BRADLEY AJ. 2002. Evaluation of the efficacy of an internal teat sealer during the dry period. *J. Dairy Sci.* 85:551-561.
- KIMURA, K., GOFF, JP., CANNING, P., WANG, C. ROTH, J.A. 2014. Effect of recombinant bovine granulocyte colony-stimulating factor covalently bound to polyethylene glycol injection on neutrophil number and function in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97:4842-4851.
- LAGO, A., SM GODDEN, R BEY, PL RUEGG, K LESLIE. 2011. The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. *J. Dairy Sci.* 94:4441-4456
- OLIVER, S.P., LEWIS, M.J., INGLE, T.L., GILLESPIE, B.E., MATTHEWS, K.R. 1993. Prevention of bovine mastitis by a premilking teat disinfectant containing chlorous acid and chlorine dioxide. *J. Dairy Sci.* 76:287-292

- POL, M., CHAVES, C.J., MAITO, J., TIRANTE, L.I., VENA, M.M., LAGIOIA, G., VIANO, D., FANDINO, F., BARRA, F., TARABLA, H.D., CALVINHO, L.F. 2008. Eficacia de una vacuna polivalente conteniendo *Escherichia coli* J5. Vet. Arg. 245:331-342.
- PYÖRÄLÄ, S. 2009. Treatment of mastitis during lactation. Irish Vet. J. 62 Supplement:40-44.
- RASMUSSEN M. D., GALTON, D.M., PETERSON, L.G. 1991. Effects of premilking teat preparation on spores of anaerobes, bacteria, and iodine residues in milk. J Dairy Sci.74:2472-2478.
- SANFORD CJ, KEEFE GP, DOHOO IR, LESLIE KE, DINGWELL RT, DESCÔTEAUX L, BARKEMA H. 2006. Efficacy of using an internal teat sealer to prevent new intramammary infections in nonlactating dairy cattle. JAVMA 228:1565-1573.
- SUOJALA, L., KAARTINEN, L., PYÖRÄLÄ, S. 2013. Treatment for bovine *Escherichia coli* mastitis – an evidence-based approach. J. vet. Pharmacol. Therap. 36:521-531
- TODHUNER, D.A., K.L. SMITH, AND J.S. HOGAN. 1995. Environmental streptococcal intramammary infections of the bovine mammary gland. J. Dairy Sci. 78:2366-2374.
- WILLIAMSON JH, WOOLFORD MW, DAY AM. 1995. The prophylactic effect of a dry-cow antibiotic against *Streptococcus uberis*. N.Z. Vet. J. 43:228-234.
- WILSON, D.J., GONZÁLEZ, R.N. 2003. Vaccination strategies for reducing clinical severity of coliform mastitis. Vet. Clin. Food Anim. 19:187-197.
- WILSON, D.J., MALLARD, B.A., BURTON, J.L., SCHUKKEN, Y.H., GRÖHN, Y.T. 2007. Milk and serum J5-specific antibody responses, milk production change, and clinical effects following intramammary *Escherichia coli* challenge for J5 vaccinates and control cows. Clin. Vaccine Immunol. 14:693-699.
- WILSON, D.J., MALLARD, B.A., BURTON, J.L., SCHUKKEN, Y.H., GRÖHN, Y.T. 2009. Association of *Escherichia coli* J5-specific serum antibody responses with clinical mastitis outcome for J5 vaccinate and control dairy cattle. Clin. Vaccine Immunol. 16:209-217.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

LECHERÍA CON BAJA EMISIÓN, EFICIENTE EN EL USO DEL NITRÓGENO, ALTA PRODUCTIVIDAD Y MARGEN BRUTO ¿EXISTE EN ARGENTINA?

Tieri, M.P.¹; Faverin, C.²; Charlón, V.¹; Comerón, E.¹; Iacopini, M.L.¹; Gonda, H.L.³

¹INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina

²INTA EEA Balcarce. Buenos Aires, Argentina

³FCN, UNICEN

tieri.maria@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

Los establecimientos lecheros de Argentina tienen como objetivos principales, lograr aumentos de productividad y rentabilidad (Tieri *et al.*, 2017). Para lograrlo, la lechería argentina ha transitado en los últimos años un proceso de intensificación que comenzó de manera incipiente en la década del '80 como consecuencia de diferentes cambios tecnológicos, entre los cuales se puede mencionar la llegada de la alfalfa CUF, la cual se ha convertido en la base de variedades mejoradas en muchísimos aspectos y la posibilidad de un aprovechamiento en invierno (Comerón *et al.*, 2016).

A partir de la década del '90, la producción láctea argentina se incrementó sostenidamente a una tasa anual del 7%, como consecuencia de una mayor eficiencia productiva. Sin embargo, existen evidencias de que los procesos orientados exclusivamente a maximizar la productividad y mejorar el resultado económico, generan repercusiones a nivel ambiental y de sustentabilidad del sistema en su conjunto (Tieri *et al.*, 2017).

En los últimos años, al mismo tiempo que el sector primario argentino comenzó un proceso de concentración y de especialización de la escala productiva, creció la preocupación por las consecuencias medioambientales de las explotaciones agropecuarias intensivas (Charlón *et al.*, 2017). Uno de los desafíos de la lechería argentina es el crecimiento sustentable, en el actual proceso de intensificación de los sistemas de producción (SP). Dichos SP de leche enfrentan problemáticas de índole productiva, socioeconómica y ambiental, cuya intensidad es consecuencia de: brechas tecnológicas, competencia entre actividades sin complementariedad, dificultad para la gestión y del impacto ambiental (Pece *et al.*, 2017). En este sentido es necesario conocer el impacto en el ambiente de los sistemas de cara al futuro, e identificar los tambos con alta productividad dentro de un contexto sustentabilidad productiva, económica y ambiental.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de establecimientos lecheros de la Argentina con respecto a su productividad, eficiencia en el uso del nitrógeno y las emisiones de gases de efecto invernadero, para lograr identificar aquellos sistemas más productivos y de menor impacto ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo surge del análisis de la información obtenida a través de encuestas realizadas en 116 establecimientos lecheros ubicados en las provincias donde se concentra la producción de leche argentina (36,2% Santa Fe, 6,1% Entre Ríos, 36,2% Córdoba y 21,5% Buenos Aires) durante el ciclo 2014-2015. El cuestionario abarcó todos los aspectos relacionados con el manejo de los animales, uso de la tierra, uso y compra de insumos, dieta, rodeo, instalaciones de ordeño y manejo del estiércol y los efluentes generados (Gastaldi *et al.*, 2016).

A partir de esa información se calcularon los siguientes indicadores: carga animal (CA, VT/ha), producción de leche por superficie vaca total (PL, kg leche/haVT), eficiencia en el uso del nitrógeno a escala predial (EUN, kg N ingresado/kg N egresado), emisiones totales de gases de efecto invernadero por unidad de producto mediante la metodología del IPCC (Huella de carbono, kg CO₂eq/kg leche) y el margen bruto ganadero (MB, U\$S/ha). A continuación, se realizó un análisis de conglomerados usando una matriz de datos estandarizada, el método de agrupamiento de Ward y distancia Euclídea buscando identificar los establecimientos con alta productividad (PL) y MB y menor impacto ambiental. Posteriormente, se efectuó un análisis de componentes principales para evaluar el comportamiento de las variables en cada grupo. El test de Kruskal-Wallis se utilizó para confirmar las diferencias entre los grupos. Se utilizó software estadístico InfoStat versión 2016.

RESULTADOS OBTENIDOS

El análisis de conglomerados (Figura 1) permitió agrupar a los tambos en 3 grupos (G) con un criterio de diferenciación de conglomerados al 41% de distancia, según los indicadores evaluados (Tabla 1). El G2 presentó la mayor cantidad de tambos (57), seguido por el G1(46) y el G3 (13).

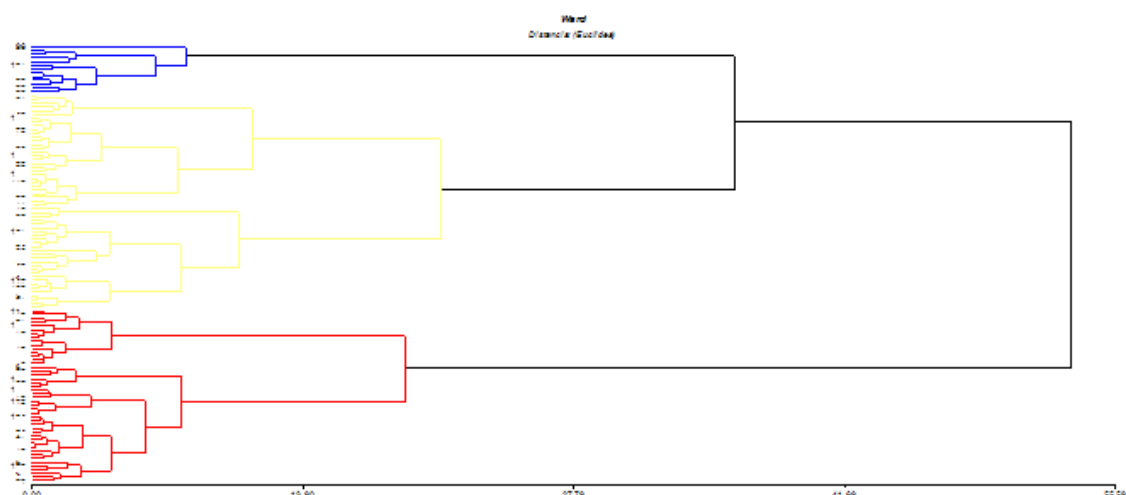


Figura 1. Agrupamiento de sistemas lecheros por análisis de conglomerados.

El G1 estuvo compuesto por el 39,6% de los establecimientos evaluados y representó a aquellos sistemas lecheros con una carga animal intermedia/baja y menor con respecto al resto de los grupos, menor producción de leche y margen bruto por hectárea, menor EUN y mayor huella de carbono. Los mismos se ubicaron principalmente en las provincias de Córdoba y Santa Fe, bajo sistemas de alimentación en base a Ración Parcialmente mezclada (RPM) y la entrega de alimentos por separado (AS). El G2 representó el 49% de los tambos, entre los cuales hay una mayor predominancia de los sistemas de Entre Ríos, Buenos Aires, Santa Fe y en menor medida los tambos evaluados en Córdoba, bajo sistemas de alimentación en base a RPM y ración totalmente mezclada (RTM). Dichos sistemas tuvieron una mayor carga animal, productividad y margen bruto con respecto a G1 y lograron al mismo tiempo una mayor EUN y menor huella de carbono (HC).

El G3 agrupó a aquellos tambos con mayor carga animal, producción de leche y margen bruto. Sin embargo, la EUN y la HC fue similar al G2 y mayor con respecto a G1. Por lo tanto, el grupo de mayor compromiso entre indicadores productivos, económicos y ambientales evaluados fue el G3, el cual solamente estuvo representado por el 11,2% de los tambos analizados. Dichos sistemas se ubicaron

principalmente en la provincia de Santa Fe y Córdoba con una mayor representación de los sistemas de alimentación RPM.

Tabla 1. Agrupamiento de sistemas lecheros según los indicadores evaluados.

Indicadores	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
	n= 46	n= 57	n= 13
Producción de leche (kg/haVT)	6797 c	11177 b	20948 a
Margen Bruto Ganadero (U\$/haVT)	362 c	731 b	1788 a
Carga Animal (VT/haVT)	1,08 c	1,40 b	2,36 a
EUN (%)	19,3 b	27,7 a	29,8 a
Huella de carbono (kgCO ₂ eq/kg leche)	1,06 a	0,84 b	0,83 b
Provincia, %			
Buenos Aires	10,7%	33,3%	7,6%
Santa Fe	39,1%	31,6%	46,2%
Córdoba	45,6%	22,8%	46,2%
Entre Ríos	4,3%	12,3%	-
Sistemas de producción, %			
Alimentos separados	32,6%	15,8%	28,1%
RPM	65,2%	61,5%	56,1%
RTM	2,2%	18,8%	15,8%
% Pasturas			
Base alfalfa	26,1%	49,1%	7,7%
100% alfalfa	71,7%	47,4%	76,9%
Otras	2,2%	3,5%	7,7%

Letras diferentes significan diferencias significativas $p < 0,05$. EUN: eficiencia en el uso del nitrógeno. RTM: ración totalmente mezclada; RPM: ración parcialmente mezclada.

En el 96,6% de los establecimientos encuestados, la alimentación de las vacas en ordeño estuvo compuesta en distintos porcentajes por pasturas 100% alfalfa y/o pasturas base alfalfa aprovechadas a través de pastoreo rotativo en los sistemas con alimentos por separado (AS) y RPM y por corte en los sistemas RTM que la utilizan. Los G1 y G3 utilizaron en mayor medida pasturas 100% alfalfa (alfalfa pura; 71,7% y 76,9%, respectivamente). En el G2 se observó una mayor utilización de las pasturas base alfalfa consociadas con otras especies.

CONCLUSIÓN

El trabajo permitió identificar un pequeño grupo de establecimientos con mayor compromiso productivo-económico y ambiental y un grupo de mayor tamaño con un adecuado comportamiento ambiental, pero con menor impacto económico-productivo.

Será necesario continuar las evaluaciones incorporando otros indicadores para identificar las causas que diferencian los establecimientos y así proponer medidas y/o estrategias para mejorar la sustentabilidad de los sistemas lecheros.

BIBLIOGRAFÍA

- CHARLÓN, V.; TIERI, M.P. Y CUATRIN, A. 2017. Uso del agua y gestión de los efluentes en la argentina. Información técnica de producción animal 2017 INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Publicación Miscelánea Año V - N°2 ISSN en línea-2314-3126.
- COMERÓN, E., ROMERO, L., VERA, M., VILLAR, J., MACIEL, M., CHARLÓN, V., TIERI, M.P. Y SALADO, E. 2016. Algunas consideraciones sobre la evolución del proceso de intensificación de la lechería argentina y los aportes del INTA. Información técnica de producción animal 2016 de la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informacion_tecnica_produccion_animal_2016_completo.pdf
- GASTALDI, L., ENGLER, P., LITWIN, G., CENTENO, A., MAEKAWA, M. Y CUATRIN, A. 2016. Informe lechería pampeana: resultados productivos ejercicio 2014- 2015. <https://inta.gob.ar/documentos/lecheria-pampeana-resultados-productivos-2014-2015>.
- PECE, M, LITWIN, GM, CHARLÓN, V, TIERI, MP, MANCUSO, W, BOFFA, S, CAVALLERO, G, RODRIGUEZ, C. 2017. Seguimiento y evaluación de tambos institucionales con indicadores productivos y ambientales. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 37 Supl. 1, pp 215.
- TIERI, M.P., FAVERIN, C., CHARLON, V., COMERON, E. Y, GONDA, H.L. 2017. Lechería con baja emisión, eficiente en el uso del nitrógeno, alta productividad y margen bruto ¿Existe en Argentina? Libro de resúmenes de la 3ra Conferencia de Gases de Efecto Invernadero en América Latina, pp 118.

CARACTERIZACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA EN UN SISTEMA CON VACAS CRUZAS CON PARICIONES BI-ESTACIONADAS.

Pece, M.A.; Maciel, M.; Salado, E.E.; Romero, L.; Cuatrín, A.; Vera, M.; Scandolo, D.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina
pece.mariela@inta.gob.ar.

INTRODUCCIÓN

La curva de lactancia muestra el comportamiento de la producción de leche de la vaca en función del tiempo, medida en días desde el parto. Puede ser caracterizada por la producción de leche al inicio de la lactancia (a partir del parto), la tasa de ascenso desde el inicio de lactancia al punto de máxima producción (pico de lactancia) y la tasa de descenso desde el pico de lactancia al secado (final de producción). Estas etapas definen la forma de la curva de lactancia, que puede estar afectada por el número de partos y la época de parición, asociados a la alimentación y al manejo. Conocer la curva permite predecir toda la lactancia con datos iniciales como también definir la alimentación de la vaca para gestionar de manera eficiente los recursos del tambo a través del manejo.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar las curvas de lactancia en un sistema de producción de leche compuesto por un rodeo de vacas cruzas con pariciones bi-estacionadas como herramienta para la toma de decisiones de manejo.

MATERIALES Y MÉTODO

Se tomaron los datos individuales de producción de leche diaria (kg/día) obtenidos a través del control lechero que se realiza mensualmente. Se realizó el ajuste a 305 días de las lactancias de vacas cruzas Holstein x Jersey paridas en Otoño (febrero-marzo-abril) y Primavera (julio-agosto-setiembre) a lo largo de 6 años consecutivos (2012-2017). Las vacas componen el rodeo del Sistema de Producción de Leche Intensiva de la EEA Rafaela del INTA (UPLI). Las características y resultados del sistema fueron descritos por Pece, et al. (2016). En el período analizado, la carga promedio fue de $2,1 \pm 0,24$ vacas totales por ha de vaca total. La alimentación estuvo compuesta por (ración promedio, expresada en porcentaje de materia seca total) 31-47% pastura de *Medicago sativa*, 27-20% forraje conservado y 42-33% concentrado en otoño-invierno y primavera-verano, respectivamente. Cabe aclarar que la misma varió según grupo de alimentación, época del año y condiciones meteorológicas.

Los datos se procesaron de acuerdo a dos estaciones de partos (Otoño y Primavera) y tres niveles de lactancias acumuladas (1ra, 2da y 3ra o más). Los registros mayores a 500 días de lactancia fueron eliminados por ser escasos. Las lactancias se ajustaron utilizando regresiones no lineales mediante la función propuesta por Wood (1967) donde producción de leche en la semana $t = a \cdot b^t \cdot \exp(-c \cdot t)$, siendo t la semana de lactancia y a , b y c parámetros que definen la curva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas de ajuste para las dos estaciones de parto analizadas y los tres niveles de lactancias acumuladas se muestran en la Figura 1. En términos generales, la tasa de ascenso de la producción fue elevada, entre el inicio y el pico de lactancia y durante la fase descendente de la curva, fue baja, indicando una mayor persistencia.

Los parámetros obtenidos en los casos analizados se muestran en la Tabla 1. Los niveles productivos al inicio de la lactancia (parámetro a) en Otoño fueron 1,75 kg más alto en la 1er lactancia

y en promedio 4,6 kg más bajos en la 2da y 3ra o más lactancia. Las tasas de ascenso (parámetro b) fueron menores en Primavera para la 2ra y 3ra o más lactancias (-0,03919), mientras que las tasas de descenso (parámetro c) no presentaron mayores diferencias. Para las lactancias analizadas, la producción al pico fue en promedio 1,75 kg menor en Otoño y el mismo se retrasó 34, 18 y 9 días en la 1ra, 2da y 3ra o más lactancias con respecto a la Primavera. Los resultados presentados hasta aquí coinciden con lo publicado por Pece, et al. (2014). Según García y Holmes (2001) las curvas de lactancia de las vacas paridas en Otoño fueron diferentes a las de Primavera, con rendimientos más bajos en el pico de lactancia pero mayores rendimientos en la lactancia media y tardía con respecto a las curvas de Primavera. En coincidencia, en el presente trabajo las producciones al pico en Otoño fueron menores.

La producción en la 1ra lactancia ajustada a 305 días, fue menor en ambas estaciones, registrando 185 kg más de leche la de Otoño en relación a Primavera. En 2da y 3ra o más lactancias la producción de Primavera superó en 318 kg en promedio a la de Otoño. Dentro de cada estación, a medida que aumenta el número de lactancia, aumenta la producción al pico y aumenta la producción por lactancia. El número de partos ha sido reportado como uno de los factores no genéticos más influyentes en la forma de la curva de lactancia. Las vacas de primera lactancia muestran menores producciones diarias al inicio, mayor persistencia y menor producción total por lactancia, esto puede atribuirse a que su desarrollo no ha finalizado, por lo que primero satisfacen requerimientos de mantenimiento y crecimiento y luego de producción.

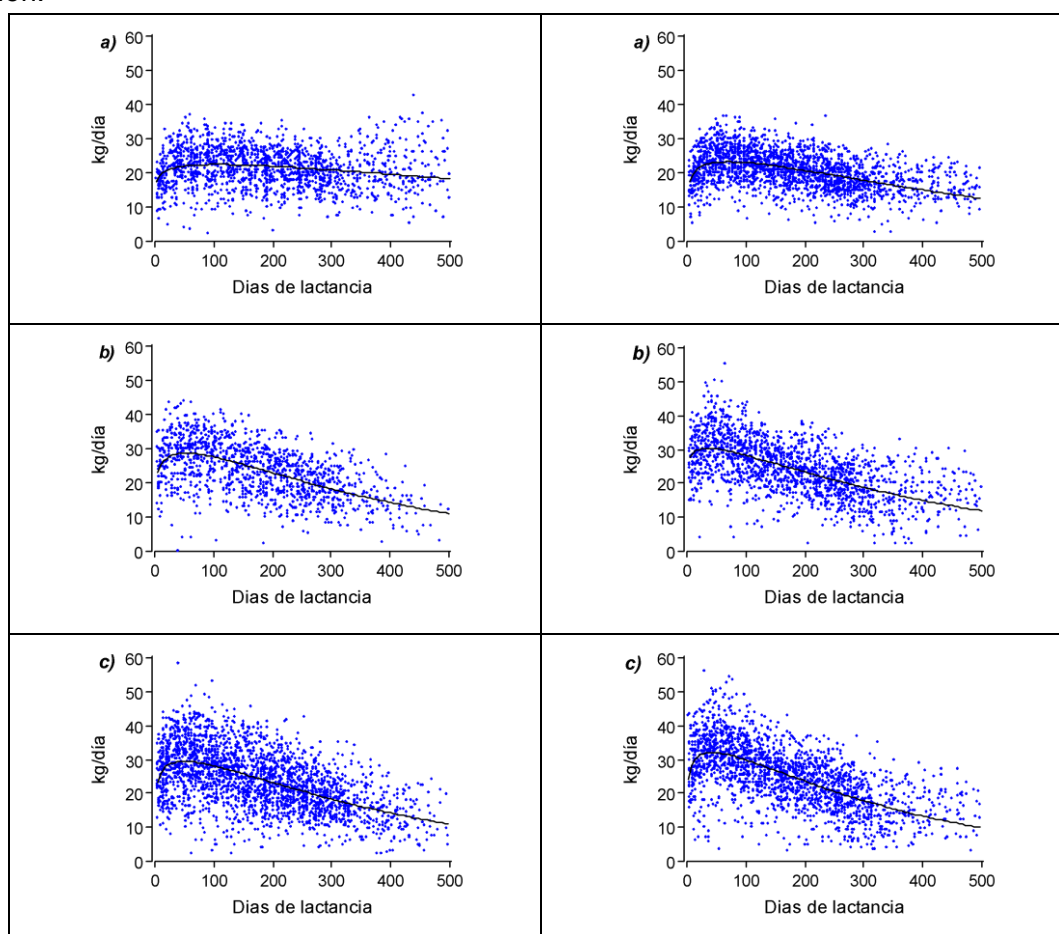


Figura 1. Producción de leche por vaca por día por lactancia (kg/día). Partos OTOÑO (izquierda), Partos PRIMAVERA (derecha). a) 1ra, b) 2da y c) 3ra o más lactancias. Valores registrados por control lechero mensual en el rodeo del Sistema de Producción de Leche Intensiva (UPLI) de la EEA Rafaela del INTA en 6 años (2012-2017).

Tabla 1: *Parámetros del modelo de Wood: producción al pico de lactancia, días desde el parto al pico de lactancia, producción por lactancia ajustada a 305 días y número de lactancias evaluadas para dos épocas de partos y tres categorías de número de lactancia (lact).*

Parámetros	Época de parto					
	Otoño			Primavera		
	1 ^{ra} lact.	2 ^{da} lact.	3 ^{ra} o más lact.	1 ^{ra} lact.	2 ^{da} lact.	3 ^{ra} o más lact.
a	15,9	18,1	19,0	14,2	24,3	21,9
b	0,0937	0,1556	0,15	0,152	0,08762	0,1396
c	0,000889	0,002919	0,002971	0,002137	0,002518	0,003341
Producción al pico (kg/día)	22,4	28,7	29,4	23,3	30,3	32,1
Días desde el parto al pico	105	53	51	71	35	42
Producción lactancia ajustada a 305 días (kg)	6.609	7.430	7.544	6.425	7.711	7.899
Número de lactancias evaluadas	146	122	245	195	154	214

Referencias: a: niveles productivos al inicio de la lactancia, b: tasas de ascenso y c: tasas de descenso.

La época de parto y la distribución de las fechas de parto definen la demanda de alimento y la producción de leche de un sistema en el año (García y Holmes, 1999). La producción de leche refleja la expresión de la sucesión de curvas de lactancia. En la Figura 2 se muestra la producción de leche a lo largo de un año (valores promedio de 6 años) obtenida en el Sistema de Producción de Leche Intensiva: un sistema con vacas cruza. Los mayores niveles productivos al inicio de la lactancia y las mayores producciones al pico en vacas paridas en Primavera se visualizan en los kg/día registrados en los meses de julio, agosto y setiembre. Estos se dan cuando la producción de las pasturas base alfalfa comienza a aumentar y pasan a formar parte de una mayor proporción de la ración a diferencia de lo que representan en proporción las pasturas en las raciones de vacas paridas en Otoño donde es necesario el mayor uso de forrajes conservados y concentrados.

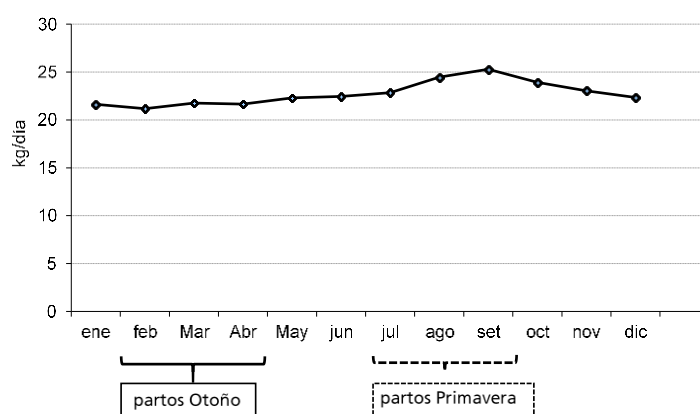


Figura 2. *Producción de leche por vaca por día (kg/día) registrados a través del control lechero mensual. Valores promedio de 6 años.*

Cabe mencionar que los cambios en el disponibilidad y calidad de los alimentos en el tiempo pueden influir sobre la forma de la curva de lactancia y, en consecuencia, en la distribución de la producción de leche (Wood, 1972).

CONCLUSIÓN

El modelo ajustado utilizado contiene parámetros que definen la curva total de producción y brindan una interpretación desde el punto de vista productivo. Las curvas de lactancia de las vacas paridas en Otoño y en Primavera presentaron características diferenciales en algunos de sus parámetros. El número de partos y la época de parición afectaron la forma de la curva de lactancia. Conocer estos aspectos es fundamental, para evaluar el impacto que tienen diferentes factores que pueden modificar dichas curvas y así poder tomar las decisiones de manejo adecuadas para el uso eficiente de los recursos que componen los sistemas de producción de leche

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de SANFE-1261102 con el calificado y valioso aporte de Gabriel Schmidt, Darío Arias, Ariel Plattner y José Alberto Tolosa.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA S.C. Y HOLMES, C.W. 1999. Effects of time of calving on the productivity of pasture-based dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1999, Vol. 42: 347-362.
- GARCÍA S.C. Y HOLMES, C.W. 2001. Lactation curves of autumn- and spring-calved cows in pasture-based dairy systems. *Livestock Production Science* 68: 189–203.
- PECE, M.A., MACIEL, M., CUATRÍN, A., TIERI, M.P., SALADO, E.E., SCANDOLO, D. Y ROMERO, L. 2014. Caracterización de curvas de lactancia en un sistema de producción de leche con pariciones biestacionadas. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 34. Supl. 1. Pág 271.
- PECE, M.A., MACIEL, M., SALADO, E.E., ROMERO, L., SCANDOLO, D., TIERI, M.P., VERA, M., VITULICH, C. Y CHARLÓN, V. 2016. Unidad de Producción de leche intensiva: resultados 2011-2016 *INFORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2016* ISSN 2314-3126 Publicación Miscelánea Año 4 – N° 2. EEA Rafaela.
- WOOD, P.D.P. 1967. Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle. *Nature*. Vol. 216: 164–165.
- WOOD, P.D.P. 1972. A note on seasonal fluctuations in milk production. *Animal Production*. Vol. 15: 89-92

DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN DE LECHE INTENSIVA CON SERVICIO BIESTACIONADO

Maciel, M.; Pece, M.A.; Salado, E.E.; Romero, L.; Vera, M.; Scandolo, D.

INTA EEA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa fe, Argentina.
maciel.martin@inta.gob.ar.

INTRODUCCIÓN

La Unidad de Producción de Leche Intensiva (UPLI) de la EEA Rafaela del INTA es un sistema de producción de leche que está en actividad desde setiembre de 1980 y a lo largo de más de 3 décadas ha transitado por sucesivas etapas que incluyeron planteos productivos diferentes y modificaciones estructurales (Tierl et al., 2014). A partir del año 2000 se replantearon los objetivos de la unidad, buscando aumentar en forma sostenida la eficiencia física y económica – financiera e incrementar la calidad composicional de la leche producida (Vera et al., 2016). Para ello se introdujeron estrategias comerciales (agricultura y tambo), raciales (Holando y cruza HxJ), reproductivas (pariciones biestacionadas con alternancia de grupos raciales) y alimenticias (raciones según época del año: otoño 40:30:30 y primavera 75:10:15 de pastura:forraje conservado:concentrado, respectivamente). En este contexto, desde el año 2011, se lleva adelante una propuesta de seguimiento y valoración del proceso de intensificación que busca abordar la sustentabilidad desde sus tres dimensiones: productiva, ambiental y socioeconómica (Pece et al., 2016).

En este trabajo se presenta el desempeño reproductivo correspondiente a 6 ciclos productivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La UPLI está ubicada sobre la ruta nacional N°34 en el km 227 a 7 km de la ciudad de Rafaela, en el centro oeste de la Provincia de Santa Fe (lat Sud: 31°12', Long Oeste: 61°30' a 99msnm). En ella se implementa una rotación de cultivos que comprende un ciclo de 5 años, que incluye 3 años de pasturas y 2 años de cultivos anuales destinados a la confección de reservas para la alimentación del rodeo.

Las pasturas base alfalfa son aprovechadas a través de pastoreo rotativo en franjas diarias, definidas según período de aprovechamiento y descanso en función de la época del año y representa entre un 40 % y 60 % de la ración total según el grupo de alimentación, la época del año y las condiciones meteorológicas. La ración de las vacas en ordeño (VO) se completa con silaje planta entera de maíz y/o sorgo, grano de maíz y/o sorgo seco molido, semilla de algodón, pellets de soja o girasol, ingredientes mezclados y distribuidos a través de un mixer. Durante los ordeños se suministra un balanceado comercial. Las VO se dividen en grupos, según el momento de lactancia, la producción individual, condición corporal y preñez, que se alimentan en forma diferencial. La cantidad de grupos varía entre 2 (punta y cola) y 3 (punta se divide en multíparas y primíparas y cola). La composición de los grupos y las raciones respectivas se verifican mensualmente, y si es necesario se reajustan.

El rodeo está formado por vacas cruza (Holando x Jersey) obtenidas por cruzamiento rotacional alternado, que consiste en alternar las razas de los toros utilizados en cada generación (a las hijas de toros Holando se las insemina con toros Jersey y viceversa).

El manejo de las pariciones y los servicios es biestacionado o en dos bloques (B₁: partos en febrero, marzo y abril como consecuencia de los servicios en mayo, junio y julio y B₂: partos en julio, agosto y setiembre que corresponden a servicios en octubre, noviembre y diciembre). El planteo de **bloques de parición** concentra las actividades relacionadas con el manejo reproductivo (servicios, partos, cría y recría)

con el intento de evitar la superposición de las mismas. De esta manera, se pretende "ordenar" estas prácticas en la búsqueda de una mayor eficiencia productiva y una dedicación más focalizada en los operarios.

Para este sistema de servicio, se establecieron los objetivos y la evaluación del desempeño reproductivo a través de los indicadores propuestos por el InCalf (Morton, J., 2000), utilizado para analizar sistemas con servicio estacionado:

- Porcentaje de Inseminación en las primeras tres semanas del IS: % IA 3S (>87%)
- Porcentaje de Preñez a primer servicio: % P 1ra IA (>50%)
- Porcentaje de Preñez en las primeras seis semanas del IS: % P 6S (>70%)
- Porcentaje de Preñez en todo el período: % P General (>80%)

Estos indicadores se calculan desde el inicio (IS) hasta el final (FS) de los servicios sobre el total de vacas que ingresan al mismo independientemente de su fecha de parto. Por este motivo, el intervalo entre el parto y el IS influye directamente sobre el objetivo buscado, como se observa en la Figura 1 (Scándolo et al., 2009).

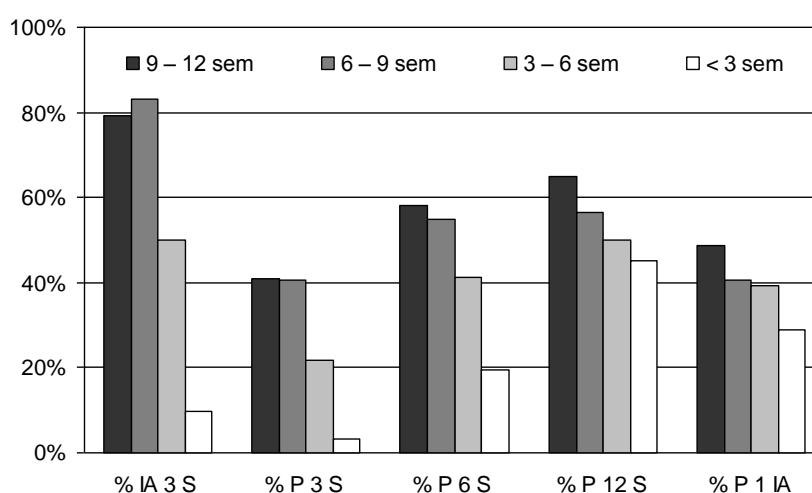


Figura 1. Relación del intervalo fecha de parto-inicio de los servicios, en semanas (sem), en sistemas de servicio estacionado sobre los porcentajes de inseminación en tres semanas (% IA 3S), de preñez en tres, seis y 12 semanas (% P 3S - % P 6S - % P 12S) y el de preñez a primera inseminación (% P 1 IA) de vacas Holando.

En este trabajo, se encontraron asociaciones estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre la fecha de parto-inicio de los servicios en el % IA 3 S, % P 3 S y % P 6 S. Por otra parte, se observó una tendencia en el % P 1 IA ($P < 0,09$) y en el % P 12 S ($P < 0,06$) (Scándolo et al., 2009).

Se puede apreciar que a mayor IP-IS, mayor posibilidad de IA y P 3S, de P 1ra IA y de P 6S.

Previo al inicio de los servicios, se realizaron exámenes ginecológicos para determinar la cantidad de vacas con alta puerperal y cíclicas al inicio de los servicios. El programa de servicios se basó en la detección de celos (con ayuda de pinturas en la base de la cola) y la inseminación artificial (IA) dos veces por día según regla AM/PM. Con el objetivo de lograr mayor cantidad de vacas inseminadas y servicios retenidos en el menor tiempo posible se realizaron controles ginecológicos semanales durante la temporada de servicio. Con el mismo fin, se utilizaron prostaglandinas estratégicamente (una vez por semana los lunes) para favorecer la observación visual. El trabajo se complementa con ecografía precoz

de los no retornos (28 días) para detectar las vacas vacías antes de la finalización de los servicios. Luego de este examen, el diagnóstico de preñez se repite a los 60 días del último servicio. Las vacas vacías de un período se transfieren al otro, previo examen de aptitud sanitaria-reproductiva.

En el transcurso de este estudio, **no se utilizaron hormonas esteroideas** (progestágenos, sales de estradiol) para realizar inseminación a tiempo fijo (IATF). En los dos últimos períodos, la IA se realizó una sola vez por día a la mañana en las vacas “despintadas” asumiéndolas en celo y en las detectadas por observación de monta. Se recurrió al servicio natural “a campo” durante el último mes o luego de finalizada la IA, en aquellos períodos afectados por inclemencias climáticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan valores de referencia publicados en un ensayo realizado en la EEA Rafaela y los del mencionado InCalf (Morton, J., 2000).

Tabla 1. Valores de referencia de porcentajes de preñez a primer servicio (% P 1ra IA), de inseminación en las primeras tres semanas de iniciado servicio (% IA 3S), de preñez en primera semana (% P 1S) y primeras seis semanas de iniciado el servicio (% P 6S), preñez general (P general), porcentaje vacías y días de inseminación artificial (días de IA) para analizar sistemas de servicio estacionado.

Indicador reproductivo	Rafaela ¹	Bibliografía		
		Australia ²		
	Promedio	Rango	Mediana	Factible
Tasa inseminación	75			
% P 1ra IA		24 – 68		54
% IA 3 S		29 – 95	77	87
% P 1 S	54			
% P 6 S	62	23 – 86	63	75
P general	77	63 – 99*	91*	94*
% Vacías		1 – 37	9	6
Días de IA	68			

¹ Baudracco *et al.*, 2011 (promedio de 2 años de servicios de primavera del 1/10 al 15/12/07 y del 6/10 al 6/12/08)

²Valores resultado del análisis de 124 tambos con servicio estacionado en Australia. InCalf Project (Morton, J., 2000), Dairy Research and Development Corporation (DRDC), año 2000. * Objetivo esperado por el InCalf para 21 semanas de servicio que incluye el repaso de servicio natural.

La caracterización productiva y el desempeño reproductivo de la UPLI se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización productiva y desempeño reproductivo (13 periodos) en la Unidad de Producción de Leche Intensiva de la EEA Rafaela del INTA en los últimos 6 años.

	2011-2012		2012-2013		2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017		2017-2018	
Indicadores productivos														
Carga Animal (vaca total/haVT)	2,00		1,95		1,92		1,91		2,50		2,26		np-	
Producción (litros/vaca ordeño/día)	21,8		22,2		23,5		21,3		21,1		19,1			
Productividad (litros/haVT)	13.192		13.716		14.146		12.375		16.448		13.051			
Gramos concentrado/ litro ¹	358 (212)		378 (220)		384 (234)		449 (266)		460 (247)		494(287)			
Sólidos útiles (kgSU/ha/año)	988		1.014		1.042		903		1.229		973			
Desempeño reproductivo														
Temporada servicio (temp)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Pri	Oto	Pri	Oto	Pri	Oto	Pri	Oto	Pri	Oto	Pri	Oto	Pri	Oto
% IA 3S	91,5	97,2	72,4	84,5	88,1	71,0	81,1	77,5	93,5	52,5	58,9	63,2	65,2	72,1
%P 1ra IA	41,2	33,8	33,6	43,7	31,0	40,3	36,0	35,3	36,1	59,6	36,4	35,7	40,7	44,2
% preñez 6 semanas	54,7	51,0	44,0	57,3	34,9	59,7	48,6	43,1	48,4	63,6	38,3	46,2	41,7	67,4
% preñez P General	71,7	66,6	61,9	84,5	65,5	80,6	75,7	76,5	64,1	84,8	75,7	81,1	85,3	84,9
Días de servicio	81	86	86	104*	98	90	95	110	93	84	121	89	126	109
										**	*		*	

1 a 14 temporada de servicio; Pri: primavera; Oto: otoño

* periodos donde se utilizó servicio natural "a campo"

** el servicio comenzó un mes más tarde por problemas de inundación

np datos no presentados

En otoño, el desempeño reproductivo se mantuvo cerca de los valores de referencia (Tabla 1). En cambio, en las temporadas de primavera puede observarse un menor porcentaje de preñez general. Una de las causas principales de esto, entre otras, es el aumento de la temperatura ambiente presente en los meses que corresponden a este servicio (octubre, noviembre y diciembre), principalmente en los dos últimos. Esta situación fue más aguda en primavera 2013-2014 y Otoño 2014-2015 donde se observaron bajos % P 6 semanas, resultado que puede atribuirse a las condiciones generadas por las elevadas temperaturas y las excesivas lluvias, respectivamente.

El % IA 3 S fue óptimo en la temporada 2011 – 2012 en relación a lo “factible” del InCalf (Morton,J., 2000), resaltando una alta actividad cíclica en el rodeo acompañada de una excelente detección de celos. En cambio, los otros indicadores, que tienen que ver con la concepción, fueron más bajos que los registrados en el ensayo realizado en la EEA Rafaela y los del InCalf (Morton,J., 2000) Project (2000) en general. Aquí es válido comparar el % P 6 S porque el de P General es elevado en el InCalf (Morton,J., 2000) debido al uso de servicio natural durante dos meses más. En este sentido, se puede ubicar en valores intermedios del rango australiano (60 % de los tambos).

En las temporadas del ciclo 2012 – 2013, se iniciaron los servicios de inseminación artificial (IA) con detección de celos a través de la observación visual y la ayuda de pintura en la base de la cola durante la primera semana. La IA se realizó post observación con el método AM/PM y las “despintadas” en el momento de su detección. Al inicio de la segunda semana, se aplicó prostaglandina a aquellas vacas no inseminadas y se continuó con la misma rutina detallada anteriormente. Los exámenes ginecológicos tuvieron una frecuencia semanal para detectar posibles alteraciones de los ciclos y el diagnóstico de gestación se realizó a partir de los 30 días promedio del “no retorno” utilizando siempre prostaglandinas para concentrar los servicios y GnRH para tratamiento de quistes foliculares. Los indicadores de la temp3 fueron los más bajos en relación a las anteriores y a la temp4. En esta última, excepto el % de IA 3 S, se presentaron los mejores resultados, finalizando la temporada con una preñez general superior a todas las temporadas y muy cercana a la australiana. Si bien se utilizó el servicio natural, en la UPLI el período tuvo 40 días menos que los tambos analizados en el InCalf (Morton,J., 2000).

En el ciclo 2014-15 el 61% de la precipitación acumulada se produjo entre enero y abril ocasionando anegamiento en detrimento de la productividad y del desempeño reproductivo que repercutió más en la Primavera 2015 (temp).

En el ciclo 2015-2016, con respecto al desempeño reproductivo en Primavera 2015, si bien la IA 3 S fue del 93,8% (buena respuesta de las vacas al celo), el % de preñez en la semana 6 y el % preñez general fueron bajos. Esto pudo deberse a las altas temperaturas registradas en los meses de noviembre y diciembre. El anegamiento que se produjo al final del ciclo fue de mayor gravedad que el acontecido en el ciclo anterior (2014-2015), donde para el mismo período se dio el 64% de la precipitación acumulada. Esto ocasionó la pérdida total de las pasturas y marcadas complicaciones en todos los aspectos del manejo del rodeo en detrimento de la producción, mientras el desempeño reproductivo fue muy bueno. El período de servicio se atrasó un mes y se complicaron las condiciones de las instalaciones y de piso (anegamiento en corrales) para detectar celo e inseminar. A partir de aquí entonces, se implementó la estrategia de inseminar una vez por día, utilizando a la pintura en la base de la cola como el elemento principal para reclutar vacas para IA. Luego del ordeño de la mañana, se apartaban las vacas despintadas, se encerraban en corrales más altos y se inseminaban. A pesar de los cambios, el servicio fue exitoso, lográndose una de las preñeces más altas del estudio.

En las temporadas siguientes se siguió implementando la IA una vez por día, obteniéndose buenos resultados excepto en las Primavera 2016-2017 que se recurrió al repaso de servicio natural para no decaer en preñez por problemas ambientales.

CONCLUSIÓN

Con el sistema de servicio aplicado, los indicadores se mantuvieron aceptables aunque no alcanzaron los valores óptimos debido a diferentes factores, sobre todo climáticos.

En el caso de realizar bloques, este efecto (inundaciones, altas temperaturas) afecta en mayor medida el desempeño reproductivo con respecto al servicio continuo, debido a que en este último se compensa porque se sigue inseminando, mientras que en el bloque se corta en un día fijo.

Se muestra que con la aplicación de este sistema, en seis meses (divididos en dos bloques de tres) se pueden lograr resultados de preñez general similares y mayores a los que se obtienen con servicio continuo. Además, se hace más eficiente el uso de ayudas a la detección de celos y no se superponen las actividades de los operarios (partos, crianza e IA).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de SANFE-1261102 con el calificado y valioso aporte de Gabriel Schmidt, Ariel Plattner, Darío Arias y José Alberto Tolosa.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUDRACCO, J., LOPEZ-VILLALOBOS, N., ROMERO, L.A., SCANDOLO, D.A., MACIEL, M., COMERON, E.A., HOLMES, C.W. Y BARRY, T.N. 2011. Effects of stocking rate on pasture production, milk production and reproduction of supplemented crossbred Holstein-Jersey dairy cows grazing Lucerne pasture. *Animal Feed Science and Technology* 168: 131-143
- MORTON, J. 2000. The InCalf (Morton,J., 2000) Project, Dairy Research and Development Corporation (DRDC), Progress Report No 2, Australia, September, 2000.
- PECE, M., MACIEL, M., SALADO, E., ROMERO, L., TIERI, M.P., SCÁNDOLO, D., VERA, M., VITULICH, C., Y CHARLÓN, V. 2016. Unidad de producción de leche intensiva: Resultados 2011-2016. INTA. ISSN 2314-3126. Publicación Miscelánea. Año 4 – N° 2. 16-21.
- SCÁNDOLO, D; MACIEL, M; CUATRÍN, A Y SUÁREZ, C. 2009. Relación de intervalo fecha de Parto – Inicio de los servicios sobre la eficiencia reproductiva de vacas Holando sometidas a sistemas de partos y servicios estacionados. XXVII Jornadas de Actualización en Ciencias Veterinarias organizadas por el Colegio Médico Veterinario de la Provincia de Córdoba. 25, 26 y 27 de Septiembre.
- TIERI, M.P., PECE, M., COMERÓN, E., MACIEL, M., SCÁNDOLO, D., CASTIGNANI, H., SALADO, E., ROMERO, L., BERCA, R., VERA, M., HERRERO, M.A., CHARLÓN, V. Y GARCÍA, K. 2014. Evaluación de la sustentabilidad de un tambo de alta productividad con especial énfasis en los aspectos ambientales. INTA. ISSN 2314-3126. Año 2 – N° 2.
- VERA, M., TIERI, M.P., MACIEL, M., FRANCO, L., COMERÓN, E., SCÁNDOLO, D., Y ROMERO, L. 2016. Unidad de producción de leche intensiva síntesis histórica 1981-2009 y resultados obtenidos a partir de la incorporación de las cruas. INTA. ISSN 2314-3126. Publicación Miscelánea. Año 4 – N° 2. 104-109.

INFORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2018

Publicación Miscelánea Año VI – N° 4

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA

Ruta 34 km 227 (2300) Rafaela, Santa Fe

Teléfonos: (03492) 440121/440125

inta.gob.ar/rafaela

eearafeela@inta.gob.ar

ISSN en línea 2314-3126



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación