

5^o Jornada Nacional de FORRAJES CONSERVADOS

Hacia sistemas ganaderos de precisión con valor agregado

Recopilación de presentaciones técnicas

9 y 10 de Abril de 2014

Estación Experimental Agropecuaria Manfredi



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

5ta Jornada Nacional de Forrajes Conservados
Recopilación de presentaciones técnicas

1a. Edición. Ediciones INTA, CABA. 2.000 ejemplares.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Estación Experimental Agropecuaria Manfredi
Ruta 9, km 636. (5988) Manfredi. Pcia. de Córdoba.



©, 2013, Ediciones INTA. Libro de edición Argentina

Ing. Agr. Carlos Casamiquela

Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

Lic. Gabriel Delgado

Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

Ing. Agr. Francisco Anglesio

Presidente del INTA

Ing. Agr. Eliseo Monti

Director Nacional del INTA

Ing. Agr. Eduardo Martellotto

Director del Centro Regional Córdoba - INTA

Ing. Agr. Eduardo Orecchia

Director de la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi - INTA

Dra. Claudia González

Coordinadora del Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor - INTA

Ing. Agr. Anibal Pordomingo

Coordinador del Programa Nacional de Producción Animal - INTA



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Índice

INTRODUCCIÓN

5ª Jornada Nacional de Forrajes Conservados - <i>Hacia sistemas ganaderos de precisión con valor agregado</i>	1
<i>Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini, Ing. Agr. Fernando Ustarroz, Ing. Agr. Marcos Bragachini, Ing. Agr. Diego Mathier, Ing. Agr. José Méndez.</i>	
Perspectivas de los mercados de ganados y carne vacuna	19
<i>Ing. Agr. Dardo Chiesa</i>	
Presente y futuro de la lechería argentina	33
<i>Oscar Carreras</i>	
Tendencias de los sistemas de producción bovina de carne en la Argentina	37
<i>Aníbal Pordomingo y Francisco Santini</i>	
Modelo real exitoso de empresa asociativa familiar, del campo a las góndolas con productos lácteos con alto valor agregado	39
<i>Visita de técnicos de INTA -PNAlYAV- al establecimiento Lácteos "La Ángela"</i>	
<i>Ing. Agr. Mario Bragachini, Ing. Agr. Fernando Ustarroz, Ing. Agr. Diego Mathier</i>	
Consideraciones a tener en cuenta en la sembradora para lograr una buena implantación de pasturas	43
<i>Ing. Agr. M.Sc. Hernán Ferrari</i>	
Manejo de malezas en pasturas base alfalfa	47
<i>Ing. Agr. (M .Sc.) Héctor P. Rainero</i>	
Aspectos de la producción y calidad de pasturas de alfalfa en la región central de la provincia de Santa Fe	53
<i>Ing. Agr. (M. Sc.) Juan Mattera, Ing. Agr. (D.E.A.) Luis Romero</i>	
Hacia la tecnificación del heno de alta calidad	59
<i>Ing. Agr. Federico Sánchez</i>	
Manejo de estiércol en sistemas lecheros intensivos	65
<i>Ing. Agr. Ph.D. Alejandro R. Castillo</i>	
Uso de efluente de tambo en la producción de maíz para silo	67
<i>Nicolás Sosa, Juan Manuel Orcellet, Sebastián Gambaudo</i>	
Manejo de Efluentes en Feed Lot	73
<i>Aníbal J. Pordomingo</i>	
Oportunidades del sector agropecuario y agroindustrial argentino para la generación de bioenergía en origen	77
<i>Ing. Agr. Marcos Bragachini, Ing. Agr. Diego Mathier, Ing. Agr. José Méndez, Ing. Agr. (M.Sc.) Mario Bragachini, Ing. Agr. Alejandro Saavedra.</i>	

El sector agropecuario como productor energético y de bio-fertilizante mediante una Planta de Biogás <i>Dr. Alberto Argiel</i>	85
Herramientas utilizadas para la delimitación de ambientes o zonas de manejo <i>Ing. Agr. Diego Villarroel, Ing. Agr. Juan Pablo Vélez, Ing. Agr. Andrés Méndez, Ing. Agr. Fernando Scaramuzza</i>	89
Situación de la alfalfa en Argentina <i>Ing. Agr. Daniel H. Basigalup</i>	95
Nuevos conceptos en la conservación de alfalfa <i>Ing. Agr. Gustavo Clemente - Ing. Agr. Juan L. Monge</i>	101
Ajustes y detalles para el logro de fibra con alto valor nutricional <i>Ing. Agr. Pablo Cattani</i>	107
Tendencias y desafíos de los sistemas lecheros <i>Ing. Agr. Ph.D. Alejandro R. Castillo</i>	113
Avances en agricultura de precisión aplicada a la siembra <i>Ing. Agr. Diego Villarroel, Ing. Agr. Juan Pablo Vélez, Ing. Agr. Andrés Méndez, Ing. Agr. Fernando Scaramuzza</i>	115
Aspectos clave en sorgos para silaje <i>Ing. Agr. M.Sc. Marcelo G. Torrecillas</i>	123
Ensilado con eficiencia: manteniendo la calidad nutricional del cultivo en pie hasta la boca del animal <i>Ing. Agr. José Peiretti</i>	127
Aditivos bacterianos para silajes <i>Ing. Agr. Ph.D. Oscar C. M. Queiroz</i>	133
Calidad de silaje <i>Ing. Agr. Juan L. Monge - Ing. Agr. Gustavo Clemente</i>	139
La utilización de silajes en los sistemas ganaderos <i>Ing. Agr. M. Sc. Marcelo De León</i>	145
Emergencia agropecuaria: silaje de maíz-sorgo para pequeños productores <i>Méd. Vet. Rubén Rodríguez, Ing. Agr. Eduardo Santos, Ing. Agr. Eduardo Orecchia</i>	153
Uso de subproductos del destilado de granos en bovinos para carne <i>Arroquy, J.; Berruhet, F.; Martínez Ferrer, J.; Pasinato, A. y Bruneti, M.</i>	157
Visita a tambo y feedlot con incorporación de burlanda húmeda de maíz en la ración <i>Ing. Agr. Mario Bragachini, Ing. Agr. Matías Alladio, Ing. Agr. Fernando Ustarroz</i>	189

- Visita a feed lot con alta incorporación de burlanda húmeda de maíz en la ración** 195
Ing. Agr. Mario Bragachini, Ing. Agr. Matías Alladio, Ing. Agr. Fernando Ustarroz
- Dietas con inclusión de expeller o harina de soja en el engorde de bovinos para carne** 201
Beierbach, R.; Pordomingo, A. J.; Pasinato, A.; Jouli, R.; Pordomingo, A. B.; y Juan, N. A.
- Evaluación de distintos tipos de mixers en función de su capacidad operativa, para el proceso de fibra** 205
Ing. Agr. Juan Giordano
- Manejo del estrés calórico** 211
Ing. Agr. Jorge Ghiano, Ing. Agr. M.Sc. Miguel Taverna, Lic. M.Sc. Laura Gastaldi, Tec. Emilio Walter
- Ganadería de Precisión: Uso de subproductos de la agroindustria** 215
Ing. Agr. M.Sc. Miriam Gallardo
- Autoconsumo de silajes: cómo asegurar un buen resultado** 227
Ing. Agr. M. Sc. Marcelo De León - Ing. Agr. Rubén Giménez

**Unidades de INTA
participantes del Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor
Integrador I - Proyecto Específico II - Módulo III
Tecnología de Cosecha de Granos**



INTA EEA Manfredi (03572) 493039 / 53 / 58
Ruta 9 Km. 636 (5988) Manfredi / Pcia. de Córdoba
precop@correo.inta.gov.ar
Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini (bragachini.mario@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Andrés Méndez (mendez.andres@inta.gov.ar)
Ing. Agr. José Peiretti (peiretti.jose@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Federico Sánchez (sanchez.federico@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Gastón Urrets Zavalía (gaston_urrets@hotmail.com)
Ing. Agr. Marcos Bragachini (marcosbragachini@hotmail.com)
Ing. Agr. Diego Mathier
Ing. Agr. Fernando Ustarroz (ferustarroz@hotmail.com)
Mauro Bianco Gaido (biancogaido@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Justiniano Posse (EEA Marcos Juárez)
(03537) 471331- Av. Libertador 1100 (2553)
Justiniano Posse. Pcia. de Córdoba.
Ing. Agr. Alejandro Saavedra (intaposse@mjuarez.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Lisandro Errasquin (precopjposs@mjuarez.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Ricardo M. Alladio (alladio.ricardo@inta.gov.ar)

INTA AER Laboulaye (EEA Marcos Juárez)
Ing. Agr. Alejandra Canale (intalaboulaye@mjuarez.inta.gov.ar)

INTA AER Adelia María (03584) 15497482
Hipólito Yrigoyen 30 (5843) Adelia María. Pcia. de Córdoba
Lic. Jorge Alegre (jorgealegre@huanchilla.com.ar)

INTA AER Río Cuarto (0358) 4640329
Mitre 656 (5800) Río Cuarto. Pcia. de Córdoba
Ing. Agr. M.Sc. José Marcellino (intariocuarto@fibertel.com.ar)

INTA EEA Pergamino (02477) 439069
Ruta 32 Km. 4,5 (2700) Pergamino. Pcia. de Buenos Aires
Ing. Agr. Néstor González (ngonzalez@pergamino.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Javier Elisei (jelisei@pergamino.inta.gov.ar)

INTA EEA Balcarce (02266) 439100
Ruta 226 Km. 73,5 C.C. 276 (7620) Balcarce. Pcia. de Bs. Aires
Ing. Agr. Ph.D. Ricardo Bartosik (bartosik.ricardo@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Leandro Cardoso (lcardoso@balcarce.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Diego de la Torre (delatorre.diego@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Bernadette Abadía (abadia.mariab@balcarce.inta.gov.ar)
Tec. Pedro Ibañez (ibanez.pedro@inta.gov.ar)

INTA EEA Barrow (02983) 431081 / 431083
Ruta Nac. 3 Km 488 C.C. 50 (7500) Tres Arroyos. Pcia. de Bs. As.
Ing. Agr. José Massigoge (massigoge.jose@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Dario Ochandio (ochandio.dario@inta.gov.ar)

INTA EEA Rafaela (03492) 440121
Ruta 34 Km. 227 (2300) Rafaela. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. Juan Giordano (giordano.juan@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Nicolás Sosa (sosa.nicolas@inta.gov.ar)

INTA EEA Sáenz Peña (03732) 438101-05
Ruta 95 Km. 1108 (3700) Sáenz Peña. Pcia. de Chaco
Ing. Agr. Vicente Rister (rister.vicente@inta.gov.ar)
Ing. Agroind. Carlos Derka (derka.carlos@inta.gov.ar)

Consulte en la web www.cosechaypostcosecha.org



Inta Precop



@precopcosecha

INTA EEA Las Breñas (03731) 460033 / 460260
Ruta Nac. 94 (3722) Las Breñas. Pcia. de Chaco.
Ing. Agr. Marcelo Pamies (pamies.marcelo@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Ulises Loizaga (uloizaga@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Tres Isletas (03732) 461168
Bolivia 115 (3703) Tres Isletas. Pcia. de Chaco.
Ing. Agr. Héctor Rojo Guiñazú (guinazu.hector@inta.gov.ar)

INTA AER Pampa del Infierno (03732) 497499
9 de Julio 558 (3708) Pampa del Infierno. Pcia. de Chaco.
Ing. Agr. Edgardo Leonhardt (javileonhardt7@hotmail.com)

INTA EEA Famaillá (03863) 461048
Ruta Prov. 301 Km. 32 - C.C. 9 - (4132) Famaillá. Pcia. de Tucumán
Ing. Agr. Luis Vicini (lvicini@correo.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Pablo Saleme (psaleme@correo.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Ricardo Rodríguez (rodriguez.ricardo@inta.gov.ar)

INTA EEA Oliveros (03476) 498010 / 498011
Ruta Nacional 11 Km. 353 (2206) Oliveros. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. Roque Craviotto (rcraviotto@arnet.com.ar)
Lic. Melina Covacevich (mcovacevich@oliveros.inta.gov.ar)

INTA AER Totoras (03476) 460208
Av. Maipú 1138 - C.C. 48 - (2144) Totoras. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. José Méndez (atotoras@correo.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Alicia Condori (acondori@correo.inta.gov.ar)
Ing. en Alim. Cecilia Accoroni (caccoroni@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Reconquista (03482) 420310
Ludueña 765 (3560) Reconquista. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. Arturo Regonat (aregonat@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Crespo (0343) 4951170
Calle Nicolás Avellaneda s/n - Acceso Norte - Predio Ferial del Lago
(3116) Crespo. Pcia. de Entre Ríos
Ing. Agr. Ricardo De Carli (decarli.ricardo@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Enrique Behr (behr.enrique@inta.gov.ar)

INTA EEA Concepción del Uruguay (03442) 425561
Ruta Provincial 39 Km 143,5 (3260). Concepción del Uruguay
Pcia. de Entre Ríos
Ing. Agr. M. Sc. Hernán Ferrari (ferrari.hernan@inta.gov.ar)
Ing. Cecilia Ferrari (mferrari@concepcion.inta.gov.ar)

INTA EEA Anguil (02954) 495057
Ruta Nac. Nº 5 Km 580 - C.C. 11 - (6326) Anguil. Pcia. de La Pampa
Ing. Agr. Mauricio Farrell (farrell.mauricio@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Néstor Juan (juan.nestor@inta.gov.ar)

INTA EEA Salta (0387) 4902224 / 4902087
Ruta Nac. 68 Km. 172 (4403) Cerrillos. Pcia. de Salta
Ing. Agr. Ph.D. Mario De Simone (desimone.mario@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Adriana Godoy (godoy.adriana@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Gabriela Valdez (valdez.gabriela@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Marcela Martínez (marcelamartinez@correo.inta.gov.ar)

INTA EEA San Luis (02657) 433250
Rutas Nac. 7 y 8 (5730) Villa Mercedes. Pcia. de San Luis
Ing. Agr. Benito Coen (abcoen@sanluis.inta.gov.ar)



Agregado de Valor en Origen

Agroindustria – Agroalimentos – Energías Renovables / Bioenergías en Origen



PNAlAV Integrador 1 "VAO"



Desarrollo Agroindustrial del Interior 2020

- Legumbres (harinas y granos enlatados y/o fraccionados)
- Trigo (harinas y productos panificados, pan, galletas, pastas)
- Maíz (aceite y otros productos de molienda húmeda y seca)

- Aceite crudo y expeller de soja
- Alimentos balanceados para producción pecuaria y para mascotas
- Biogás a partir de silo planta entera para producir energía.



Industrialización Primaria (Asociativismo)

- Girasol (aceite, girasol confitero)
- Sorgo (harina, pellet)
- Soja (aceite refinado, harina, lecitina, leche, concentrados, aislados y soja texturizada)
- Maquinaria agrícola y agropartes
- Maquina de proceso agroalimentario
- Industria de Software y componentes de agricultura de precisión.

- Cubos y pellets de alfalfa.
- Bioetanol de maíz y sorgo
- Biodiesel
- DDGS y WDGS
- Biogás y biofertilizante.



Transformación: Producciones Pecuarias Intensivas

- Electricidad y Calor a partir de aceite crudo, biocombustibles, biogás y/o combustibles fósiles.



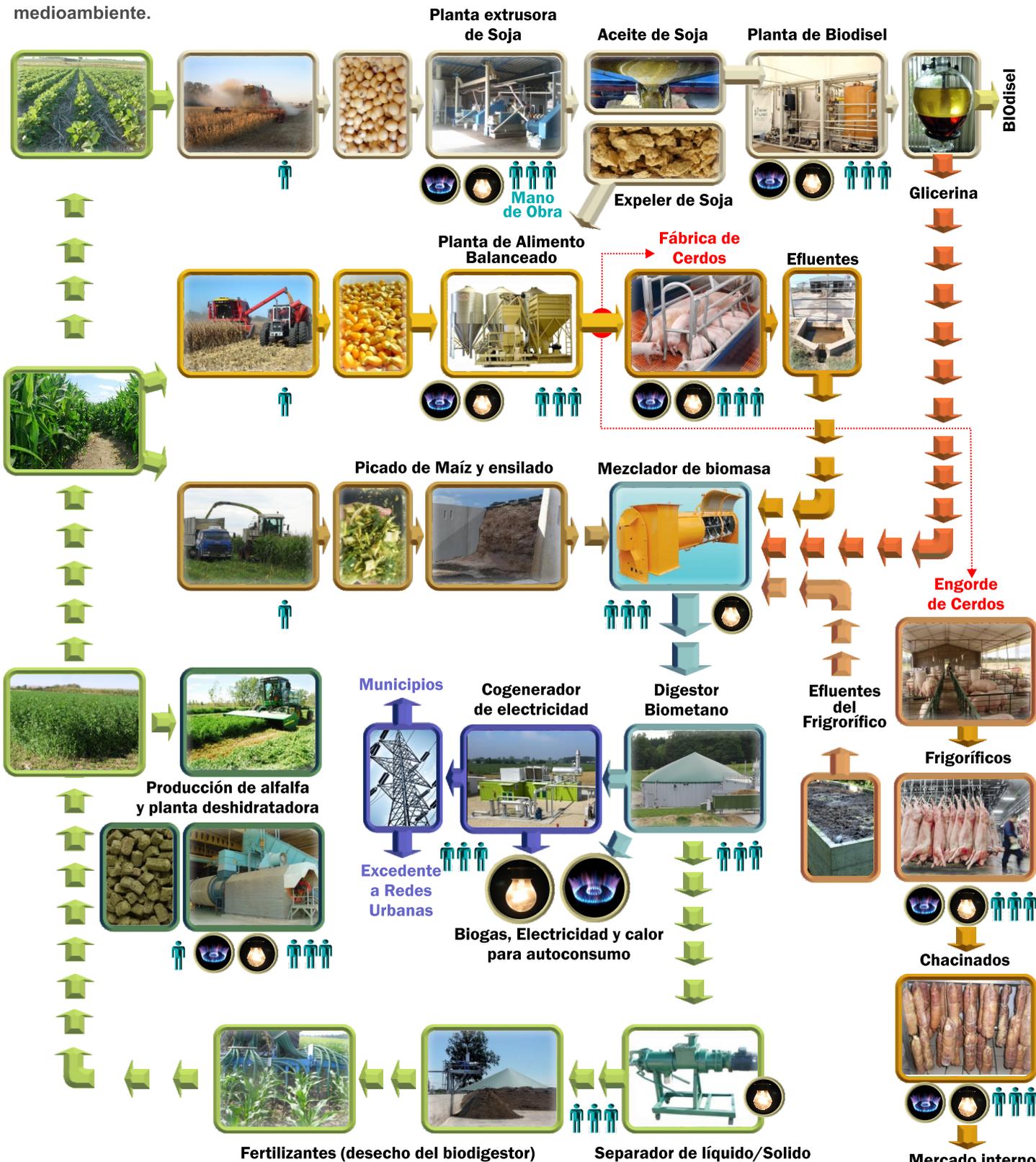
Industrialización de Segundo Orden (Asociativismo)

- Carnes en diferentes presentaciones y/o cortes embasados (bovina, aviar, porcina, de pescado y otros)
- Productos lácteos.
- Huevo líquido y huevo en polvo.



Producción Holística, la era de las biorrefinerías integradas

Producir mas y mejor, empleando la misma cantidad de recursos, industrializando y recuperando cada subproducto y desecho, en un proceso circular y sistémico de producción que minimice las emisiones de efluentes de cualquier tipo al medioambiente.



Producción de granos, industrialización de la soja (expeller + aceite), el aceite a producción de biodiesel, procesamiento del expeller + maíz para elaborar A. balanceado y transformarlo en carne porcina, Frigorífico 1y 2 porcino con venta al mercado interno y externo. Utilización de efluentes porcinos + efluentes de frigorífico + glicerina del proceso de biodiesel para alimentar el biodigestor, generando biogás para autoconsumo y transformarlo también en energía eléctrica con cogeneración de calor para autoconsumo (industrias y producciones) y suministro de excedentes a la red. Utilización de residuos del biodigestor como biofertilizantes.



INTRODUCCIÓN

5^{ta} Jornada Nacional de Forrajes Conservados
Hacia sistemas ganaderos de precisión con valor agregado

Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini, Ing. Agr. Fernando Ustarroz,
 Ing. Agr. Marcos Bragachini, Ing. Agr. Diego Mathier, Ing. Agr. José Méndez

En el marco de una positiva transformación de los sistemas productivos argentinos, la producción de pasturas y forrajes como así también concentrados energéticos y proteicos son excedentarios en gran parte del territorio argentino (Gráfico 1 y 2), y ofrecen oportunidades en las cadenas de valor muy positivas para la generación de renta distributiva y puestos de trabajo, aportando además a la autenticidad social y ambiental.

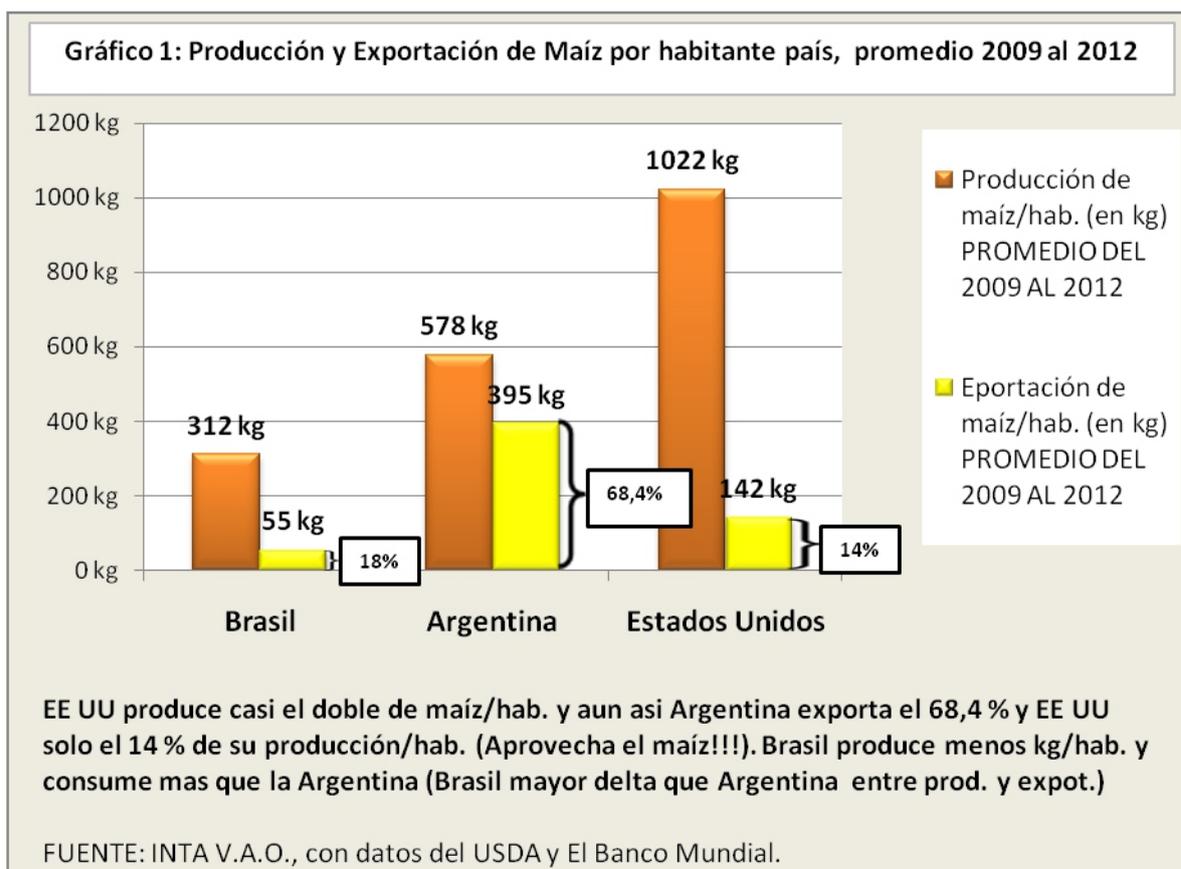
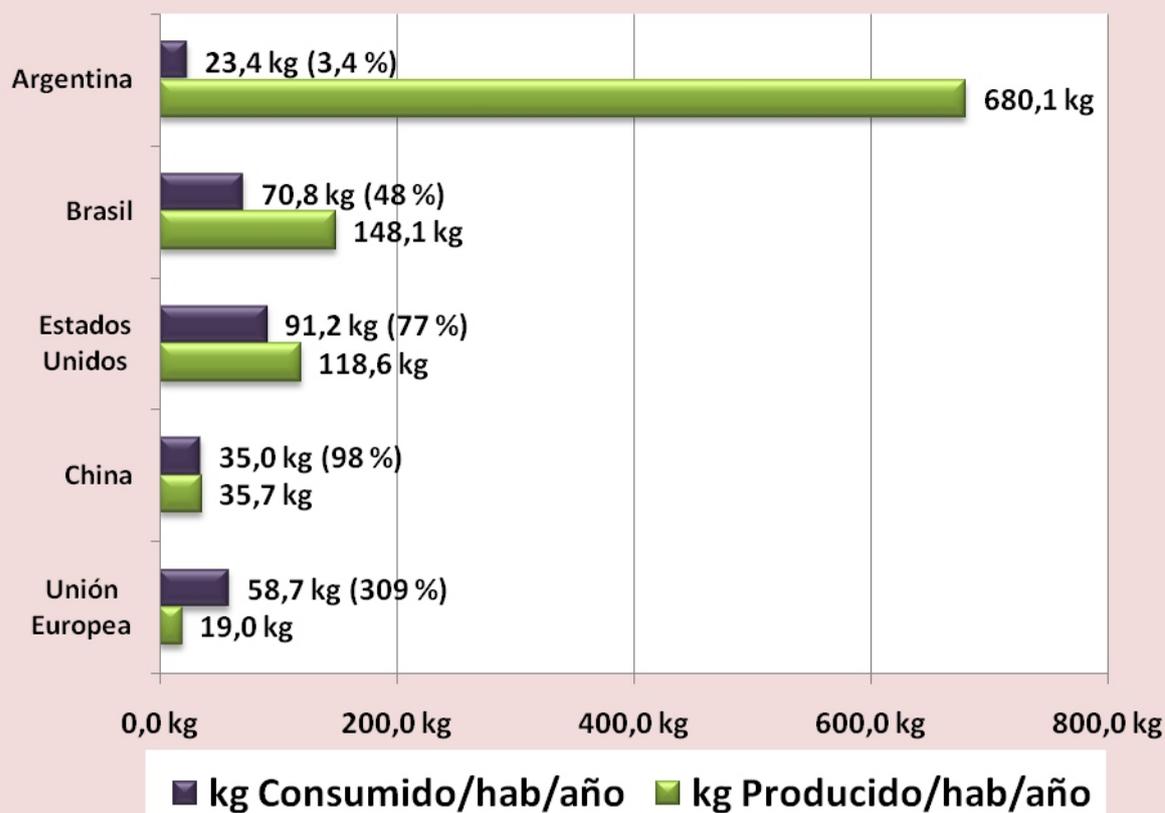


Gráfico 2: Producción y consumo de Harina de Soja/habitante por país o Región campaña 2011/12



Argentina consume muy poca y exporta casi toda la harina de soja que produce. Consume 3,4 % de su producción/hab/año (Aprovecha solo **23,4 kg/hab/año**). Como dato relevante está el caso de **China**, que procesa 4,2 veces más de la soja que produce, por lo que importa grano de soja para producir aceite y harina, parte del mismo proviene de Argentina. Y consume el 98 % de su producción de harina (**35kg/hab/año**).

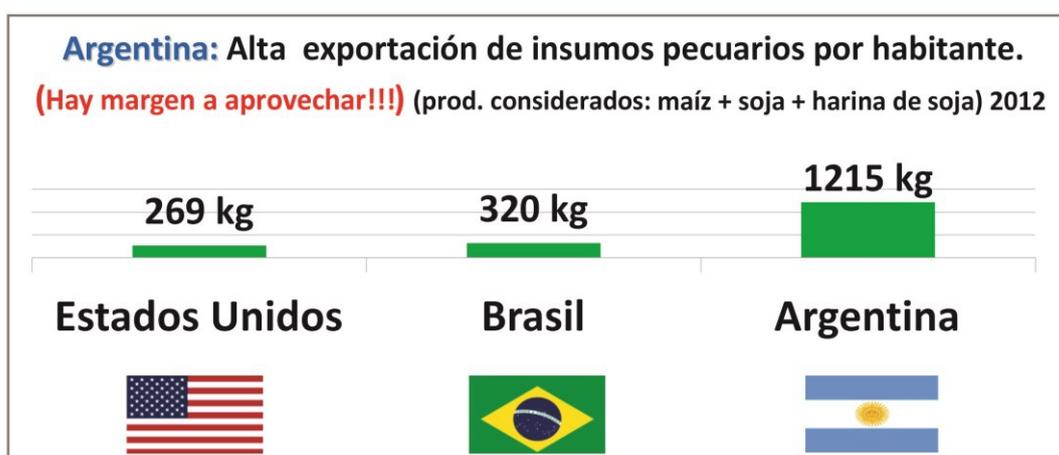
La **Unión Europea** produce menos harina de soja de la que consume (**consumo 58,7 kg/hab/año**) con un 309 % de consumo. La unión Europea es la principal compradora mundial de harina de soja y es el destino más importante de las exportaciones argentinas. El crecimiento de estas últimas se explica en gran parte por el fenómeno en Europa de la enfermedad encefalopatía espongiforme, conocida como de la "vaca loca", que terminó con la alimentación del ganado con proteínas de origen animal, reforzando así la demanda de productos naturales sustitutos como la harina de soja.

FUENTE: INTA VAO con datos del USDA y El Banco Mundial.

En los gráficos 1 y 2 se pudo apreciar que Argentina posee bajo consumo/hab de maíz y harina de soja. Dentro del análisis que implican, las posibilidades de aprovechamiento de insumos

primarios (maíz, soja, harinas de soja), es necesario continuar comparando a la Argentina, con otros países también productores de grano como EE.UU. y Brasil (Gráficos 3, 4 y 6). En el gráfico 3 queda reflejado que Argentina posee una exportación per cápita que supera en un 279% y 351% a Brasil y EE.UU. respectivamente, en estos 3 componentes estratégicos para producir carne.

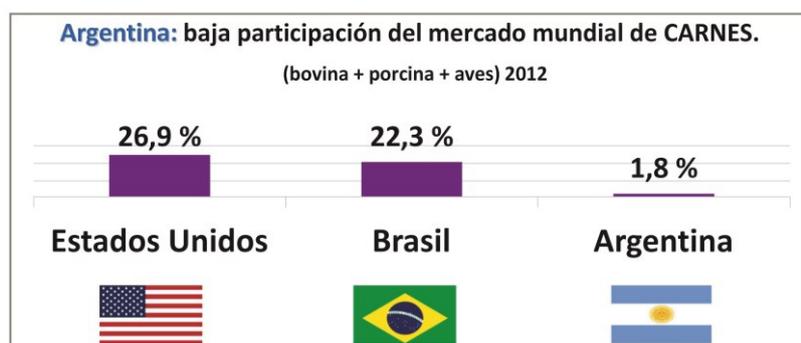
Gráfico 3:



FUENTE: INTA Proyecto VAO, Módulo 1. Elaborado con datos del USDA, el Banco Mundial y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Oportunidad: Argentina debe aumentar el aprovechamiento de este excedente en insumos primarios, transformarlo eficientemente en proteína animal, abastecer convenientemente desde origen el mercado interno y organizarse en clúster y cámaras para exportar las diferentes carnes, incrementando su baja participación en el mercado mundial (Gráfico 4). Argentina representó para el año 2012 un 1,8% de participación del mercado mundial de las 3 principales carnes (bovina, porcina y aviar), Brasil el 22,3% y EE.UU. el 26,9%.

Gráfico 4:



FUENTE: INTA Proyecto VAO, Módulo 1. Elaborado con datos del USDA, el Banco Mundial y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Bioenergía y subproductos para dietas pecuarias: Oportunidades

Uno de los principales objetivos como política de estado es aumentar el saldo exportable de carnes, y con ello el ingreso de divisas al país, pero además Argentina debe sustituir importaciones de energía (egreso de divisas). Considerando a la producción de etanol en

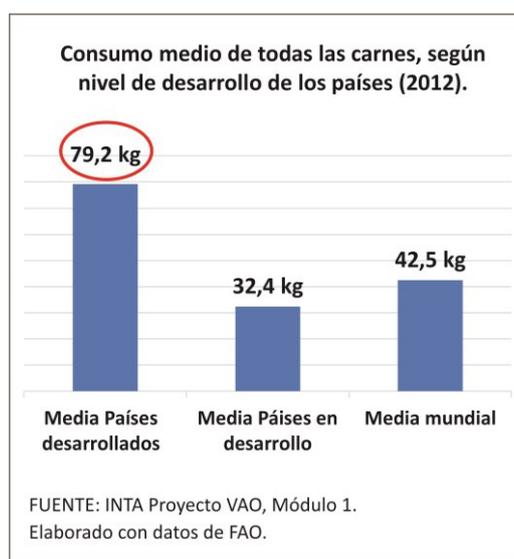
desarrollo en el país, estos objetivos están alineados ya que con el Etanol producido en base a grano de maíz se genera un subproducto DGS que presenta muy buenas características para la producción de carne y leche (de cada tonelada de maíz se extraen 300 Kg. de DDGS burlanda seca con 10% de humedad o el equivalente WDGS burlanda húmeda con 65% de humedad, ambos tiene un 10% aceite y 30% de proteínas base seca).

En este sentido, en el 2014 habrá en Argentina 6 plantas de producción de etanol y burlanda distribuidas estratégicamente en Córdoba, Santa Fe y San Luis. Esta burlanda húmeda se ofrece a un precio muy competitivo lo cual la hace muy ventajosa para producir carne y leche bovina, colocando al país en condiciones muy convenientes para crecer en la producción de las mismas en origen donde se produce el maíz y el subproducto industrial o burlanda.

Cambios en los consumos e incrementos de exportación

Al proponer aumentos de producción y exportación de carnes es conveniente mencionarlos con algunas cifras internacionales dentro del impacto que puede producir en el consumo interno de carnes, teniendo en cuenta que Argentina posee una población con una dieta basada en proteína animal. Para ello, se recurrió a un análisis de datos de consumo medio de todas las carnes, según nivel de desarrollo de los países.

Gráfico 5:



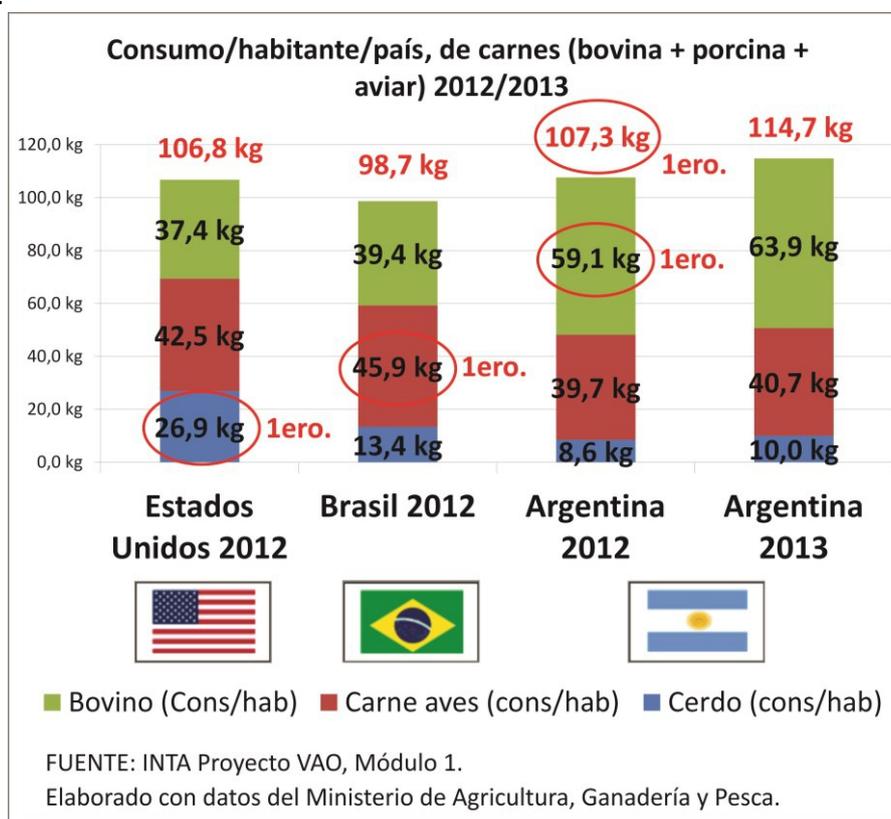
En el Gráfico 5 se puede ver que la media mundial (2012) de consumo de carnes per cápita fue de 42,5 Kg., muy lejos del consumo de Argentina para ese año que fue superior a 107,3 Kg. (bovino, cerdo, pollo, pescado y ovino al 2012).

El consumo de carnes total por habitantes/año de Argentina supera en un 35,5 % a la media de países desarrollados y en un 231 % a la media de países en desarrollo.

Estos datos, si bien marcan una lógica dietaria Argentina en base a carnes como país excedentario en producción de alimentos pecuarios, y por ende, una ventaja para producir y competir con otras alternativas de alimento, también marcan una alta alimentación promedio de la población Argentina, en base a proteínas de origen cárnico, especialmente proteínas rojas (que en algunos casos puede resultar hasta desbalanceada).

Siempre con el espíritu de comparar Argentina con países de similares características productivas (productores excedentarios de alimentos pecuarios como son EE.UU. y Brasil), se elaboró un gráfico (6) comparativo del consumo interno de las 3 carnes principales (bovina, porcina y aviar, al 2012). El gráfico nos muestra cómo Argentina en el 2013 avanzó en el consumo per cápita en los 3 tipos de carne.

Gráfico 6:



En el Gráfico 6, se muestra cómo en el 2012 Argentina supera el consumo de las 3 principales carnes per cápita con 107,3 Kg. a EE.UU. en un 0,4% y a Brasil en 8,7%; también Argentina en el año 2012, con 59,1 Kg. de consumo/habitante/año de carne bovina supera en un 50% a Brasil (segundo), y en un 58% a EE.UU. (tercero), siempre teniendo en cuenta que la carne bovina es la más costosa de producir a grano, ya que requiere de 6,5 a 7 Kg. de alimento para producir 1 Kg. de carne, la porcina 3 a 1, y el pollo 2 a 1 en promedio. Teniendo en cuenta esto último, se puede apreciar la conveniencia de que Argentina sustituya parte del consumo de carne bovina por carne aviar y porcina, manteniendo un nivel de consumo de carne bovina superior a los países desarrollados pero con porcentaje de diferencia no tan elevados. De esta manera se podría estar exportando el excedente bovino (principalmente cortes de alto valor).

Respecto a la carne aviar, el mayor consumo per cápita lo presenta Brasil con 45,9 Kg., le sigue EE.UU. con 42,5 Kg. y con un 15,6 % menos que Brasil se ubica Argentina (39,7) en el 2012.

Analizando comparativamente la carne porcina, el país de más consumo de los 3, fue EE.UU. con 26,9 Kg./habitante/año en el 2012, le siguió Brasil con un 13,4 Kg. y Argentina con 8,6 Kg. per cápita.

Ahora bien, en el mismo Gráfico 6 se muestran los datos de Argentina en el 2013 y donde se observa el importante crecimiento del consumo per cápita de las 3 carnes principales, pasando de 107,3 Kg. en el 2012, a 114,7 Kg. per cápita en el 2013, significando un 6,9 % de aumento. Si analizamos en particular las diferentes carnes, el consumo de carne bovina aumentó en un año un 8 %, la aviar un 2,5% y la porcina un 16,3%. Es evidente que se destacó el aumento del consumo de carne porcina ya que la calidad va evolucionando a una carne más magra y porque el sistema productivo Argentino mejoró la productividad promedio, siendo cada día más competitivo.

Todos los datos analizados indican que Argentina posee un amplio margen para reducir el consumo de carne bovina, reemplazándola por carne aviar y fundamentalmente por carne porcina, y continuar teniendo una dieta abundante en proteínas cárnicas.

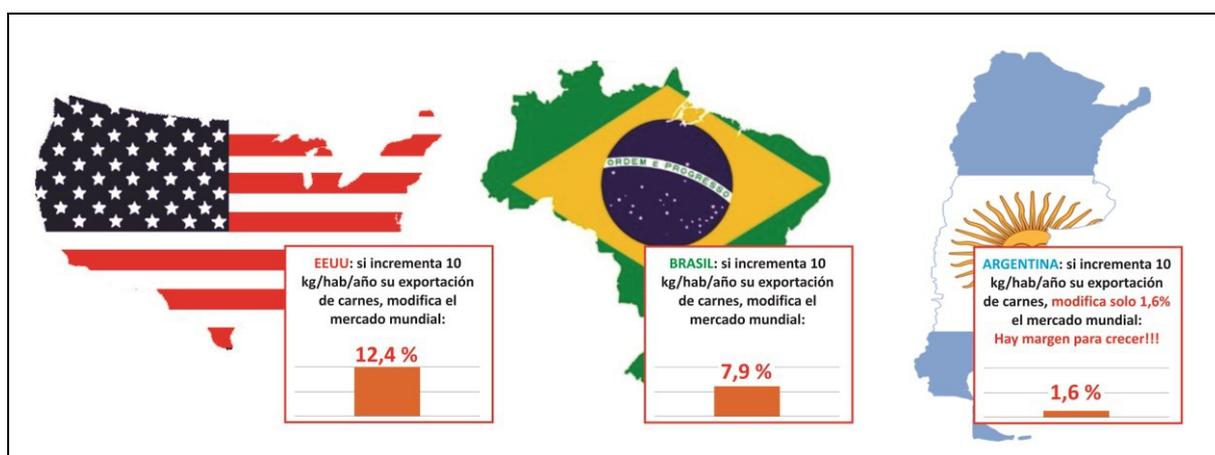
Incremento de producción argentina de carnes por habitante, su impacto en el mercado mundial de carnes.

Contemplando el aumento productivo, el saldo exportable y su impacto en el mercado global, se confecciono el Gráfico 7, comparativo entre Argentina, EE.UU. y Brasil, calculando por ejemplo lo que significaría en el mercado mundial, de las 3 principales carnes mencionadas, un aumento de la oferta en 10 Kg./habitante/año de las exportaciones de EE.UU., Brasil y Argentina. Ese análisis indica que por la menor población que posee Argentina si aumenta en 10 Kg./habitante/año sus exportaciones, modifica sólo el 1,6% el mercado mundial, lo cual señala que existe mucho margen para crecer incrementando la producción nacional por habitante, sin afectar significativamente el volumen y el precio del mercado mundial. En cambio Brasil si aumenta 10 Kg./habitante/año sus exportaciones de carnes, modifica el mercado mundial en un 7,9%, y el mismo cálculo para EE.UU. en el que afectaría el mercado mundial de carnes en un 12,4%.

El anterior análisis demuestra una vez más que Argentina no tiene techo para crecer en las exportaciones de carnes. En lo que respecta a la carne bovina, con medidas que ayuden a la recomposición del stock (hoy fábrica de terneros ineficiente en índice de parición y destete bajos) (*); por otro lado, si se incentiva con mayores reintegros a las exportaciones de cortes de “carne de animales pesados de especie bovina, fresca o refrigerada, deshuesada”, y se fomenta a las exportaciones de cortes de alto valor (de cuarto trasero), se estaría aumentando el peso de faena (460 - 500Kg.), produciendo mas kilos de carne con el actual stock, quedando un mayor remanente para la exportación con buenos precios internacionales.

(*) La cifra de terneros en el 2014 será de 500.000 terneros más que el año 2013, y por otro lado la ganadería bovina de carne ha recuperado parcialmente su stock, desde 47,8 M de cabezas en el 2011 a 51 M en el 2013, estando todavía lejos de los 57 M del 2008.

Gráfico 7: Impacto en el mercado global de carnes, de un aumento en exportación de 10 Kg/hab/año de EE.UU., Brasil o Argentina.



FUENTE: INTA Proyecto VAO, Módulo 1. Elaborado con n datos del USDA, el Banco Mundial y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Considerando que en el año 2013 se faenaron 2,5 M/novillos y suponiendo que el aumento de peso de faena de 100 Kg de peso vivo en promedio se aplique a 1,25M de cabezas (50% de la faena de novillo), se obtendría un incremento de producción de carne de 72.500 ton. (58% de rendimiento al gancho). Si estimamos que de ese aumento de producción se extrae un 40% de cortes de alto valor, el incremento de exportación sería de 29.000 ton., lo cual representaría un 14% de incremento de las toneladas exportadas de carne bovina, quedando como remanente un adicional de 43.500 toneladas de cortes de menor precio, que volcados al

mercado interno aumentaría la oferta de carne pudiendo aportar estabilidad a los precios internos.

Este análisis y razonamiento es sólo un ejercicio para ayudar a entender las reales posibilidades de la cadena, facilitando la toma de decisiones y políticas públicas en el sentido de favorecer un aumento de la exportación de carnes (principalmente bovina) y también de la oferta en el mercado interno.

Indicadores de Carne bovina Argentina.

Faena 2013: 12,7 millones de vacunos

La producción anual de carne bovina creció en el 2013 un 10,3%, mientras que la faena lo hizo en un 12,4% (reflejando una caída del peso de faena).

En el mismo año, el 93,2% de la carne bovina producida se destino al consumo interno mientras que sólo el 6,8% (superando levemente las 203.000tn.) tuvo como destino la exportación. El destino al mercado externo, si bien aumentó un 8,9% respecto al 2012, se lo considera bajo comparativamente al promedio de los últimos 50 años. En lo que respecta al consumo de carne bovina por habitante durante el 2013, el mismo se ubicó en 63,92 kg/año, un 8 % superior al 2012.

El consumo per cápita de Febrero del 2014 fue de 63,5 Kg, un 7,6% superior al consumo reportado al mismo momento el año último. La producción de carne bovina en Argentina **creció un 2,8% interanual en el primer bimestre** del 2014 respecto al 2013 - con 0,4% caída interanual (entre enero y febrero) de cabezas faenadas, compensando la merma con el 3,1 % de aumento del peso de los animales sacrificados. Ciccra (Cámara de la Industria y Comercio de Carnes y Derivados).

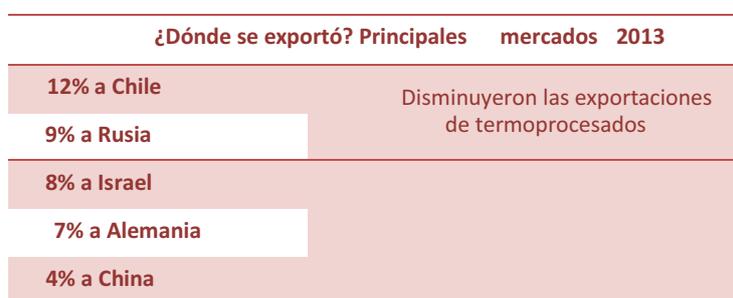
Cómo se comportaron los precios de la hacienda en los últimos años y eso cómo se reflejó en el precio a mostrador?

Desde julio del 2011 hasta el 2013 el precio de la hacienda aumentó con subas y bajas estacionales, en promedio en Liniers experimentó apenas una suba de 4,1 % anual en el 2012 y 10,7 % en el 2013, es decir en 2 años la hacienda aumento un 15,3 %, en tanto en el mismo lapso de tiempo la carne vacuna al mostrador aumento un 30 %, aproximadamente el doble de la hacienda en pie, se trata de explicar porque aumentaron los cortes industriales y comerciales.

Pero desde julio de 2013 hasta febrero del 2014 la hacienda aumentó casi 60 % y el precio de la carne al mostrador casi el 40 %, es la primera vez en muchos años que ocurre ese fenómeno. En el mismo período el valor del pollo en mostrador aumentó un 45 % y el del cerdo más de un 35 %.

Las exportaciones en los 2 primeros meses del 2014 habrían totalizado 24.500 toneladas, un 5,4 % de la oferta total, con un retroceso del 22 % respecto al primer bimestre del 2013, pero los ingresos por estas ventas al exterior solo cayeron 17,8% respecto a los de enero de 2013 , La diferencia de velocidad entre ambas caídas se explicó por una mejora de 6,3% del precio promedio de los embarques certificados, -dado el mayor peso relativo que los cortes Hilton tuvieron en las exportaciones mensuales-, que llegaron a 8.080 dólares por toneladas. Las exportaciones de res con hueso, se redujeron en un 25,1 % interanual.

Gráfico 8:



Países del Mercosur

Del 2005 hasta la fecha, Argentina paso de exportar 1.300 a 1.000 M/U\$S, o sea un 23% menos en valor.

En el mismo período Brasil incrementó sus ventas al exterior de 1.504 M/U\$S a 6.500 M/U\$S, o sea el 320% más; Uruguay paso de vender 379 M/U\$S a exportar carne por un valor de 1.320 M/U\$S, (un 240% más); Paraguay de 57 M/U\$S a 900 M/U\$S, un 1.470% más.

Los países del Mercosur exportaron en ese último año por un valor de 9.720 M/U\$S, o sea un 29% de todo el negocio mundial estimado en 34.000 M/U\$S, sin tener en cuenta el ganado en pie.

Argentina en este período incrementó el consumo per cápita de carne vacuna, situación que no ostenta el resto de los países del Mercosur (Argentina posee el récord de consumo per cápita de carne bovina con 63,92 Kg. en el 2013), esto marca un buen poder adquisitivo y un precio ventajoso de la carne bovina respecto de otros alimentos; Argentina debe revisar la eficiencia de todas las cadenas agroalimentarias, no sólo la de carne bovina, el margen de mejora de productividad y producción es muy fácil de lograr, es inversión y tecnología, y eso se asocia con la competitividad frente a otros usos de la tierra, como por ejemplo, la competitiva soja.

Para tener en cuenta, EE.UU. en medio de la ola polar sin antecedente (invierno 2013/2014 muy duro) ha provocado que el precio del novillo superara un nuevo récord, 3,02 dólares el kilogramo vivo.

El kilogramo de carne en gancho de novillo 4,78 U\$S/Kg, ternero e invernada de 190 kg en Oklahoma se cotizó en enero de 2014 a 4,85 U\$S/Kg.

EE.UU. en el año 2013 produjo 10,96 M/tn.de carne, unas 700.000 tn. menos que en el 2012. Esto representa la cosecha más baja de terneros desde la década del 50, y todo indica que después de una década de liquidación EE.UU. entrará a una década de retención.

EE.UU. posee una participación de 1/3 del volumen comercializado globalmente (importaciones + exportaciones). Importa carne para hamburguesas y exporta todo tipo de carne y cortes (medias reses a México, lomos y bifés de FeedLot a Japón, carne con hueso a Corea y achuras a otros países ya que no son consumidas en su país).

Resumen

Las posibilidades de Argentina de acceder a los mercados de la carne bovina globales están presentes y representan una oportunidad de crecimiento sostenido para los próximos años, esto debe compatibilizarse con un reacomodamiento de la tecnología utilizada para que los sistemas puedan intensificarse (requiere de inversión y profesionalización), mejor índice de destete (hoy 65%), más y mejor producción de Kg./MS/digestible por Ha. de los campos utilizados por la ganadería, mayor eficiencia de cosecha, reemplazo de la boca del animal por una mecanización eficiente, mejores raciones balanceadas por categoría, mayor confort y bienestar animal, como así también un manejo eficiente y sustentable de los efluentes.

Todo ello implica mayor eficiencia productiva y mayor competitividad por uso de la tierra, recuperando el posicionamiento de la ganadería en mejores áreas ecológicas, con mayor numero de productores asociados e integrados a las cadenas verticalmente hasta las góndolas. Existen modelos de productores que lo lograron solos y otros de manera asociativa con mucho éxito de incremento de renta y generación de empleo en origen.

Estas oportunidades requieren de positivas transformaciones, que tienen como objetivo el agregado de valor a todas las producciones primarias en origen, mejorando la renta y su distribución de las toneladas de materia prima producidas (Gráfico 9 y 10), incrementando los puestos de trabajo en origen por tonelada producida (Gráfico 11), eso implica industrializar esa materia prima mediante diferentes procesos, para transformarla en alimento animal procesado (DGS, Harinas, Expellers, A. Balanceados, etc.), alimentos de consumo humano directo (productos altamente diferenciados derivados de; carnes, lácteos, etc.), productos industriales (pinturas, tintas, plásticos, etc.), bioenergía (biodiesel, bioetanol, biometano, etc.), y subproductos (glicerina del biodiesel, gomas del aceite, gluten feed, gluten meal de molinera de maíz, afrechillos, etc.) aprovechados en origen en sistemas productivos holísticos donde nada se tira y todo se transforma.

Gráfico 9:



Fuente: Actualización técnica nº73: “Evolución del sistema productivo agropecuario argentino”
 Noviembre 2012- Ediciones INTA)

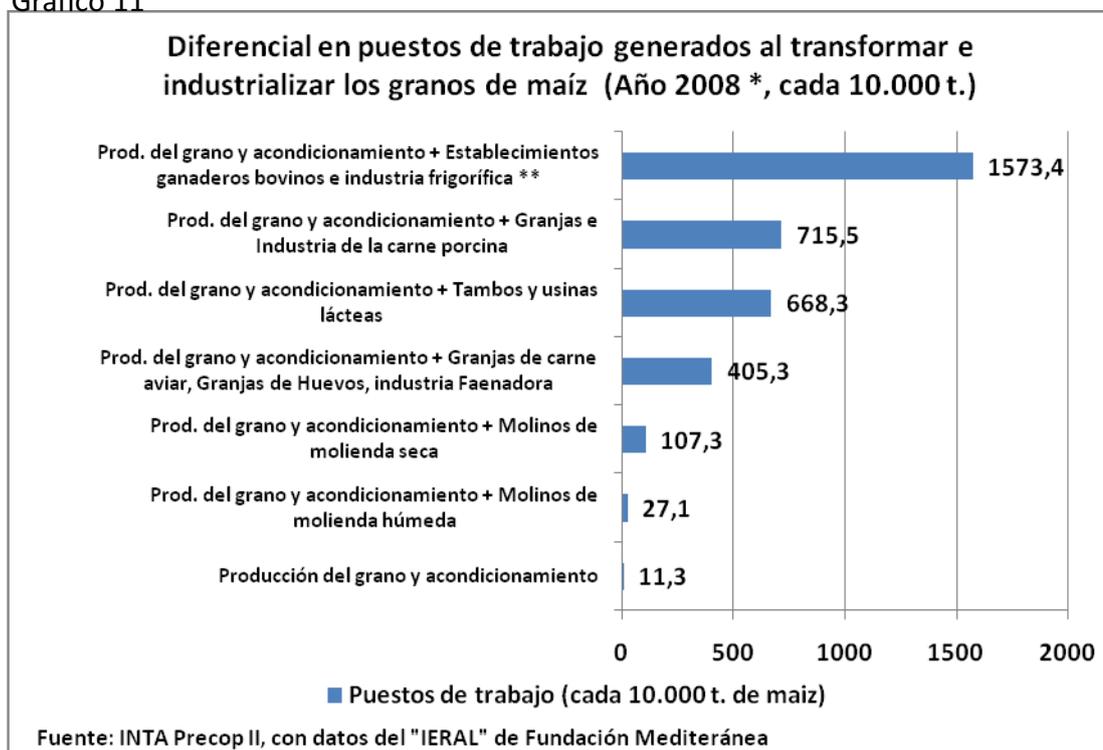
Gráfico 10:

Cadena láctea



FUENTE: INTA PRECOP, con datos de la subsecretaría de Lechería.

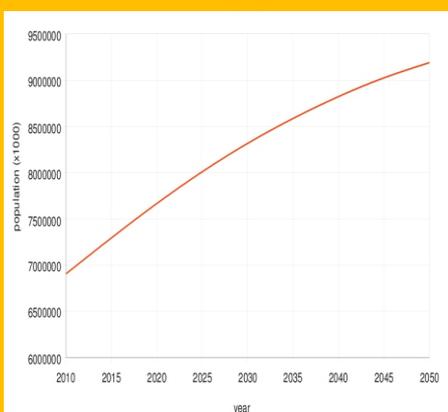
Gráfico 11



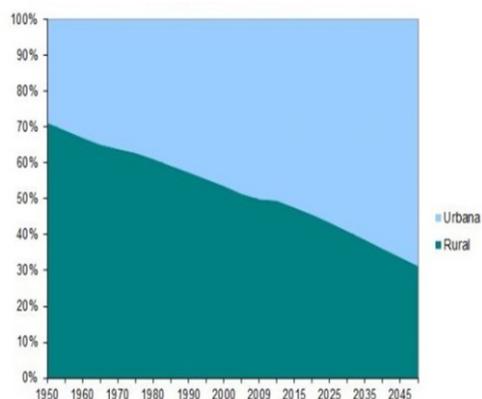
* Incluye empleos directos en primeros dos eslabones (primario e industrial) y empleos indirectos generados en principales proveedores de insumos y servicios de estos dos últimos. No incluye empleo en comercialización minorista.

** Incluye industria de la curtiembre y manufacturas del cuero.

Estimaciones del año 2010, calculan que para los próximos 40 años (2010/50) se incrementará en un 70% la demanda de alimentos, como resultado del incremento demográfico y el aumento de los ingresos medios de la población. El aumento de la población estimado es del 34% (a 9.100 M. de habitantes), pero además se dará un gran proceso de urbanización, pasando la población urbana mundial del 49 a cerca del 70%, para el periodo considerado (Gráfico 12 y 13). Esto implica un cambio y mejora de la calidad de alimentación promedio mundial radicado en la parcial sustitución de hidratos de carbono por proteínas de mayor calidad y palatabilidad, siendo estas principalmente de origen animal. (FAO Septiembre 2009)

Gráfico 12: Población mundial estimada 2010-2050

Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU)

Gráfico 13: Distribución de la población mundial rural y urbana (1950 al estimado 2050)

Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU)

Dentro de ese planteo, se piensa en las oportunidades de Argentina de ser un importante proveedor de esas proteínas mediante sistemas productivos intensivos con altas eficiencias de conversión de alimentos, encontrándose dentro de estos, la piscicultura continental, la avicultura de carne y huevo, la porcicultura (*), la producción caprina, producción ovina, y fundamentalmente por ser Argentina un país altamente productivo de forrajes y subproductos agroindustriales, la producción bovina de carne y leche se verían competitivamente como muy beneficiadas.

(*) La producción y el consumo de carne porcina vienen creciendo, con 4,6 millones de cabezas faenadas y 400.000 toneladas de carne producidas en 2013, marcando un crecimiento de 22% respecto del año 2012. El consumo de carne porcina por habitante y por año mejoró en 1,75 kilogramos respecto de 2012, llevando el consumo a un total de 10,1 kilogramo/hab/año. Las importaciones están cayendo de 30.000 en 2012 a 16.000/18.000 toneladas en 2013, mientras que las exportaciones se mantienen estables en unas 7.000 toneladas. (Consultora RIA "Reporte Institucional Agropecuario, 2013).

Argentina, en los próximos años, debe transformarse en un importante exportador de alimentos, ya que producimos un volumen de materias primas (insumos) de alimentos para abastecer 10 "Argentinas". Estos alimentos pueden ser; productos lácteos, carne bovina de muy alto valor agregado, productos diferenciados mediante procesos innovadores con altísima calidad nutricional y nutraceuticos, todo ello con procesos trazados que garanticen y certifiquen la calidad e inocuidad de los productos en el mercado interno y fundamentalmente en los mercados globales.

El mundo actual es y será cada día más competitivo, y los países que disponen de tierras fértiles, agua, radiación y energía, tienen y tendrán una gran oportunidad; pero aprovecharla implica más ciencia y tecnología aplicada en todas las cadenas agroalimentarias y políticas de estado con visión a largo plazo muy prospectivas. El cortoplacismo de 4 años que duran los procesos políticos democráticos parece no ser apropiado, y como mínimo, se debe planificar a 15 años y luego tener continuidad de objetivos con los cambios lógicos de colores e ideologías políticas.

Argentina, para ser un "país grande", debe crecer en valores como el nacionalismo y ello no implica cerrarse, sino todo lo contrario ello implica abrirse al mundo, crear la marca de país productor y proveedor de los mejores alimentos del mundo; que la simbología "Alimentos

Argentinos" sea sinónimo de alto valor agregado, de excelentes cualidades nutricionales, de garantía de inocuidad y continuidad en el mercado.

La estrategia de este cambio radica en poseer información de valor, saberla procesar y destinarla ordenadamente a producir riquezas, puestos de trabajos genuinos, desarrollo local y territorial y mejor calidad de vida.

El individualismo exitoso de personas muy inteligentes e innovadoras significaba décadas pasadas ser dueño de una idea productiva y desarrollarla eficientemente. En la actualidad ese método dejó de ser competitivo, las grandes empresas competitivas requieren de conocimientos interdisciplinarios donde cada uno haga lo que sabe y le gusta hacer, de compromiso social-empresarial, de ser capaz de asociarse y sinergizarse para formar empresas PYMES de escala y tecnología competitiva.

El 2^{do}. Congreso de VAO de Tecnópolis 2013 mostró 47 casos exitosos relevados de VAO en las 5 Ecoregiones del país, esto demuestra que asociarse en empresas PYMES mejora la escala y la tecnología permite ser exitoso, competitivo y sustentable.

Claro que se puede y los argentinos lo realizaremos de manera asociativa.

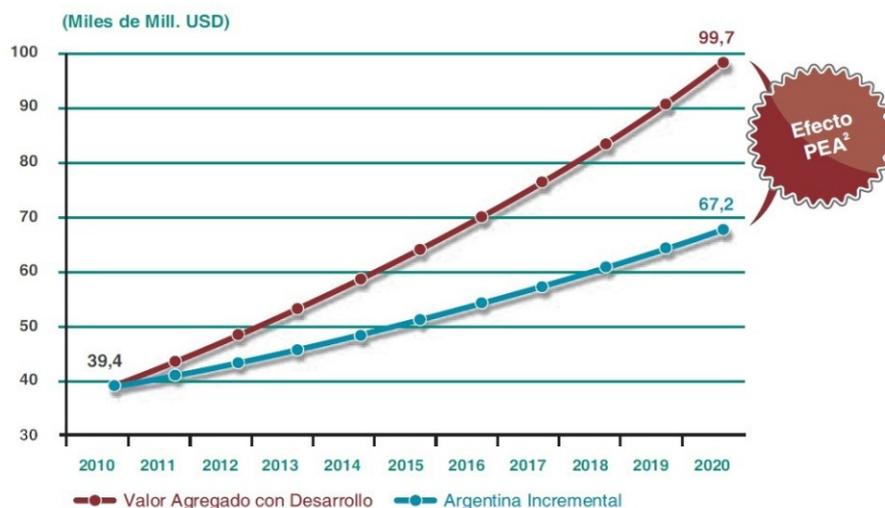
Argentina debe comenzar los procesos productivos con la máxima eficiencia, y eso requiere información de libre acceso de calidad y competitividad, en este proceso el Estado tiene un protagonismo estratégico y en este caso el INTA toma parte del compromiso de poner a disposición pública los procesos de producción y transformación de los forrajes conservados, y sus usos y posibilidades de generar valor con tecnologías precisas.

Ejemplo de esto lo constituye la henificación en la República Argentina, donde las formas más tradicionales de aplicación de la misma son la elaboración de rollos, fardos o megafardos, a lo que hay que sumarle el heno picado y embolsado que se está implementando en los últimos tiempos. Los rollos constituyen la presentación de mayor adopción y presentan como ventajas el menor costo operativo, pero a costa de un trato más violento del forraje en la cámara de compactación, con la consecuente pérdida de hojas, una mayor dificultad en el transporte/almacenaje y menor facilidad de suministro. Por su parte, las megaenfardadoras, cuyo uso es 95% con fines comerciales (prestadores de servicios o venta de megafardos), presentan una mayor capacidad de prensado en la cámara de compactación en relación a la enrolladora, mayor presión de compactación, mayor capacidad de trabajo por no detenerse para atar y expulsar, mayor eficiencia en el transporte/almacenamiento del megafardo por su forma de prismas rectangulares y por su mayor facilidad de suministro ya que por ello permite que al cortar los hilos se dispongan de panes, que facilitan cargar los kilogramos de heno exactos previstos, haciendo más fácil la formulación de raciones, Bragachini et al (2012).

Argentina, frente al análisis de la oferta de RRHH e instituciones y productos, dispone de buenos inversores privados, buenas instituciones públicas y privadas, buenos investigadores dentro de las universidades, CONICET, INTA, INTI, SENASA, y otros organismos e instituciones, pero no posee "un ejemplo" consolidado para lograr buenos resultados, lo importante siempre es decir y proponer algo distinto, ser el protagonista del momento, más que coincidir en gran parte y mejorar aportando ideas.

Por esto, la 5^{ta} Jornada Nacional de Forrajes Conservados, "Hacia sistemas ganaderos de precisión con valor agregado", tiene el objetivo planteado por el Plan Estratégico Agroalimentario 2010-2020/2030 que la Presidencia de la Nación y el MAGyP determinaron en su momento, lograr que Argentina en 2020, en su sector agrícola, ganadero, industrial de manufacturas más las exportaciones de biocombustibles pasen de 40.000 a 100.000 M/U\$ de exportación (Gráfico 14), **que el crecimiento se produzca con valor agregado en origen, con más productores y puestos de trabajo genuinos mejorando el desarrollo de los territorios**(PEA 2020).

Gráfico 14:

Exportaciones del Sector Agroalimentario y Agroindustrial

FUENTE: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Años 2010-2011 en base a datos del INDEC. Años 2012-2020 en base a datos del Plan Fénix

Los forrajes como el heno de alfalfa de calidad, ya sea bajo la forma de pellet, harinas o bien maxi fardos densificados o normales, poseen un alto valor dentro del mercado interno, países limítrofes y otros mercados como Arabia Saudita, por ejemplo.

Otros productos que generan oportunidad de realizar valor en origen son los de las industrias de procesamiento de grano, como ser afrechillo de trigo, malta de cebada del proceso de cerveza, gluten, feed del maíz, afrechillo y fibras del sorgo de la producción de harinas, marlos de producción de semillas de maíz, expeler de soja de las más de 400 plantas extrusoras que existen en Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, y otras provincias, afrecho de arroz y ahora las burlandas "DGS" subproducto del proceso de producción de etanol de maíz, burlanda Seca DDGS muy aptas como alimento para formular raciones de monogástricos, además en sus alternativas húmedas WDGS (65% humedad), muy aptas sobre todo en Feed Lot y tambos de alta producción.

El negocio energético de los forrajes y subproductos no comienza y termina con el Biodiesel de soja, o el Etanol de maíz / sorgo / caña de azúcar. El negocio de la Bioenergía también existe en los procesos de biodigestión anaeróbicos para producir biogás ya sea mediante el uso de efluentes pecuarios o en mezclas con otros sustratos (codigestion), aprovechando otros residuos agroindustriales, o la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos o mediante la realización de cultivos energéticos para tal fin como puede ser silos de cereales planta entera, silo picado fino de maíz, sorgo, trigo, que con un sistema de silo bunker pared y piso de hormigón representa una "batería" de energía (3% de pérdida) biomásica, que a través de la fotosíntesis está almacenada como silo y puede ser utilizada diariamente según requerimientos. Este biogás mediante una serie de procesos de acondicionamiento del mismo es transformado en biometano que puede ser utilizado en las redes de gas natural con usos similares al GNC, o como combustible de motores para generar energía eléctrica alimentando un generador, que mediante la refrigeración del mismo y aprovechando el calor de los gases de escape (Co-generación) se puede aprovechar esta energía térmica (agua caliente) para calefacción u otros usos industriales.

Como se comentó anteriormente los sustratos para alimentar estos biodigestores pueden ser varios como por ejemplo efluentes de tambos, feedlots, criaderos de cerdos, silos de cereales plantas entera como maíz, sorgo, cebada, trigo, u otros cultivos energéticos, residuos de agroindustrias como frigoríficos, industrias productoras de jugos, desechos de mercados frutihortícolas, residuos orgánicos domiciliarios segregados o cualquier otro cultivo biomásico con que se cuente.

Mediante esta tecnología se hace un buen tratamiento de los efluentes reduciendo el impacto ambiental de las producciones pecuarias al recuperar parte de las emisiones espontáneas de metano de almacenamiento, aprovechándolo en energía eléctrica y térmica, reduciendo el uso de combustibles fósiles y además obteniendo un residuo que se llama digestato o digerido. El mismo es un excelente biofertilizante que en comparación al efluente sin tratar es más inocuo y además contamina mucho menos el ambiente con olores desagradables, y también posee los nutrientes de una manera más asimilable y aprovechable por las plantas. Por otro lado, de esta forma aportamos al suelo un biofertilizante más seguro (menor carga de patógenos) y que posee los nutrientes que el animal no extrae de la ración y los nutrientes que poseen los granos y forrajes que se hallan incluidos en el proceso de biodigestión. Estos residuos de la biodigestión podrán esparcirse con el uso de un equipo de riego (fertirrigación) o con equipos estercoleros, sustituyendo en parte a los fertilizantes químicos y haciendo estas producciones más sustentables y menos dependientes de los combustibles fósiles (Consortio italiano de biogás y gasificación 2012).

El continente europeo es uno de los más avanzados en lo que respecta a bioenergía en base a biogás, ya que según la asociación europea de biogás para fines del año 2011 había unas 12.400 plantas de biogás en funcionamiento y unas 190 plantas estaban inyectando unos 70.000 m³ de biometano a diferentes redes de gas natural. (Asociación Europea de Biogás - 2013)

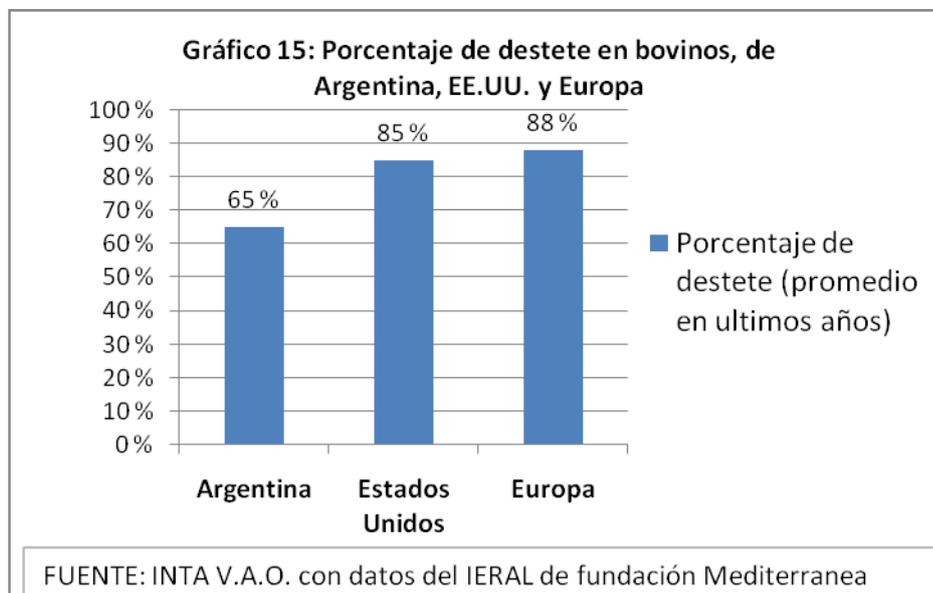
El país más avanzado en el mundo en desarrollo y adopción de esta tecnología es Alemania, que según la asociación de biogás alemana a mediados del año 2013 contaba con unas 7.874 plantas de biogás instaladas y teniendo una potencia instalada de generación de energía eléctrica de 3.364 MW. De estas plantas de producción de biogás, 112 transformaban el mismo en biometano y lo inyectaban a la red de distribución de gas natural. (Asociación alemana de biogás 2013)

Un dato importante es que por ejemplo en el año 2012 en Alemania de 2,5 millones de hectáreas que se hicieron de maíz, 900.000 ha. se destinaron a la silaje picado fino para la producción de biogás para uso en codigestión con otros sustratos, disminuyendo la importación de combustibles fósiles de otros países (Asociación alemana de biogás 2013)

El silaje de maíz es un excelente cultivo energético ya que por tonelada de sustrato se obtiene unas 200 m³ de biogás, en cambio con los efluentes pecuarios solos se puede obtener entre 25 y 65 m³ de biogás por tonelada de sustrato.

La meta del continente europeo en lo que respecta a energías renovables es que para el año 2020 el 20% de su energía eléctrica debe ser generada con este tipo de energías, ya sea mediante generación de energía en base a diferentes biomásas, energía solar, energía eólica etc. (Eurostat "Comisión de Estadísticas de la Unión Europea" 2013).

El objetivo máximo es integrar sistemas productivos de producción primaria que en ganadería de carne parten de planteos de cría con altos índices de pariciones, madres con buena sanidad y bien nutridas que aseguren un buen ternero por año (Gráfico 15). Luego, procesos de producción de engorde de alta eficiencia de ganancia de peso y de conversión de alimentos en carne, eso significa dietas balanceadas integrando estratégicamente los más económicos y eficientes componentes, procesos hoy holísticos integrados, o sea con el objetivo de aprovechar todo el potencial genético y transformar eficientemente todo lo disponible en origen en forma competitiva, productos y subproductos mezclados y suministrados nutricionalmente balanceado y eso es TMR (ración totalmente mezclada) e intensificación productiva incluyendo toda la tecnología disponible.

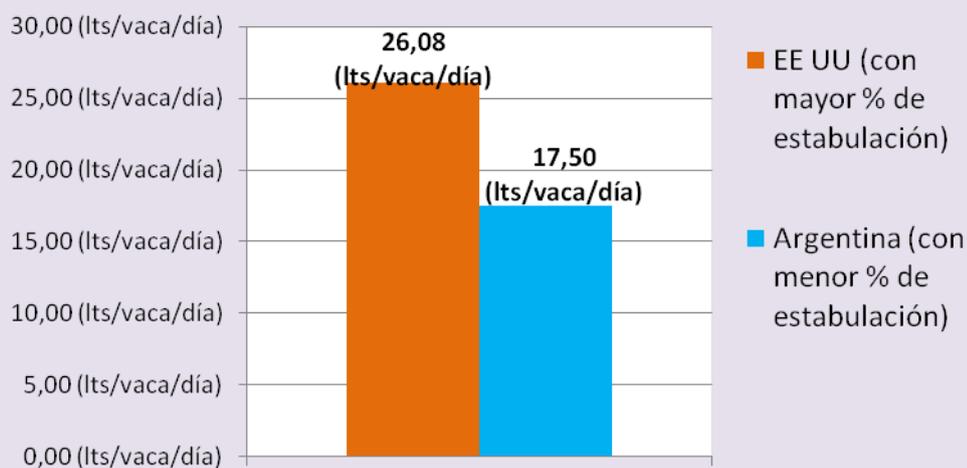


Las producciones de leche son y serán siempre más exigentes en confort animal y en los aspectos nutricionales, por lo tanto Argentina debe acelerar la adopción de los procesos de intensificación pecuaria. El tambo pastoril tiene un techo productivo bajo y una eficiencia de aprovechamiento de recurso forrajero baja por la forma de alimentación de una parte de la dieta (pastura) y por la baja eficiencia de cosecha de animales en pastoreo (50 a 55%); de una hectárea (*) que hoy en Argentina es tres veces superior en dólares en relación a 15 años atrás por la competencia de la tierra para sembrar soja. La intensificación productiva facilita mejorar y controlar todos los factores productivos, y eso nos coloca en índices de eficiencia productiva muy competitivos frente a otros sistemas muy desarrollados en nuestro país (Gráfico 16).

(*)Por autoselección animal en el bocado, el pisoteo, una forma de “tirar el forraje” en pastoreo sobre todo en épocas de exceso de forraje, es la pérdida que se produce al echar el animal porque está satisfecho, este forraje que queda aplastado no lo come y se pierde en el campo. Esta es tal vez, junto con el remanente, la pérdida más importante en épocas de exceso de pasturas (alfalfa en primavera) las pérdidas pueden aún aumentar significativamente si se maneja mal el tema pisoteo (mandar los animales al campo “sin piso”) animal y bosteo sobre la pradera. Estos factores reducen la superficie, los kg/ha de pasto cosechado de la pastura y la vida útil de la misma. INTA "Modulo de tecnologías de Forrajes Conservados").

Otro factor muy negativo del sistema pastoril es la renovación de las pasturas o la rotación de pasturas con agricultura donde la siembra directa termina fracasando por compactación y falta de cobertura.

Gráfico 16: Producción de litro/vaca/día promedio en Argentina y EE UU (2012).



FUENTE : INTA V.A.O. , con datos del Anuario de la lechería Argentina 2013 (FunPEL) y USDA.

Argentina 2013 puede disponer de una capacidad de procesamiento de extrusión/prensado de soja de 4M/tn. en sus 400 plantas PYMES (Estimado INTA VAO 2014).

Eso implicaría casi 2.400 puestos de trabajos directos y una posibilidad de disponer regionalmente de unas 3M/tn. de expeler en origen.

Este concentrado proteico (Expeller: soja extrusada - prensada), con mejor calidad nutricional que la harina de soja HIPRO (proveniente de la extracción de aceite por solvente) por contener un mayor porcentaje de aceite residual (7 - 8% contra el 0.5 - 1% de las harinas) permite lograr mejores conversiones en leche y carne. Oportunidad para aprovecharla, dado que ese expeller no tiene flete largo al consumirlo en origen y posee un diferencial de precio para el consumo interno dado por los aranceles de exportación.

En un reciente ensayo del INTA Marcos Juárez en donde se evaluó el expeller de soja como sustituto de la harina de soja en dietas de engorde de bovinos de corral; los animales que recibieron el extrusado de soja lograron un mayor ADM (aumento diario medio) que los otros tratamientos (harina de soja y harina de soja + aceite), superando a ambos en 140 g/día.

El consumo de alimento del grupo de animales que recibió extrusado fue mayor, pero el dato fue acompañado por mayor ADM del grupo, por lo cual fue el tratamiento de mayor conversión de alimento en ganancia de peso. (Fuente: Latimori, N.; Kloster, M. y Garis; Martín, H. INTA Marcos Juárez).

Estos resultados abren una gran posibilidad de utilización de la proteína de soja en forma local, situación que evita fletes, comisiones y otros costos, comenzando a integrarse las cadenas verticalmente y siendo el Valor Agregado en Origen una realidad. Productor de soja y maíz, planta de alimentos balanceados con equipo de extrusado y prensado de soja (PYME asociativa), ganadería de cría, invernada intensiva con dietas con fibra, energía y proteína propias (feedlot en PYME asociativa), industrialización, comercialización con bocas de expendio en locales propios (PYME asociativa), generando un salto de valor agregado importante y una demanda laboral familiar local que hace posible el desarrollo de la familia rural de medianos productores, que hoy por su escala pierden día a día competitividad.

Sumado a esto, en 2014 habrá 6 plantas de molienda de maíz para Etanol que producirán burlanda húmeda y seca, y burlanda seca de bajo aceite para uso pecuario con ventajas

(Córdoba + Río Cuarto + Avellaneda + Alejandro Roca + Villa María + San Luis), esas plantas molerán en el 2014 casi 1,45M/tn. entregando unas 460.000 toneladas de DGS en equivalente seco (de bajo costo por kilocaloría de energía y proteína) para ser transformadas en proteína animal por diferentes procesos pecuarios, otra oportunidad para la ganadería de carne y leche de Argentina. En lo que respecta a producción de bioetanol se estima que las plantas de Bio4, Vicentín, ProMaíz, ACABio y Diaser estarán produciendo, de manera conjunta, 510.000 m³ de bioetanol. (INTA VAO, con datos de FADA 2014) .

Esta industrialización, además de generar agregado de valor, contribuye al desarrollo de las regiones en las cuales se encuentran instaladas dichas plantas, involucrando a una multiplicidad de actores y realizando aportes de diferentes tipos a la sociedad en su conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial, Participativo y Federal 2010-2020. “Argentina líder Agroalimentario”. 2010. 159 páginas.
- Capello, M.; Vasconcelos, J.; Garzón, J.; Reyes, G.; Ceconi, T.; Butler, I.; Ruffo, H.; Day, J.; Piacentini, F.; Schwarz, G.; Tappata, A.; Nahiriak, P.; González, G.; Galassi, G.; Grión, N.; Torre, N.; Cohen, M.; Rossetti, V.; Vera, M.; Crisafulli, L.; Demmel, C.; Di Monti, C.; Diarte, G.; Castro, A.; Saritzu, M.; Izaguirre, A.; Nazareno, A.; Rubio, S. 2011. IERAL. “Una Argentina competitiva, productiva y federal”. 93 páginas.
- INTA PRECOP. 2012. “Evolución del Sistema Productivo Agropecuario Argentino”. Actualización Técnica N° 75.
- INTA PRECOP. 2012. “Agregado de Valor a los Granos en Origen en la Cadena Porcina”. Actualización Técnica N° 74.
- Brigo, R.; Lódola, A.; y Morra, F. 2010. Mapa de cadenas agroalimentaria de Argentina. En: Anillo, G. et al. Cambios estructurales de las actividades agropecuarias. Cap. II pág. 53-76. Bs. As.: CEPAL.
- Anillo, G.; Bisang, R.; y Salvatierra, G. 2010. Del mercado a la integración vertical pasando por la economías productivas, los clúster, las redes y las cadenas de valor. En: Anillo, G. et al. Cambios estructurales de las actividades agropecuarias. Cap. I pág. 47. Bs. As.: CEPAL.
- Méndez, J. M. 2010. Procesamiento del Grano de Soja Extrusado. Totoras: INTA PRECOP II.
- Bragachini, M. 2010. Producción Agropecuaria, Agroindustrial y rol del Estado en el sector. Desarrollo inclusivo, ideas para el bicentenario. En: García Delgado, D. Rol del Estado y desarrollo productivo inclusivo. Quinta parte. Pág. 199-223. Buenos Aires: CICCUS – FLACSO.
- Hermida, R. 2009. El balance de la Economía Argentina 2009. Herramientas para la elaboración de un Plan Bicentenario. Córdoba: Instituto de investigaciones económicas. Cap 15. Pág. 575. (ISBN 978-987-05-7851-2).
- <http://www.german-biogas-industry.com/the-industry/biogas-the-energy-revolutions-all-rounder/>
- <http://www.german-biogas-industry.com/the-industry/producing-power-and-heat-from-biogas/>
- <http://fundacionfada.weebly.com/uploads/9/8/5/0/9850131/bioetanol.pdf>
- <http://www.consorziobiogas.it/pubblicazioni/biogas-fatto-bene.htm>
- <http://european-biogas.eu/wp-content/uploads/files/2013/10/EBA-brochure-2011.pdf>
- <http://www.grains.org/index.php/buying-selling/ddgs-user-handbook>
- <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/UsoExpellerDeSojaComoSustitutoHarinaDeSoja.pdf>
- <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/pdfs/EvolSistemaProdAgropArgentino2011.asp>
- <http://www.bancomundial.org/es/country/argentina>
- <http://www.worldbank.org/en/country/unitedstates>
- http://www.ieral.org/images_db/noticias_archivos/1549.pdf
- <http://64.76.123.202/site/areas/PEA2/index.php>
- <http://www.lacteos2020.org.ar/Anuario.pdf>
- <http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/MilkProd/MilkProd-02-20-2014.pdf>
- http://www.ieral.org/images_db/noticias_archivos/2758-Carne%20bovina.pdf
- <http://www.minagri.gob.ar>

Perspectivas de los mercados de ganados y carne vacuna

Ing. Agr. Dardo Chiesa

Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina

La cadena de la carne vacuna es importante desde el punto de vista social

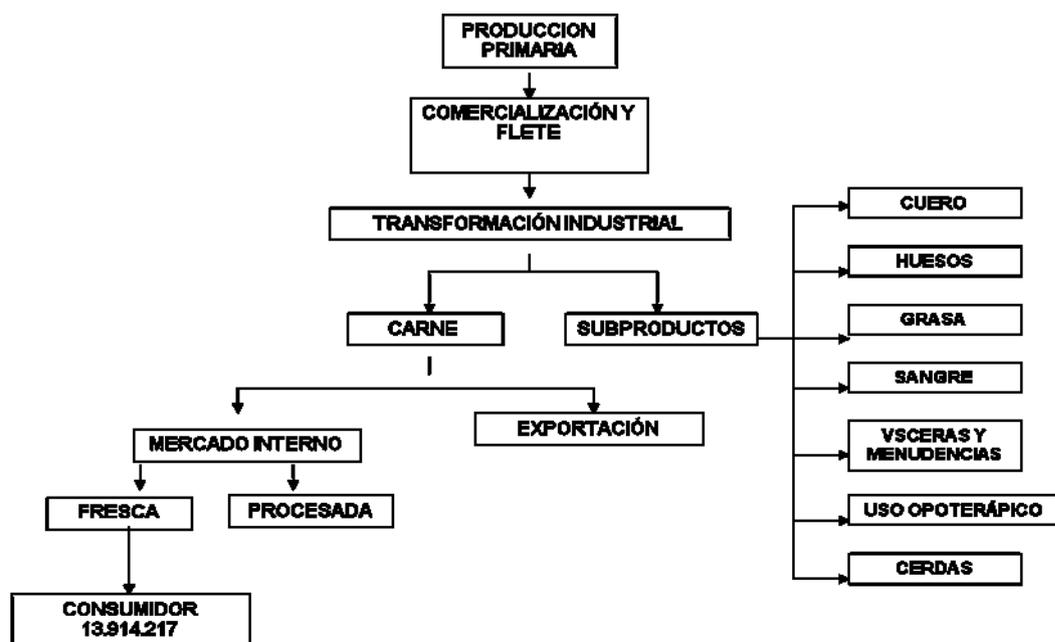
- La ganadería es arraigo en el interior.
- La ganadería es empleo en las áreas rurales de todo el país.
- La ganadería es el inicio de una cadena que termina aportando el alimento emblemático de los argentinos en el 99 % de los hogares de nuestro país.

El sector genera valor y riqueza para el país (más allá de las exportaciones).

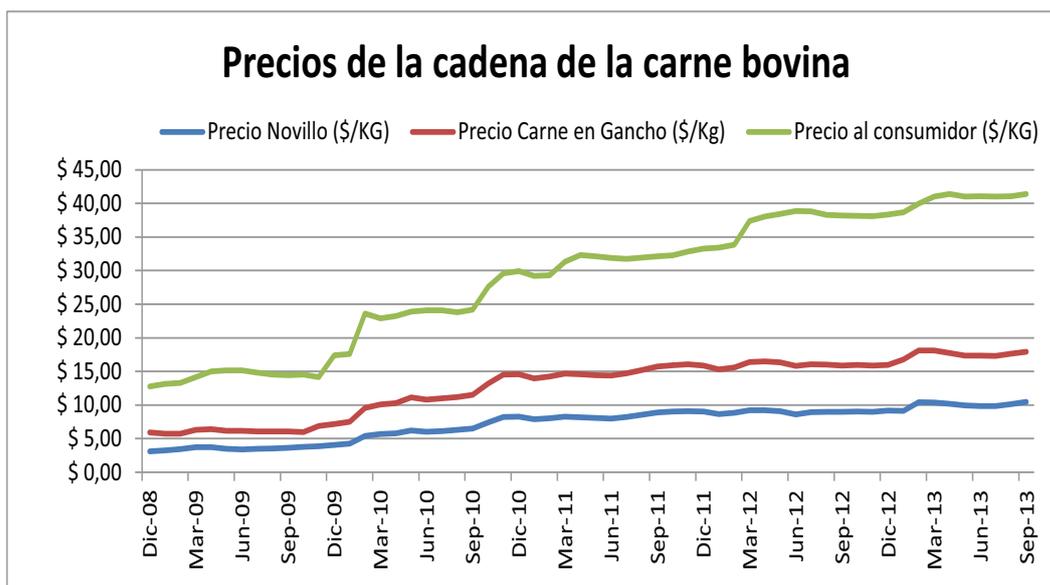
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bovino	Primaria	16.667.134.089	17.032.520.188	17.160.594.966	16.902.519.888	15.916.193.389	14.315.210.751	13.682.779.394	14.222.759.996
	Industria	21.771.554.361	23.063.756.687	21.086.934.077	20.671.501.955	22.644.655.582	16.776.928.936	15.879.502.669	16.575.053.825
Soja	Primaria	29.015.974.000	30.719.221.634	35.982.464.546	35.039.231.400	23.483.825.688	39.918.046.819	37.040.342.253	30.387.937.154
	Industrial	27.012.696.933	30.490.281.035	34.051.494.473	30.245.371.637	27.533.565.137	35.038.827.231	35.057.045.841	30.927.765.776
Lacteo	Primaria	9.142.899.269	9.786.435.794	9.175.355.391	9.640.527.707	9.682.903.653	9.903.181.041	9.990.084.194	10.289.786.720
	Industria	21.614.089.270	23.135.428.999	21.690.135.714	22.790.724.822	22.892.037.513	23.464.250.017	25.507.339.296	26.855.466.135

Nota: En pesos constantes del año 2007

Esquema para interpretar el agregado de valor en la cadena



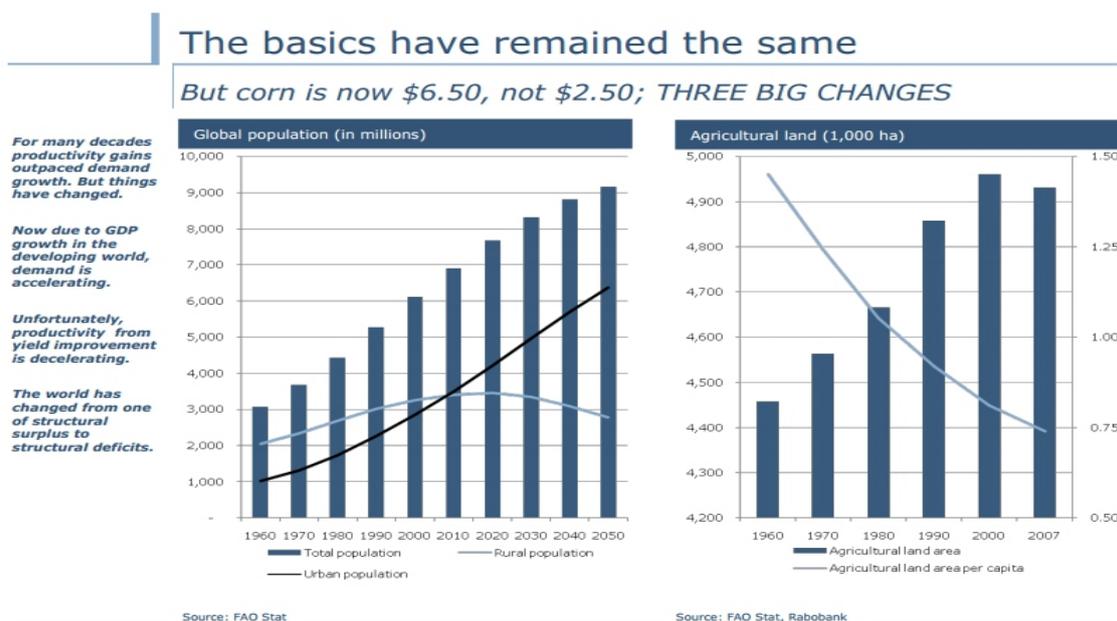
Precio Novillo – Precio Ex Planta y Precio al consumidor



El productor recibe por cada kilo de novillo en pie el 25% del precio promedio final que pagan los consumidores. Había llegado a obtener el 32% a finales de 2006 y comienzos de 2007.

Las oportunidades del comercio internacional

Nacen 4,4 millones de personas por mes en el mundo. Sólo en China 40 millones por año pasan de la ruralidad a vivir en las ciudades.



Fuente: David Nelson. Key Changes in Global Animal Protein Markets. World Meat Congress, Paris, June 5th 2012

1. GDP growth is accelerating meat demand

China, India and Indonesia alone represent 40% of world population

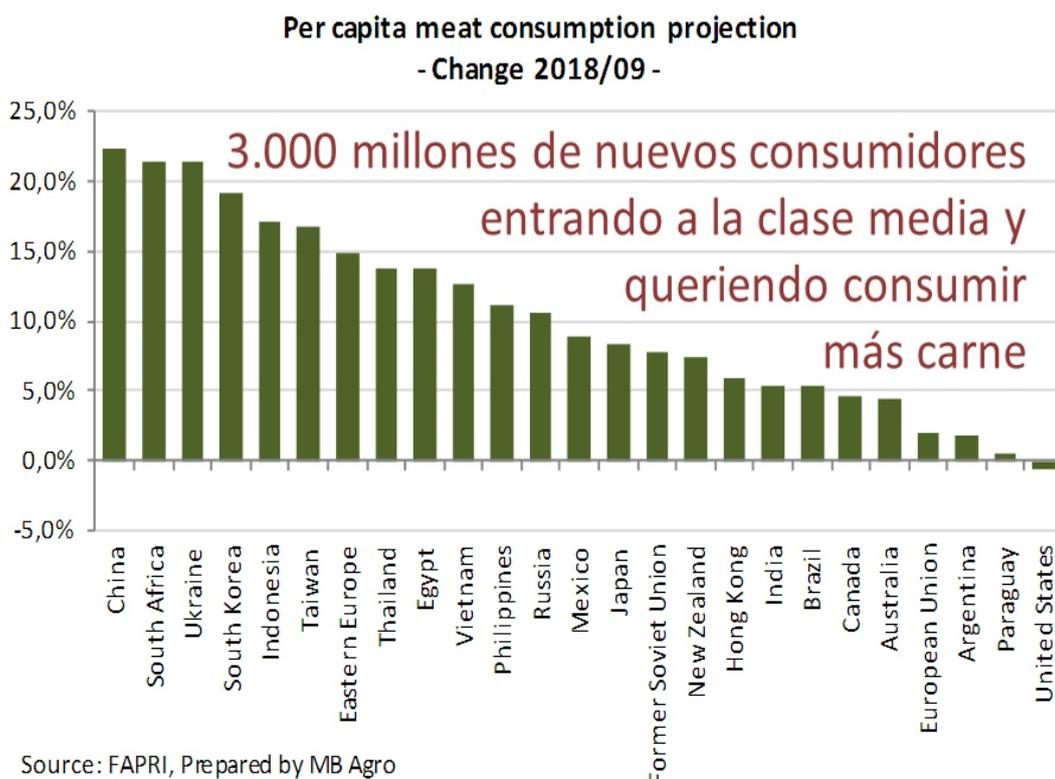
... and are all in the "sweet spot" where consumer demand for animal protein grows at an accelerating pace - with GDP between \$3-5000 per year.

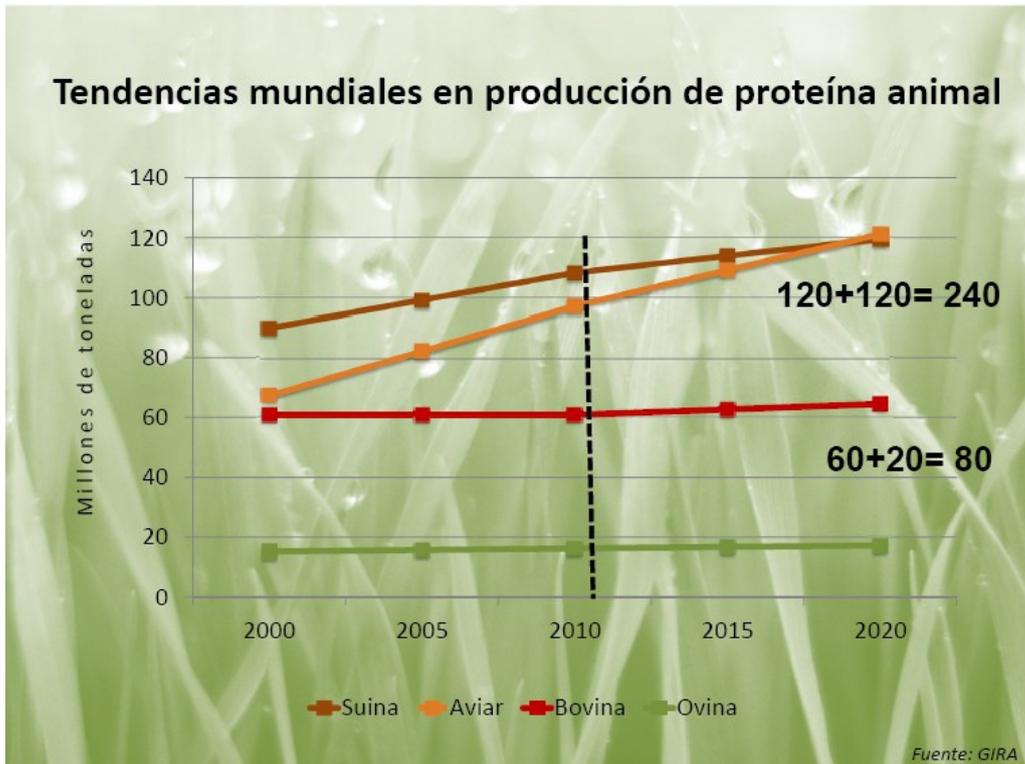
While economic growth in Asia may be slowing, it is at very high levels of absolute growth.

Asia is also a grain deficit region - they will need to import grain, or animal protein

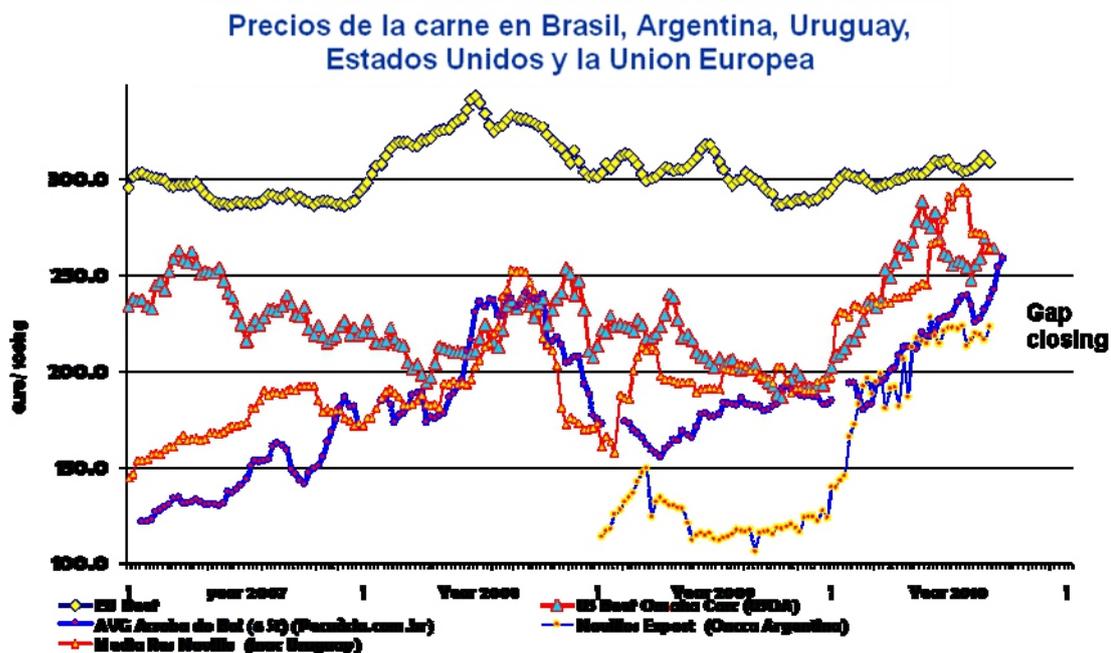
Country	2011 GDP Growth Rate	2012 Forecast GDP Growth Rate	Population
China	9.20%	8.35%	1,331,460,000
India	7.13%	6.90%	1,155,348,000
Indonesia	6.46%	6.30%	229,965,000

Fuente: David Nelson. Key Changes in Global Animal Protein Markets. World Meat Congress, Paris, June 5th 2012



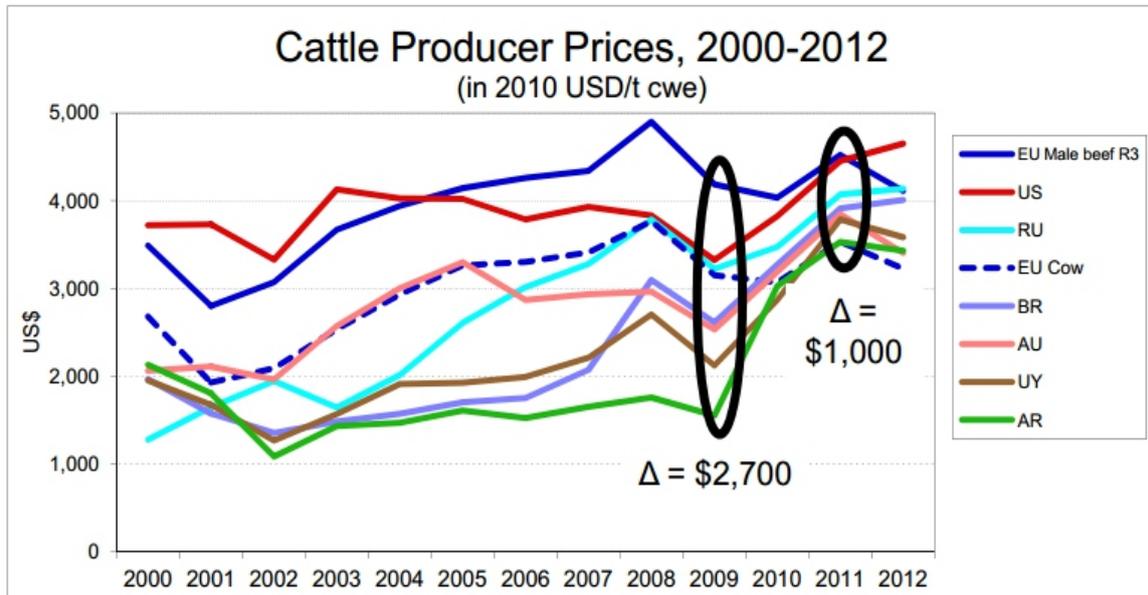


Fuente: Caputi, P. Exposición Rural de Palermo 2011

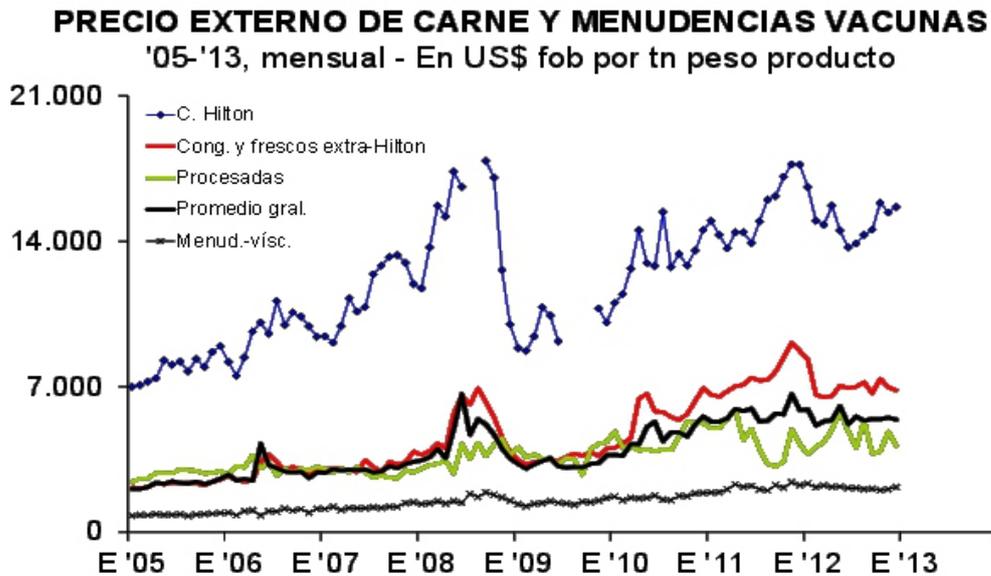


18th IMS World Meat Congress 2010
 Buenos Aires, 28 September 2010
 Lars Hoelgaard, Deputy Director-General

Meat – Trends and Trade – An EU Perspective.



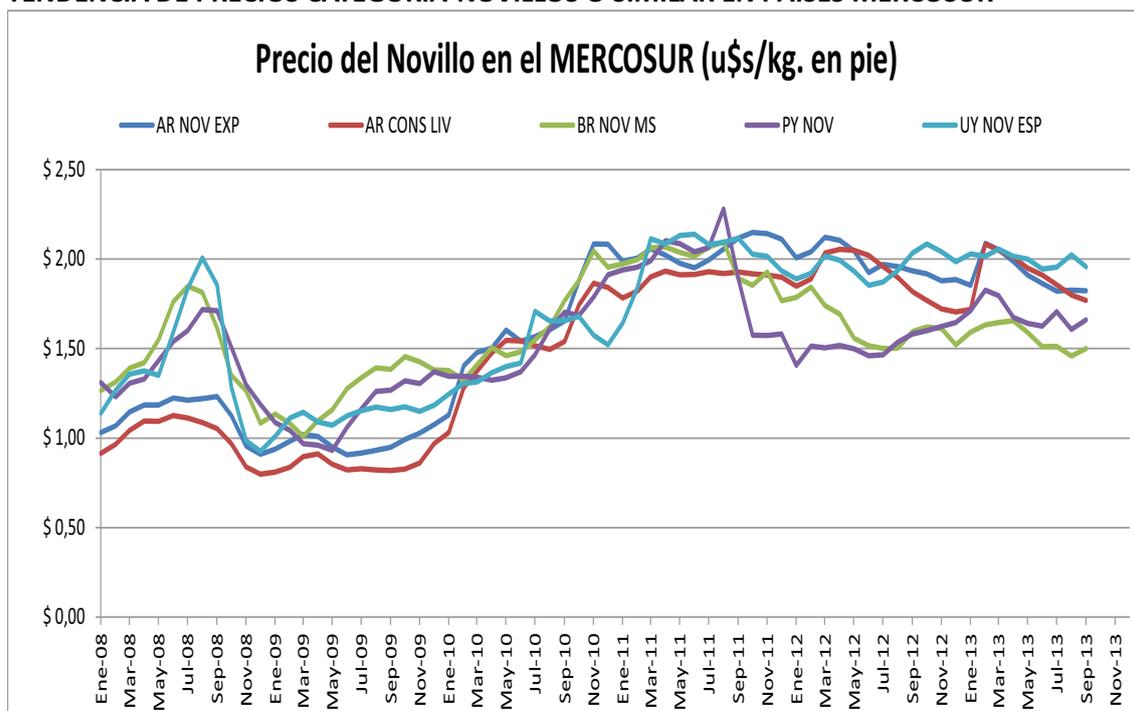
Fuente: Christophe Lafougère. Are we moving towards a world price for meat? New pricing structures in world pork and beef. World Meat Congress, Paris, June 5th 2012



Fuente: CICCRA, con datos del Senasa.

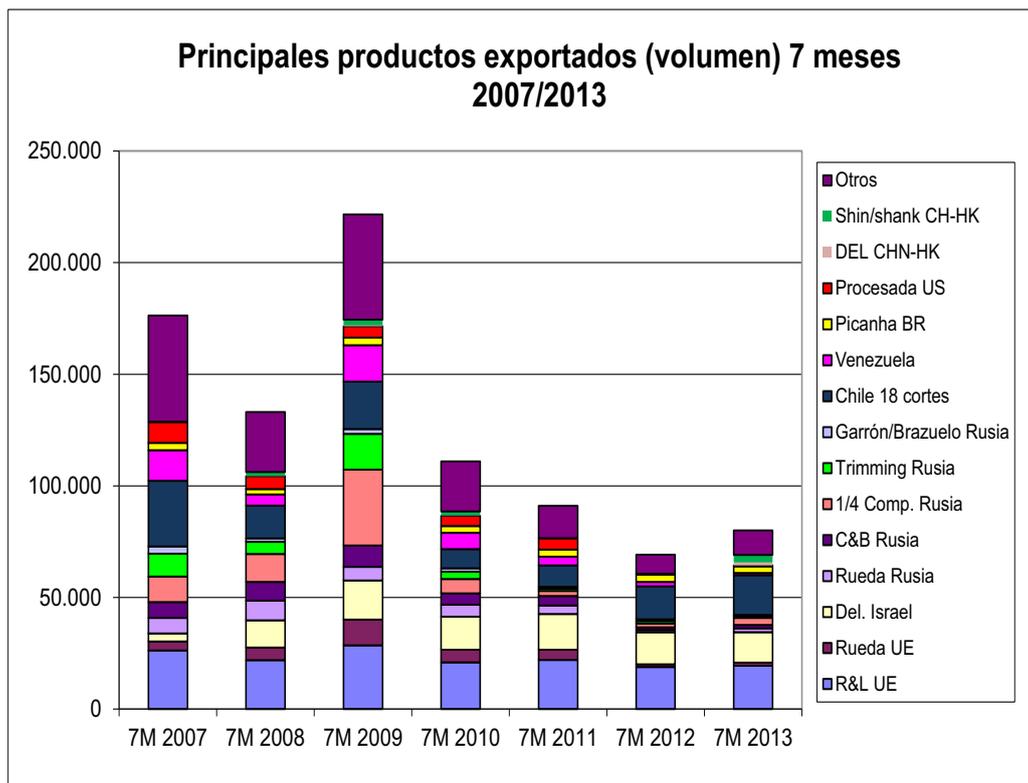
Año	Argentina (exp +460)	Argentina (cons. - 350)	Brasil (Matto Grosso Sul)	Uruguay (Especial)	Paraguay (exportación)
Oct-05	0,81	0,84	0,76	0,95	0,65
Abr-06	0,78	0,93	0,71	0,93	0,70
Oct-06	0,82	0,71	0,92	1,07	0,98
Abr-07	0,91	0,82	0,88	1,10	0,92
Oct-07	0,97	0,86	1,10	1,21	1,17
Abr-08	1,18	1,10	1,42	1,38	1,33
Oct-08	1,13	0,97	1,35	1,29	1,51
Abr-09	1,01	0,91	1,10	1,09	0,96
Oct-09	0,99	0,83	1,46	1,18	1,32
Abr-10	1,50	1,48	1,51	1,37	1,32
Oct-10	1,88	1,74	1,88	1,68	1,69
Abr-11	2,02	1,93	2,07	2,09	2,10
Oct-11	2,15	1,94	1,83	2,03	1,60
Abr-12	2,11	2,07	1,62	1,99	1,52
Oct-12	1,92	1,77	1,59	2,08	1,60
Abr-13	1,99	2,01	1,66	2,02	1,67

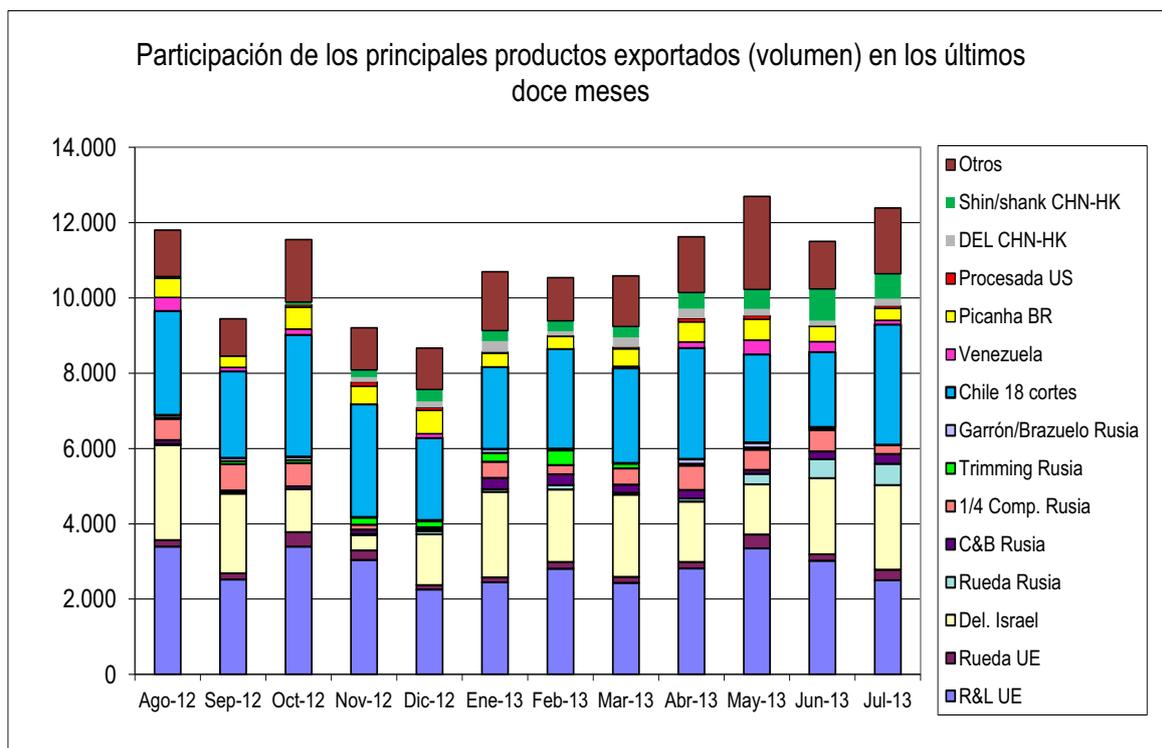
TENDENCIA DE PRECIOS CATEGORIA NOVILLOS O SIMILAR EN PAISES MERCOSUR





Precio promedio de exportaciones argentinas a Unión Europea (incluye Operaciones dentro y fuera de cuota). Fuente: IPCVA 2013.





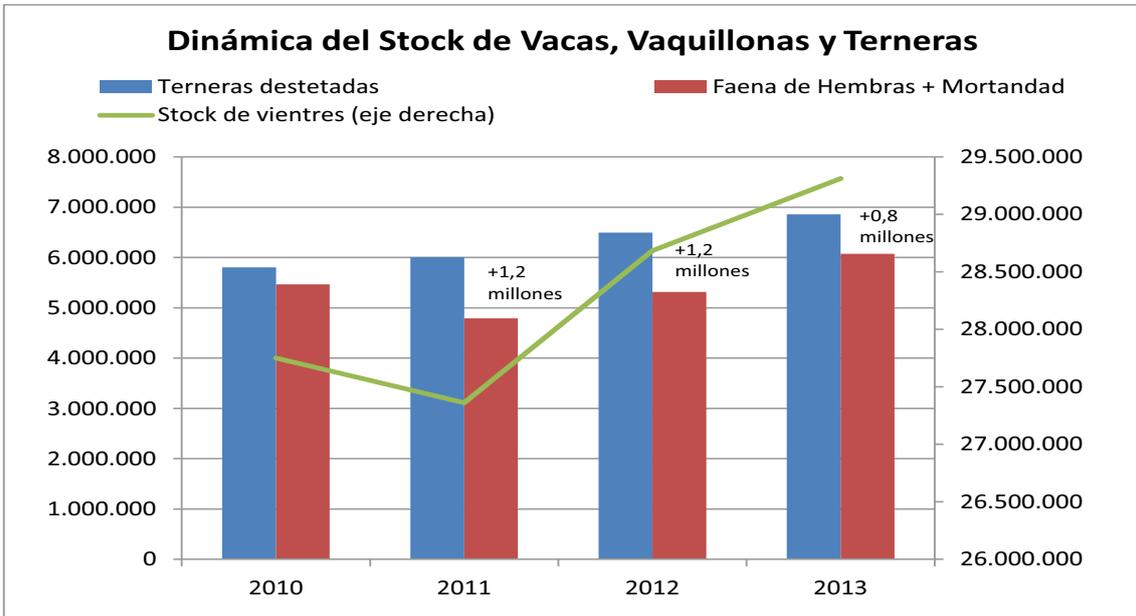
¿Por qué si hay oportunidades en el exterior, nos cuesta tanto exportar?

Los indicadores del ciclo ganadero y las épocas favorables y desfavorables para los diferentes actores

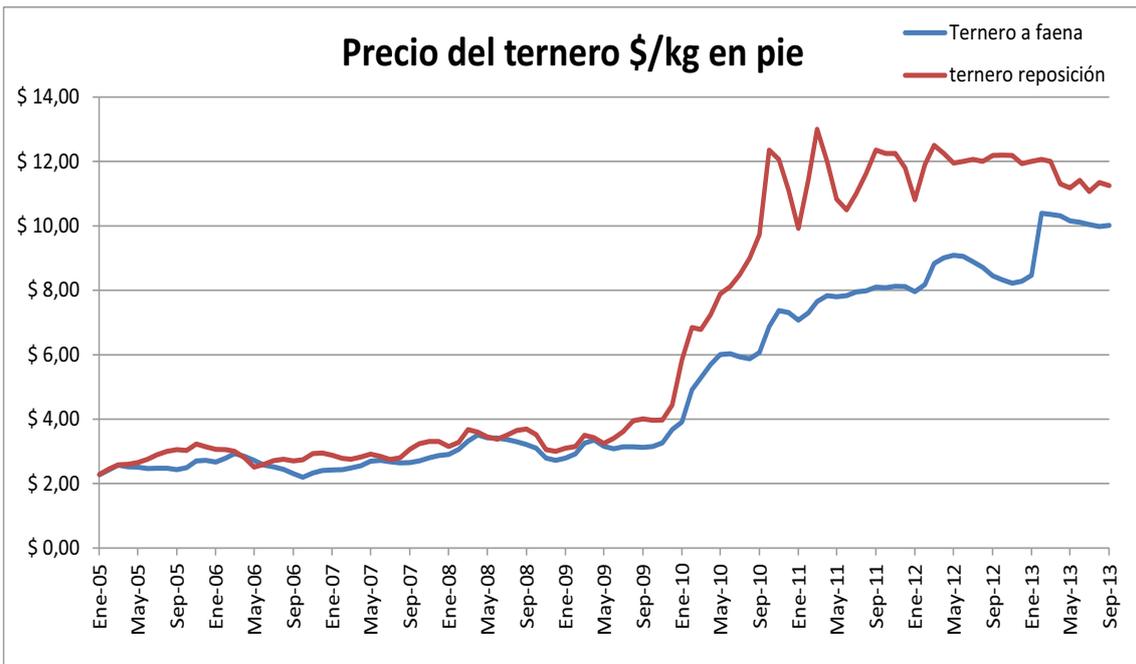
Año	Stock (millones)	Zafra de terneros (millones)*	Faena (millones)	Prod. (millones ton res)	Peso promedio de la res
2005	56,4	13,5	14,3	3,1	220
2006	57,6	14,2	13,4	3,0	226
2007	58,1	14,3	14,9	3,2	216
2008	54,7	14,3	14,6	3,1	214
2009	54,4	13,1	16,1	3,4	210
2010	48,9	11,5	11,8	2,6	221
2011	48,0	11,8	11,1	2,5	229
2012	49,9	12,7	11,6	2,6	225
2013 (p)	50,9	13,4	12,5	2,75	225

Fuente: IPCVA 2013. *Terneros destetados a marzo.

Dinámica reciente del rodeo

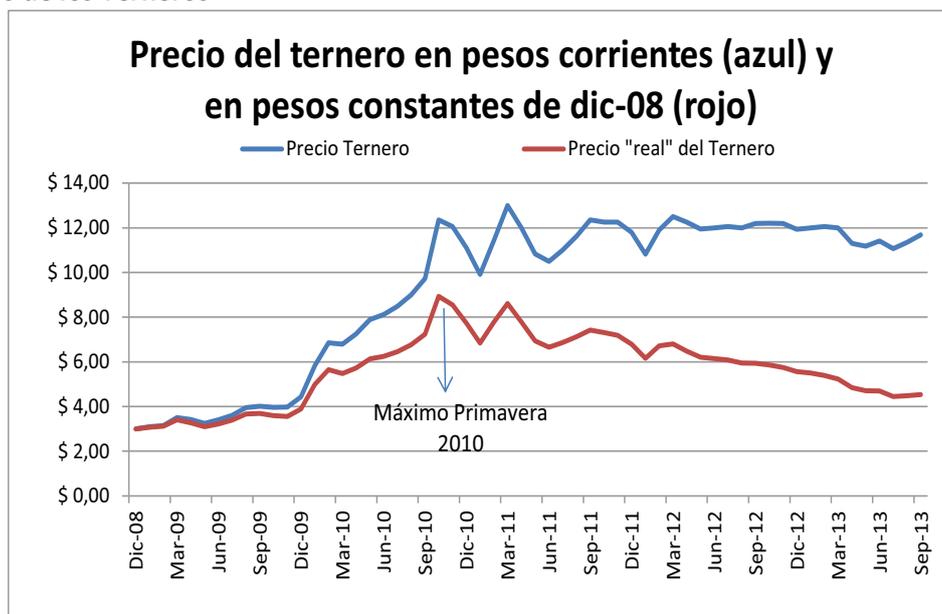


El stock de vientres suma vacas y vaquillonas



Fuente: IPCVA 2013

Precios de los Terneros



El precio nominal fue deflactado utilizando el IPC de la Provincia de San Luis.

Es un buen momento para generar expectativas favorables

- Hace falta definir una política de estado que gradualmente se plantee el acceso a nuevos mercados externos garantizando el abastecimiento genuino y equilibrado de materia prima.
- Fijar este objetivo justamente en un momento donde el precio de la carne vacuna a nivel interno no está representando un problema político. (La opinión pública puede estar más receptiva a tomar conocimiento de la cadena)
- Justo cuando empieza a crecer la tensión entre eslabones por mermas de rentabilidad, deberían brindarse incentivos para hacer revertir esta situación. (Es el momento para hacer crecer el negocio y corregir ineficiencias para hacerlo más equitativo).

¿Cómo vamos a hacer crecer el negocio en términos de volúmenes y valor?

- El desafío pasa por hacer crecer en forma equilibrada nuestra producción de carne y ubicarla en el mercado interno y externo sin desatar conflictos de precios y malestar en la sociedad, pero garantizando rentabilidad a todos los actores de la cadena.

¿Podemos discutir los objetivos y metas de producción, consumo interno y exportación en los próximos 10 años?

¿Podemos trazar una meta de producción de 4,5 millones de tn y un millón de tn de exportación en un determinado período de años?

El marco institucional difícilmente cambie en el corto plazo, pero hay que trabajar pensando en el desarrollo de la exportación y el abastecimiento del mercado interno no como actividades antagónicas...

Hace falta conocer más a ambos mercados. Hay que desarrollar nuevas capacidades de gestión para disminuir riesgos e incertidumbres propios de estos mercados.

La baja productividad como ejemplo

- Podemos tener problemas de competitividad internacional porque los costos de producción se incrementan

Pero existen en el país brechas tecnológicas importantes en diferentes regiones de nuestro país que exigen una adecuada política conjunta entre el sector público y privado para poder superarlas.

¿Cuál es el camino para integrar la cadena y generar valor?

- Mejorar la articulación entre eslabones para bajar los costos de transacción.
- Generar mecanismos de aprendizaje y cooperación para incrementar la competitividad integral de la cadena (considerando aspectos no solo económicos, sino también ambientales, sociales, etc).

¿Cómo aprovechar las oportunidades del mercado internacional?

- Va a ser necesario ser más competitivos en costos y será imprescindible aumentar productividad y diluir costos que vienen incrementándose por la inflación...

La deuda de la ganadería argentina

- **Hay mucho por mejorar en tecnología ganadera.**
- **¿Cómo? Siendo más eficientes...**
- **A la larga, perdemos todos faenando animales chicos y la reposición del rodeo llevará como mínimo diez años.**
- **Entonces: Mejorem los índices reproductivos y tratemos de poner más kilos a nuestros animales...**

Cuadro 1. Brechas de productividad de la ganadería bovina de cría

Provincia	Zona Agroecológica	Productividad (en kg/ha/año)		Brecha Productividad
		Nivel tecnológico Bajo	Nivel Tecnológico Alto	
Buenos Aires	Cuenca Central	67	115	72%
Chaco	Departamento Bermejo	22	70	218%
Corrientes	Afloramientos Rocosos	40	90	125%
Corrientes	Lomadas Arenosas	40	80	100%
Corrientes	Malezal	25	50	100%
Formosa	Departamentos Ramón Lista, Mataros, Bermejo – Formosa	10	50	400%
Formosa	Departamento Patiño	15	60	300%
Formosa	Departamentos Formosa, Pilcomayo, Pirané y Laishi	15	50	233%
San Luis	Departamento Chacabuco	15	40	167%

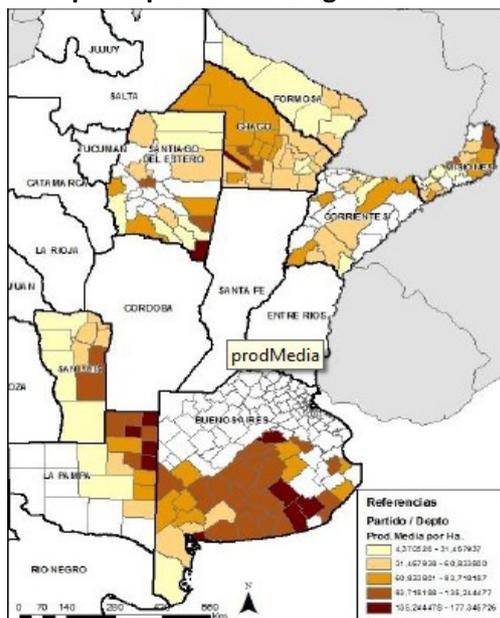
Fuente: Proyecto Estrategias de intervención para mejorar el acceso a la tecnología en el sector productor-INTA.

La proyección 2013

	Ratio Temero/Vaca	Peso Promedio	
Australia	67,7%		272
EE. UU.	85,0%		359
Uruguay	68,0%		244
Paraguay	48,0%		236
Brasil	54,2%		231
Argentina	65,1%		225

Todos los datos se estimaron en base a información de USDA
Los pesos promedios son en kilogramos

El mapa de productividad ganadera



En la región pampeana, la brecha tecnológica es baja e importantes mejoras en la productividad podrían lograrse con aumento de la eficiencia que indican que un incremento potencial del producto de un 47 % sería factible con la misma cantidad de factores y la tecnología actual.

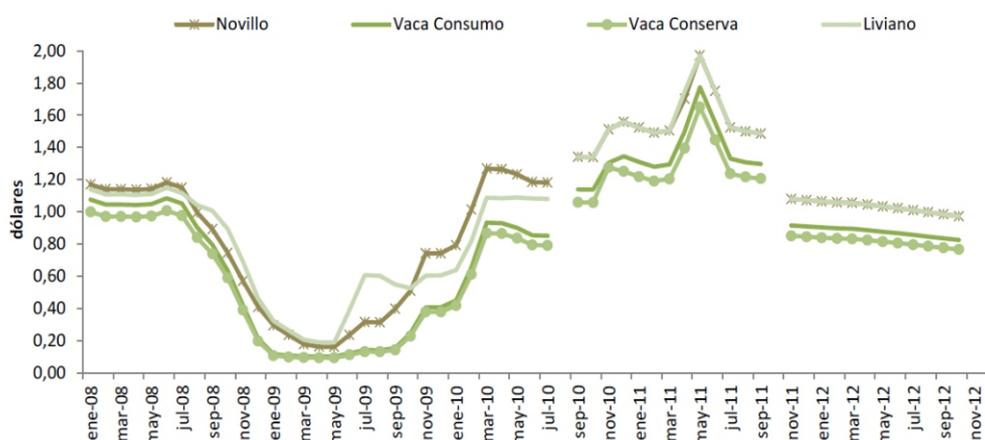
En otras regiones, la brecha tecnológica es importante (41-75 %). En estos casos, las ganancias de productividad deberían originarse en nuevas tecnologías que desplacen la frontera local acercándola a la frontera potencial.

XLIII REUNION ANUAL AAEA. Corrientes, 9-10-11 de octubre de 2012. BRECHAS TECNOLOGICAS, EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA GANADERIA ARGENTINA: ESTIMACION POR METAFRONTERA DE PRODUCCION
Nicolás Gatti; Daniel Lema; Victor Brescia

¿Cómo está la industria de la carne?

- Concentración territorial en la región pampeana.
- Fuerte atomización de plantas chicas.
- El mayor valor agregado está vinculado a la exportación.
- El 50 % del total faenado se terceriza y 2/3 de la faena para consumo interno se terceriza.
- Un 40 % de la faena no puede aprovechar el valor de los subproductos.
- Los servicios a terceros son una fuente de ingresos para los frigoríficos que trabajan con matarifes.
- Una industria complicada por la falta de hacienda y el común denominador del todo el sector agroindustrial: pérdida de competitividad.

CUERO SALADO ARGENTINA (US\$/kg)

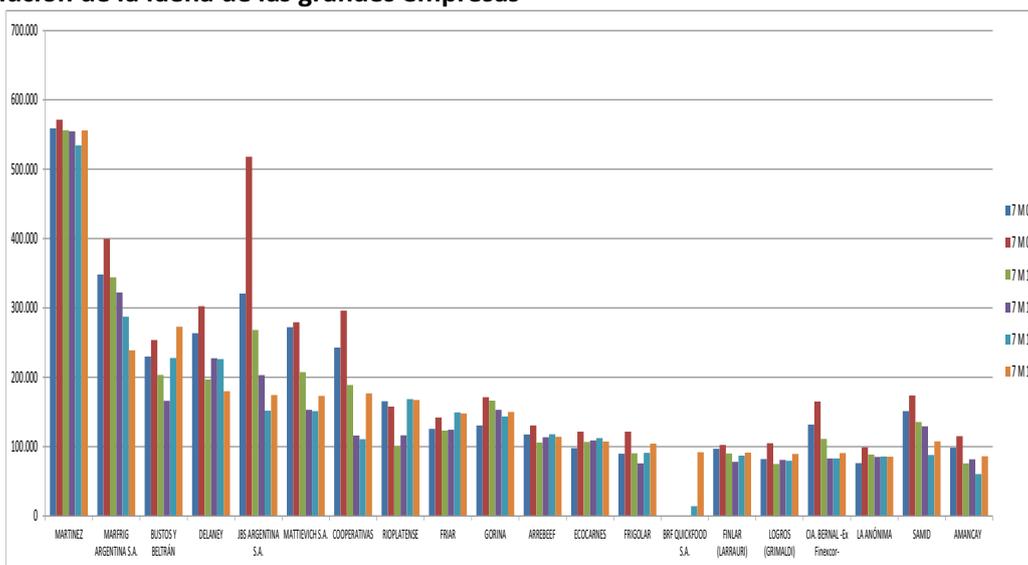


Dirección de Análisis Económico Pecuario

Sector Bovino

Fuente: Informe mensual de precios de subproductos de faena bovina. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Octubre de 2012.

Evolución de la faena de las grandes empresas



¿Aspectos a priorizar en la cadena de ganados y carnes de Argentina?

- Hacer crecer el negocio sobre la base de un plan estratégico de mediano y largo plazo.
- Hacer crecer el negocio afrontando el desafío de una creciente exportación y la necesidad de garantizar el abastecimiento del mercado interno.
- Incrementar la competitividad sectorial a partir de una mejor integración y cooperación entre eslabones de la cadena.
- Aumentar la productividad y reducir costos de producción para incrementar la competitividad empresarial.
- Fomentar la innovación tecnológica y el desarrollo de procesos productivos acordes a nuevos requerimientos medioambientales y sociales.
- Promover el agregado de valor aprovechando las posibilidades de Argentina de ofrecer diferentes productos en diferentes mercados.

Presente y futuro de la lechería argentina

Oscar Carreras
Presidente de SanCor

Evolución reciente y situación actual

En el año 2006 la lechería argentina se había recuperado de la crisis que comenzó a finales de la década pasada, ya que en ese año alcanzó a producir 10.162 millones de litros de leche, casi la misma cantidad que en el año 1999 (10.329 millones de litros¹).

La base del año 2006 es la más adecuada para analizar la situación actual de la lechería argentina y su proyección hacia el futuro, ya que a partir de ese año los mercados agroalimentarios globales experimentaron un brusco cambio, con un fuerte aumento de los precios que reflejó el incremento estructural de la demanda en los países denominados “emergentes”, que continúa siendo el escenario más probable en términos de mercado para los próximos años.

En estos últimos años el sector lácteo nacional también ha recuperado el abastecimiento del mercado interno. Actualmente se encuentra en 210 litros (de equivalente -leche) por persona y por año, nivel que si bien es algo inferior al pico del período 1999-2001, es el segundo de América Latina (después de Uruguay) e incluso excede las recomendaciones mínimas internacionales de consumo de lácteos.

El sector lácteo ha consolidado su participación en los mercados externos y actualmente se exporta entre el 20 y 25 % de la producción nacional. En el año 2013 fueron el equivalente a unos 2700 millones de litros de leche, que representaron casi 400 mil toneladas de productos lácteos por un valor superior a los 1700 millones de dólares².

La leche en polvo entera sigue siendo el producto dominante de nuestra cartera de exportación de lácteos, aunque se destaca también la participación de los derivados de suero, que ha crecido mucho en los próximos años.

Por el otro lado, la exportación de quesos no guarda proporción con la cantidad de leche que se destina a la elaboración de este rubro, que es del 45 % del total de la producción nacional. Esta falta de proporcionalidad entre la producción de quesos y los volúmenes de exportación es un cuello de que impide una adecuada transmisión de los precios internacionales al interior de la cadena láctea.

El segmento industrial lácteo se caracteriza por un elevado grado de fragmentación, con una gran cantidad de empresas lácteas que en muchos casos operan plantas de pequeño tamaño, en comparación con otros países exportadores. A la falta de escala se suman también altos costos laborales en comparación con países de la región. Dentro de su heterogeneidad, la mayor parte de las empresas grandes y medianas ha alcanzado un nivel tecnológico satisfactorio, lo que explica que nuestro país pueda exportar actualmente a más de 120 destinos internacionales.

Probablemente la característica de la situación actual de la producción nacional de leche sobre la que debe prestarse más atención se refiere a las dificultades de crecimiento que muestra la producción primaria.

Entre los años 2006 y 2013 la producción creció al 1,6 % anual acumulativo, equivalente a un 11,9 % en el período. Este valor es superior al crecimiento de Estados Unidos (10,9 %), de Canadá (6,1 %), de la Unión Europea (5,2 %) o de Australia (- 7,9 %), pero es claramente inferior al de Chile (18,2 %), de Brasil (28,3 %), de Nueva Zelanda (29,5 %) y al de nuestro vecino, Uruguay (35,6 %), siempre en referencia al período 2006-2013.

¹ www.minagri.gob.ar.

² Los valores son estimados ya que las estadísticas de la Subsecretaría de Lechería sólo están actualizadas hasta el mes de octubre de 2013.

Sin dudas, uno de los factores a tener en cuenta para explicar el comportamiento de la producción es el precio de la materia prima leche que recibe el productor argentino, que es el más bajo del grupo de países mencionado en la comparación de crecimiento.

El bajo precio relativo de materia prima leche en nuestro país (en comparación con otros países) obedece a un conjunto de factores entre los que se pueden mencionar (i) las dificultades de articulación internacional y falta de capacidad exportadora de una parte de la industria, (II) las políticas de precios internos controlados que -con diferentes variantes- se vienen aplicando desde hace unos 6 años, (III) las ineficiencias del sistema logístico y comercial interno, con altos costos de distribución, alta concentración de una parte del comercio minorista y baja capacidad negociadora de la industria, y (IV) los altos costos del segmento industrial, por baja escala de las plantas y altos costos salariales, que a veces se agravan por problemas de baja productividad.

Sin embargo, el precio de la leche no es el único factor que explica la rentabilidad de la producción lechera, ni mucho menos su competitividad relativa con el resto de las actividades pampeanas (agricultura y carne). Por ejemplo, el costo de los concentrados en nuestro país es sensiblemente más bajo que en el resto del mundo (por efecto de los impuestos a la exportación) y con el crecimiento su participación en la dieta del ganado lechero ello genera una sensible ventaja de costos para nuestros sistemas de producción. Esta ventaja de costos probablemente alcanza para cubrir la diferencia de precios con el resto de los países de la región (Brasil, Chile y Uruguay).

Todo ello lleva finalmente a la consideración de la productividad de nuestros sistemas de producción de leche, que si bien ha experimentado un importante crecimiento en la última década, gran parte del mismo es atribuible al incremento de la alimentación con granos y concentrados³ y otras tecnologías de insumos, pero aún existe una brecha significativa en lo que respecta a la aplicación de tecnologías de proceso y mejoras en la infraestructura para el manejo del rodeo y el bienestar animal, que reducirían los costos de la oferta de leche y la harían más estable, mejorando la competitividad relativa del tambo frente a la agricultura.

El contexto internacional

El contexto internacional en el que se desenvuelve la cadena láctea argentina ha cambiado radicalmente desde mediados de la década pasada. A partir del crecimiento del consumo de proteínas en los países emergentes, la demanda global de productos lácteos ha experimentado un significativo incremento, impulsando el crecimiento de los precios y del comercio internacional.

Una de las características de este fenómeno es que el crecimiento del consumo se da en mayor proporción en aquellos países que no tienen buenas condiciones para la producción de leche, localizados principalmente en Asia y África, y por esta razón el comercio global está creciendo a una tasa importante, no sólo en valores absolutos (más de 60 mil millones de litros de equivalente-leche en 2012) sino como proporción de la producción global de leche (+ 9).

La sostenida demanda internacional es el factor que explica el atractivo precio de exportación de los productos lácteos, que actualmente se encuentra en sus máximos históricos. En términos de nuestro principal producto de exportación, la leche en polvo entera, son valores que se ubican en el rango de 4500 – 5500 dólares por tonelada, en comparación con los 1500 – 2000 dólares por tonelada, e incluso menos, que se obtenían en la década del '90 y primeros años de este siglo.

³ En los 15 años que transcurrieron entre finales de la década del '90 y el momento actual la producción individual y la carga animal se incrementaron, y como producto de ello la productividad por superficie aumentó entre un 80 y 100 %. Sin embargo, en el período mencionado, el uso de concentrados por vaca en ordeño aumentó entre un 100 y 150 %. Esto se explica en gran parte por el menor costo relativo de los granos (por efecto de las restricciones de exportación) en comparación con otros países.

En los últimos 12 meses (desde marzo de 2013) los precios internacionales de los productos lácteos se han sostenido en niveles muy altos en términos históricos. Ello se debe a la combinación de una serie de factores de oferta (menor producción en algunas regiones clave) y demanda (especialmente, mayores compras de China).

Un aspecto destacar del mercado internacional de productos lácteos, al menos por lo que se observa en los últimos años (desde 2007), es la fuerte volatilidad de los precios. En términos de escenarios para los próximos años, una parte de esa volatilidad seguirá presente (quizás no se repita el fenómeno del año 2008, que estuvo muy vinculado a la crisis financiera internacional y no tanto a cuestiones del sector lácteo) y ello debe ser tenido en cuenta por los actores de la cadena láctea argentina, dada la influencia de los precios de exportación en la formación de los precios internos⁴.

La lechería de los próximos años

La construcción de un escenario para la cadena láctea argentina en los próximos años requiere partir de un punto que es la fuerte competencia que existe (al menos en la región pampeana) por el uso de los recursos (tierra, trabajo y capital) entre la producción de leche y otras actividades agrícolas.

Por esta razón, es improbable que nuestro país pueda crecer a las altas tasas que han mostrado otros países donde se ha producido un corrimiento de la frontera láctea (como en Brasil, hacia el sur, o en Nueva Zelanda, hacia la isla sur) o bien se encuentran en una etapa más temprana de la intensificación (como Uruguay).

También es importante reconocer que si queremos una lechería en crecimiento, el mismo debe orientarse mayoritariamente a la exportación, y ello exige que el sector se desarrolle en función de pautas de competitividad (costos y calidad) internacional.

En función de estos criterios de partida, existen una serie de políticas que son factibles de ser implementadas en función de los recursos disponibles y del ordenamiento institucional existente, entre las que pueden mencionarse:

- Programas de financiamiento para el desarrollo de infraestructura (bienestar animal, etc.) a nivel de tambo. Estos programas deben ser de naturaleza plurianual, para que el productor pueda programar adecuadamente sus inversiones.
- Desarrollo de infraestructura regional (camino y electricidad) en las principales cuencas lecheras.
- Desarrollo de un sistema de seguros climáticos para producción lechera.
- Reducción de costos industriales (escala, costos y productividad laboral, y apoyo reconversión empresarial).
- Aumento de la eficiencia de la logística y la distribución.
- Mejorar la transparencia sectorial (liquidación única y pago por calidad, control de la evasión).
- Políticas “inteligentes” para compatibilizar el abastecimiento del mercado interno sin comprometer el desarrollo exportador.

En la medida que se pueda implementar un paquete de políticas con amplio consenso sectorial, es factible plantear un escenario “posible” para la lechería argentina 2020, que incluye:

- El sostenimiento de una población de tambos razonable, aunque a la baja.
- Una industria láctea consolidada, con buenos niveles globales de empleo.
- El sector creciendo a una tasa del 3-5 % anual (entre 14 y 15 mil millones de litros en 2020, duplicando las exportaciones actuales).

⁴ Sin embargo, dada la importancia del mercado interno y de las exportaciones a países de la región (Brasil, Venezuela) para la cadena láctea nacional, nuestros precios de exportación suelen ser más estables que los precios internacionales, tanto a la suba como a la baja.

Tendencias de los sistemas de producción bovina de carne en la Argentina

*Aníbal Pordomingo y Francisco Santini
Programa Nacional de Producción Animal, INTA*

La ganadería bovina de carne ha recuperado parcialmente su stock, desde 47,8 millones de cabezas en el 2011 a 51 millones en el 2013. La recuperación, parcial si se la compara con las existencias del 2008 (57 millones), ocurrió a partir de los cambios de la mejora climática y de precios que tuvieron lugar hace 3 años, pero está encontrando el estancamiento.

En términos relativos, el negocio ganadero ha perdido la rentabilidad y consecuentemente impulso. Los precios no han acompañado el proceso inflacionario, y por sobre todo, la ausencia de instrumentos que confieran estabilidad y previsión impide el diseño de planteos productivos de mediano y largo plazo.

El número de vientres (vacas y vaquillonas) se ha estabilizado en 21,5 millones y el índice de dinámica de stock (retención o liquidación), la proporción de hembras en faena, decreció hasta el 2012, revertiéndose su tendencia en el último año. Esto indica una reversión o al menos freno a la recuperación del stock y constituye un alerta respecto de la capacidad del sector de soportar alzas de costos.

Durante el inicio del 2013 se ha detectado un evidente retorno a la venta para faena de animales jóvenes. La faena de vaquillonas y terneros ha incrementado el 60 y el 100%, respectivamente, comparando enero 2014 con enero 2013.

Paralelamente se redujo la oferta de novillo en un 25% para el mismo mes. Estos índices serán indicadores de eventos de liquidación o al menos desinterés por el negocio.

Sobre las existencias actuales de vientres y animales en recría y engorde, es muy previsible que en los próximos 5 años no se modifique la oferta de carne. Incluso es predecible un decrecimiento luego del 2015, si se acentúa la liquidación de vientres y reduce el peso a la faena durante el 2014.

Al límite de cubrir la demanda interna de los 60 a 65 kg/persona y por año en el 2014, se prevé que de consolidarse las tendencias, la ganadería bovina tendrá inconvenientes para sostener una oferta de carne de 60 kg/habitante y un stock animal estable más allá del 2016. La promoción de retención de vientres y de animales para producción de mayor peso a faena con destinos exportables y de mercado interno de mayor peso también generaría una carencia de oferta al mercado interno pero permitiría revertir la magnitud de la oferta global en el mismo quinquenio.

La dinámica que se observa en los movimientos de las existencias en la ganadería bovina es mayor a la de décadas pasadas. Ello se debe en gran medida a que la ganadería ha cambiando los modelos productivos e incorporado la volatilidad de costos de los insumos y servicios de la agricultura de granos.

Los suelos que produjeran grandes volúmenes de carne a bajo costo, en sistemas basados en pasturas hoy son parte del proceso agrícola. La relocalización de la ganadería de carne entre regiones del país como dentro de los predios, ha sido acompañada con un evidente proceso de intensificación basado en la incorporación de insumos (granos, maquinarias, combustibles). Este proceso le ha dado competitividad en varias regiones, pero la ha hecho a la ganadería más vulnerable ya que el costo de



producción ha aumentado. La producción a corral triplica los costos de la producción a pasto si no se tiene en cuenta el costo de oportunidad de la tierra.

Los modelos ganaderos están en crisis, y en permanente cambio. Se observa que la duración media de los procesos de recría y engorde se ubica en los 12 meses. La velocidad del engorde ha sido la única variable de eficiencia que a cambiado sustancialmente en la producción bovina en las últimas décadas. Ello ha hecho desaparecer de los sistemas de producción las categorías tradicionales de recría de animales de 1 a 2 años de vida. Esa categoría, factor de ineficiencia, pero por otro lado reserva de stock, no está hoy disponible para descansar en ella como la “reserva” para la producción rápida de novillo gordo si se dan escenarios de demanda interna o externa que imponen la aceleración de su extracción.

Modelo real exitoso de empresa asociativa familiar, del campo a las góndolas con productos lácteos con alto valor agregado

*Visita de técnicos de INTA -PNAlyAV- al establecimiento Lácteos "La Ángela"
Ing. Agr. Mario Bragachini, Ing. Agr. Fernando Ustarroz, Ing. Agr. Diego Mathier
INTA EEA Manfredi*

Lácteos La Ángela, de Villa María, es una sociedad de hecho de la familia Seia. El establecimiento cuenta con 125 hectáreas propias y 280 alquiladas, tambo y fábrica de quesos.



Imagen extraída de: www.lavoz.com.ar

Tambo

La producción de leche de la anterior campaña (2012-2013) fue de 4500 lts/día, en esta misma época del año (verano). En la actualidad la producción de leche se ubica alrededor de los 3200 lts/día (con 140 vacas en ordeño). Esta baja en la producción se debe principalmente a efectos de la intensa ola de calor (Diciembre-Enero 2014), al no contar con sombra para los animales. Para solucionar este problema, los productores están planteando techar la sala de espera más la colocación de ventiladores y aspersores para refrescar los animales 3 veces al día, también la colocación de media sombra en el parto, ya que no es posible mover los animales allí ubicados varias veces al día para bañarlos.

En el corto plazo, la familia Seia prevé continuar creciendo de a poco, siendo la principal limitante la superficie dedicada a la producción de forrajes, lo cual está siendo solucionado mediante nuevos contratos de alquiler. El objetivo productivo planteado es alcanzar 5500 lts de producción de leche diarios. Para tal fin ingresarán a producción en los próximos meses 100 vaquillonas que se encuentran en recría actualmente.

El ordeño lo realizan dos veces al día, el primero a las 2 de la mañana y el segundo a las 2 de la tarde en un tambo con estructura de ordeño tipo espina de pescado.

La alimentación del rodeo se realiza de la siguiente manera:

El rodeo de punta se alimenta mediante pastoreo de alfalfa durante la mañana y por la tarde se encierra y se alimenta con silo de sorgo, silo de moha, expeller de soja (1,5 kg/vaca/día), 1,2 kg de concentrado para tambo (14% de proteína), y algo de suero (subproducto de la industria de quesos).

El rodeo de cola se alimenta con silo de moha y sorgo y 0,5 kg de expeller de soja.

Debido a la próxima puesta en marcha de la planta de bioetanol en base a maíz de "ACABIO" en Villa María, el ingeniero agrónomo y médico veterinario (encargados de la producción del tambo) se encuentran analizando la posibilidad de uso de DGS en las dietas (subproducto de la producción de

etanol), esta posibilidad se presenta como favorable por el bajo costo de flete del DGS, dado que el tambo se encuentra a menos de 10 Km de la planta.

En lo que respecta a niveles productivos, el rodeo de punta en general presenta una producción de 25-26 lts/vaca/día; en la actualidad se encuentran en unos 22.9 lts/vaca/día por los efectos de la ola de calor mencionada anteriormente.

Todas las tareas de campo los Seia las realizan con maquinarias propias excepto la cosecha de grano y los silajes que los realiza un contratista.

Los terneros machos los venden con 300-400 kg que se logran en encierres a corral.

Integración vertical tambo-industria láctea

La familia Seia incorporó la industria láctea propia en el año 1991, luego de que Gustavo Seia (encargado hoy de la planta quesera) egresara de la carrera de técnico en producción láctea en el ESIL (Escuela Superior Integral de Lechería de Villa María). En sus comienzos industrializaban a queso, solo 150 litros de leche. Hoy poseen una pyme con estructura más grande y consolidada con veterinario, ingeniero, contador y mayor formación del propio Gustavo (cursos de AACREA formación de líderes) que, como se mencionara anteriormente, es él quien lleva adelante esta área de la empresa. Con esta nueva estructura se incrementó la producción y hoy procesan unos 10 mil litros por día, los que se industrializan en 24.800 kg de quesos mensuales.

Gustavo Seia, además de realizar sus tareas en la fábrica, es actualmente vicepresidente (ex presidente) de Pylacor (Pymes Lácteas Cordobesas) y participa del Clúster Quesero de Villa María.

Productos industriales

Lácteos "La Ángela" produce quesos de pasta blanda, semidura y dura (queso en barra, cremoso, sbrinzs, gouda, cuartirolo, ricota, quesos saborizados, port salut, etc).

La planta de quesos procesa 10.000 lts diarios de leche totalizando un procesamiento semanal de 60.000 lts (trabajan de lunes a sábados). Industrializan leche del propio tambo y además compran a 3 establecimientos vecinos. A cada partida de leche que ingresa se le realiza análisis de proteína, grasa y agua todos los días, con equipamiento de laboratorio propio, y dos veces a la semana se analizan células somáticas y gérmenes en el ESIL (Escuela Superior Integral de Lechería de Villa María).

De los 60.000 lts de leche procesados por semana se obtienen entre 6.000 y 6.200 Kg de queso (10% de rendimiento promedio de todos los tipos de quesos) el queso duro rinde el 8%, el semiduro el 12% y el blando el 13%.

La planta cuenta actualmente con 6 empleados más el encargado (Gustavo Seia). En un futuro incorporarán maquinaria (pasteurizador y tina automáticos) mediante un crédito del banco Patagonia con una tasa del 15%. El objetivo de la inversión es eficientizar el proceso y aumentar la productividad de los operarios que hoy trabajan en la planta. Con esta incorporación se reducirá un día el trabajo semanal.

Estrategia comercial

La empresa comercializa un 45-50% de su producción mediante un reparto propio (martes y viernes) con el cual llegan a 375 almacenes de Villa María y Villa Nueva. El resto de la producción se comercializa a 4 autoservicios de Buenos Aires (desde hace 15 años), a un cliente en San Juan capital, un cliente en Mendoza capital, otro en San Rafael (Mendoza) y a un revendedor que opera en Córdoba capital.

La suma de queso cremoso y en barra representan el 60% de su volumen de producción (en otras pymes representan el 80 %) para evitar la alta competencia en este tipo de quesos.

Uno de los principales objetivos proyectados por el clúster quesero de Villa María, del cual forman parte, es procesar en las pymes queseras un porcentaje del volumen de la leche producida en la región produciendo un queso duro (6 meses de estacionamiento) con características de diferenciación de origen, el cual será comercializado por el clúster tanto en el mercado interno como externo. Este proyecto permitirá obtener un mejor precio por este producto, aprovechar las ventajas de comercializar un mayor volumen en conjunto y también contrarrestar los excedentes de leche que

se producen, previniendo una sobreoferta de quesos cremosos y en barraen la región principalmente en períodos de caída estacional de la demanda.

Lácteos “La Ángela” tiene las siguientes habilitaciones nacionales:

- SENASA (tránsito federal)
- RUCA (Registro Único de la Cadena Agroalimentaria)
- RNPA (Registro Nacional de Productos Alimenticios)
- RNE (Registro Nacional de Establecimientos).

Abastecimiento de energía

Actualmente se emplea leña como combustible para el funcionamiento de la caldera generadora de vapor para el proceso de producción (pasteurización, cocción de la masa y envasado).

El 15 de enero de 2014 comenzarán las obras para el abastecimiento con gas natural a la fábrica de quesos, 3 casas del establecimiento, tambo y criadero de cerdos, esta inversión permitirá el reemplazo de leña como combustible. Esto generará una reducción de costos energéticos de 10 a 2 y otras ventajas como un ambiente más limpio y cómodo de trabajo al reducir problemas de manejo de la caldera actual (empleado dedicado a full, la leña es traída desde Tucumán siendo difícil conseguir las guías para transporte, problemas de almacenamiento, etc). En la actualidad tienen aprobado un crédito Fonapyme a una tasa fija en pesos anual del 9% final (conseguido hace 2 años) para la ejecución de esta obra.

Cuentan con un generador eléctrico (tracto usina) para las casas, tambo y fábrica, siendo utilizado en caso de cortes eventuales de electricidad.

Criadero de cerdos

El criadero de cerdos cuenta actualmente con 30 madres en producción.

La maternidad (pariciones) y el destete se realizan en un sistema intensivo estabulado pero sin control del ambiente. La etapa de engorde se realiza en un sistema intensivo semiconfinado (corrales con piso de cemento sin techo), con una alimentación que consta de concentrado hasta los 50 kg de peso y luego hasta terminación se los alimenta con maíz molido y suero. Con el aprovechamiento del subproducto suero se reduce el costo del alimento. El mismo se otorga dos veces al día en una pileta y en forma separada. La gestación se realiza en corrales a campo, con una alimentación de ingredientes similares a los de la etapa de engorde. Presentan 2,5 pariciones al año con 10-11 lechones destetados/madre/parto, es decir 25 lechones/madre/año. Venden los animales con 110 Kg de peso al frigorífico “La Pequeña” de Villa María que les compra toda la producción.

Se encuentra en estudio implementar un sistema de tratamiento/aprovechamiento de los efluentes del tambo y de la producción porcina.

EN RESUMEN

Un modelo de producción láctea, donde en lo primario sin presentar niveles tecnológicos y productivos muy elevados, superan ampliamente los promedios regionales, teniendo previsto la incorporación de más vacas en ordeño, para elevar la producción en un 20-25% en el próximo año, también se considera mejorar la alimentación con la incorporación de DGS, mejorar en el confort animal, medias sombra y chorros de agua para superar el stress calórico y otras mejoras en el pre ordeño.

Hasta allí la empresa pyme parece normal en lo productivo superando la media, pero donde se destaca es en la integración vertical con la industria láctea industrializando toda su producción y la de los vecinos, ahorrando flete de leche, generando un aprovechamiento del suero en la alimentación de vacas lecheras y cerdos.

Otra particularidad de la empresa es la diversidad productiva de productos, muchos de ellos de alto valor agregado de la capacidad técnica de uno de los propietarios de la empresa, y donde más se destaca la empresa es en la comercialización de los productos de la industria láctea 45-50%

mediante reparto propio y el resto semidirecto contratando solo el transporte a 4 provincias, por ahora la exportación se piensa realizar a través del clúster lechero.

Respecto a lo ambiental se piensa mejorar y aprovechar en un futuro cercano los efluentes de la producción láctea, tambo y cerdos.

Una empresa que en muy pocas hectáreas (125 propias y 280 alquiladas), generan trabajo directo para más de 10 familias y otro tanto mediante la contratación de servicios tercerizados, profesionales, contratistas de cosecha y picado, transportistas de los productos industriales, etc

Un modelo productivo de integración con alto valor agregado en origen, que demuestra que se puede y donde la formación y los conocimientos empresariales e industriales dieron como resultado una empresa pyme con buen presente y mejor futuro.

Familia Seia- Lácteos “La Ángela” un buen ejemplo de integración productiva del campo a las góndolas, productos lácteos de alto valor agregado (puesto de trabajo/ha), (puestos de trabajo local por litro de leche).

Este tipo de modelos de emprendimiento integrados de baja y mediana escala para ser rentable requieren del aprovechamiento estratégico de todas las ventajas y oportunidades que se presenten y para ello nada más apropiado que el manejo de la buena información, formación y capacitación de los integrantes de la empresa familiar asociativa.

Las pymes agropecuarias y con más razón las agroindustriales requieren una diferenciación que los descomoditice, porque la escala precisamente no los favorece.

Está claro que la familia Seia invirtió en un momento en la formación y capacitación y hoy puede mostrar buenos resultados y también es evidente que se puede agregar valor en origen y que en este caso ese valor se origina en las escuelas como el ESIL (Escuela Superior Integral de Lechería de Villa María).

La inversión en educación y formación profesional al servicio de la agroindustria es la base del desarrollo sustentable local y regional de una amplia zona productiva de Argentina.

Las políticas de estado local (municipal), provincial y nacional deben tener en cuenta estos casos virtuosos y poder estudiarlos para mejorarlos y potenciarlos mediante la ayuda de cámaras, clústers que mejoren el perfil tecnológico, la escala, el acceso a la buena información, el fomento a las innovaciones, la formación de recursos humanos apropiados, la captura de recursos promocionales del estado, la ayuda al acceso a nuevos mercados de los productos regionales con denominación de origen.

Asistencia y relevamiento en la visita:

Ing. Agr. Fernando Ustarroz, Ing. Agr. Marcos Bragachini, Ing. Agr. Gaston Urrets Zabalía, Lic. Emilio Forquera, Ing. Agr. Lisandro Errasquin, Ing. Agr. Ricardo Matias Alladio, Ing. Agr. Diego Mathier.

INTA EEA Manfredi

Consideraciones a tener en cuenta en la sembradora para lograr una buena implantación de pasturas

*Ing. Agr. M.Sc. Hernán Ferrari
Proyecto INTA PRECOP – Grupo Mecanización Agrícola (GMA).
EEA INTA Concepción del Uruguay*

La siembra e implantación de pasturas perennes consociadas para la producción ganadera, es una de las labores de mayor dificultad y sensibilidad de los sistemas mecanizados argentinos, sobre todo si se la compara con las actividades requeridas para la siembra de granos de producción agrícola.

Dichas dificultades vienen asociadas a razones lógicas del sistema, semillas en su mayoría pequeñas con escasa energía germinativa, con alta exigencia de la calidad de la cama de siembra y con un crecimiento inicial lento que la vuelve mal competidora con las malezas. Sumado a esto, se debe entender que en Argentina la siembra se realiza con sembradoras de granos finos no específicas para el óptimo desempeño en la implantación de pasturas. Todo esto conlleva a utilizar densidades de siembra muy por encima de las necesarias tratando de camuflar los problemas anteriormente mencionados pero derivando en un alto costo de implantación debido a manejar semillas de alto valor de adquisición.

En los sistemas de alta producción sobre pasturas, producir forraje es una de las técnicas de más alto impacto y mayor rentabilidad. Lograr una buena implantación de la pastura conducirá al 70% del éxito de la producción de forraje. Al ser un cultivo perenne, los errores que se cometen durante la implantación permanecerán e incidirán en la producción de forraje durante los años en que se mantenga la pastura.

Por ese motivo y a pesar de las dificultades enmarcadas, son varias las acciones que se pueden realizar para mejorar la implantación y lograr una diversificación aceptable entre las especies que irán a conformar la pradera polifítica. Algunas de ellas se destacan seguidamente:

Plan de siembra

En los sistemas de producción agrícola ganadero, es importante considerar el plan de rotaciones. De éste surgirán los lotes que pasaran de cultivos a pasturas y, por lo tanto, se elegirán los antecesores buscando que el potrero quede libre con anticipación y así lograr que tanto el barbecho como la fecha de siembra sean adecuados. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que la siembra debe ser una acción planificada como parte de una rotación pensada con anterioridad, siendo este uno de los elementos de mayor incidencia en el éxito.

En la actualidad, los ensayos realizados por distintos organismos demuestran los beneficios de efectuar la siembra con sembradoras de siembra directa siendo la tendencia de mayor impacto. En estas condiciones el estado del suelo y el grado y tipo de cobertura serán los factores más decisivos.

Se buscarán principalmente las siguientes condiciones:

- 1) La zona de producción.
- 2) Antecesor adecuado por rastrojo y por momento de desocupación.
- 3) Ausencia de malezas.
- 4) La fecha en que quedará liberado el lote para poder realizar la siembra de la pastura. Esto a su vez, determinará la posibilidad de realizar barbecho no menor a 60 días.
- 5) Condición del suelo, firme pero no compactado con reserva de agua.

Respecto a la siembra de pasturas mezcla, en base alfalfa, los requerimientos de calidad de suelo están dados por la alfalfa, y en general, se trata de suelos que están en rotación con cultivos agrícolas. En las siembras de pasturas en base a tréboles, hay que armar el plan de rotación de cultivos, pensando en los antecesores más adecuados para cada región.

Siembra

La configuración y elección de la sembradora es otro de los elementos claves para la implantación.

La mayoría de las sembradoras del mercado tiene distancias entre abresurcos no menor a los 17,5 cm lo que resulta excesivo para la siembra de praderas dando muchas posibilidades para la presencia de malezas y un aumento de competencia entre plantas. A su vez, se debe tener presente que las gramíneas requieren profundidades de entre los 2 a 2,5 cm y deben ser tapadas. En cambio, las leguminosas no deberían ubicarse a profundidades superiores a 1,5 cm, es más, muchas de ellas como el trébol blanco y el lotus germinaran sin problemas aunque no sean tapadas.

Dentro de las formas o configuraciones de siembra se encuentran:

- A) Gramíneas y leguminosas mezcladas, con la misma bajada hacia el abresurco.
- B) Gramíneas en el surco y las leguminosas al voleo, realizándose el tapado de la leguminosa mediante el uso de alguna rastra liviana.
- C) Leguminosas y gramíneas en surcos diferentes.
- D) Doble siembra, gramíneas y leguminosas en dos pasadas de sembradora.

Configuración de la sembradora

Dosificadores

Los dosificadores para gramíneas son los equipados en las sembradoras de grano fino pudiendo ser de roldana, de rodillo acanalado recto o de rodillo acanalado helicoidal. Los de roldana son los más suaves en cuanto al trato de las semillas pero presentan como inconveniente una tendencia mayor, según la especie, a presentar dificultades en el llenado de la roldana por buscar a encasillarse. Para lograr una dosificación precisa, sin encasillamiento, se debe procurar que las estrías internas de la roldana se encuentren en perfecto estado (no redondeadas), lo cual permitirá un acarreo continuo y fluido del material. A su vez, si el dosificador se compone de lengüeta de dosificación en su descarga, controlar que ésta se encuentre completamente abierta ya que de lo contrario generará obstrucción en el paso con el consecuente atoramiento.

Los rodillos acanalados rectos son algo agresivos para la siembra de gramíneas pudiendo generar hasta un 7% de semillas dañadas. Por lo que su comportamiento se ve favorecido en la dosificación de semillas pequeñas. Son los usados por la mayoría de las máquinas en la siembra de leguminosas en el llamado cajón alfalfero.

Los rodillos acanalados helicoidales son los que tiene mejor comportamiento para esta situación presentado fácil regulación de densidad sin problemas de atoramiento y con menor agresividad en el trato con la semilla.

Ruedas de Mandos

Se debe procurar que las ruedas de mando posean tacos y control de carga. Estos dos puntos son fundamentales para evitar el patinamiento, el cual siempre debería ser menor al 5 % para disminuir las variaciones en la densidad de siembra en las diferentes condiciones del suelo dentro del mismo lote. En el caso de presentar ruedas con tacos angulados, procurar que la posición de los mismos sea en sentido contrario a la posición de los tacos de las ruedas del tractor. Debido a que ésta presenta un patinamiento negativo, al colocarla de manera invertida obtendremos una mayor adherencia al suelo, con menor patinamiento y, por ende, con menores variaciones en la dosificación de semillas.

Tubos de bajada

Los más reconocidos son los tubos telescópicos y las mangueras corrugadas. Estas últimas son las más utilizadas, presentan un costo menor que los telescópicos pero hay que tener mucho cuidado a la hora de su elección. Las mismas deben ser corrugadas por fuera, para dar

flexibilidad, pero por dentro esos pliegues no deben percibirse. De lo contrario, ante pequeños ángulos de flexión de la manguera corrugada, las semillas se trancaran en dichos pliegues provocando el atoramiento del circuito de descarga o, en el mejor de los casos, provocando una distribución de siembra desuniforme (a borbotones). Las mangueras corrugadas ideales son aquellas que por dentro presentan los pliegues protegidos llamadas de “pollera” o de pliegues chatos. Su vida útil estará condicionada por el estado de las polleras internas procurando que siempre estén en contacto la pollera superior con la inferior.

Para mejorar la descarga de las semillas de pasturas en mangueras corrugadas, existe una técnica muy práctica y con resultados muy eficientes. Se debe colocar por dentro de las bajadas una manguerita de sonda (o goma de gomera) la cual será tensada y atada del extremo inferior del dosificador y del extremo superior del caño de bajada. El uso de este aditamento, por dentro de las mangueras corrugadas, impedirá que se formen ángulos agudos y mejorará notablemente el descenso de las semillas.

El tubo telescópico es más costoso pero, contrariamente al anterior, no presenta ningún pliegue, por lo tanto la semilla no se tranca en su recorrido. Se debe procurar que sea de buena calidad, por ejemplo teflonados, para evitar que se dañen ante una flexión brusca del tren de siembra.

Tren de siembra

Es preferible utilizar cuchillas rastrojeras que produzcan una buena microlabranza de manera que faciliten el trabajo de los abresurcos y ruedas tapadoras. Su elección dependerá de las condiciones y tipos de suelo en donde se requiera trabajar. Como regla general, se podría recomendar, para el 70% de los casos, las cuchillas de ondulaciones tangenciales tipo turbo o siembra directa. Si la sembradora a adquirir pretende ser usada en distintas partes del país, situación usual en contratistas, se deberá pensar en optar por cuchillas rizadas (rippled o bubble). Dichas cuchillas permiten trabajar en suelos más pesados y con un mayor contenido de humedad subsuperficial, condiciones en las que las cuchillas de ondulaciones tangenciales se empastarían.

Es importante lograr una buena microlabranza superficial del suelo con las cuchillas rastrojeras. Esta microlabranza permitirá cortar la capilaridad ascendente de la humedad del suelo dándole a las semillas mejor captación de humedad (mayor agua útil) y una emergencia más acelerada y uniforme.

Por lo tanto las cuchillas a seleccionar deberán ser de pocas ondulaciones, así se obtendrá un mejor corte del rastrojo, un mejor trabajo de los abresurcos (menor desgaste y mejor uniformidad de siembra) y una mayor microlabranza.

Por otro lado, controlar que la cuchilla rastrojera nunca trabaje a más de 1 cm por debajo de la profundidad de siembra. Caso contrario se estará cortando la capilaridad muy por debajo de las semillas e impedirá su contacto inmediato con la humedad del suelo. Además, se generará grandes variaciones en la profundidad de siembra con la consecuente caída en el número de plantas logradas y desuniformidad en la emergencia. Tener en cuenta que la cuchilla no debería nunca ser usada para descompactar el suelo. Si ese problema existe deberá ser solucionado mediante el uso de técnicas apropiadas.

El abresurco de bidiscos encontrados o descentrados es preferible antes que el monodisco ya que proporciona un mejor control de profundidad situación clave para estas especies. El monodisco, si bien es más versátil, dependiendo del estado y tipo de suelo provoca desgarros en una de las paredes del surco lo que impide lograr una uniforme profundidad de siembra. Con el mismo fin las ruedas limitadoras de profundidad doble son más eficientes que las simples.

El control de carga es otro de los elementos a tener en cuenta, generalmente se utilizan las sembradoras con los resortes al máximo para favorecer la penetración. Se deben graduar a la presión necesaria para que penetren y no más, en este sentido, las sembradoras equipadas con control de carga de precisión presentan ventajas sustanciales.

De los dos tipos de sistemas de contactado de semilla, más conocidos, que existen en el mercado las ruedas y las “colitas de castor” o “lengüetas”. En la siembra de pastura primaveral, es recomendable que el elemento contactador sea una rueda ya que la condición de trabajo, durante este período presenta, en la mayoría de los casos, un suelo superficial con baja humedad, condición en donde la rueda tiene el mejor comportamiento. En cambio, en la siembra otoñal, el órgano que mejor se adapta es la colita de castor debido a que, contrariamente a la anterior, presenta mejor comportamiento ante situaciones de suelo con mayor humedad. Además, se deberá contar con un sistema de regulación de carga sencilla para aumentar o disminuir los niveles de presión de contactado.

La elección de las ruedas tapadoras dependerá del tipo y estado de suelo. Como ideal las mono ruedas de banda ancha son las que realizan el mejor trabajo siempre y cuando haya suelo suelto, caso contrario se deberá elegir las doble ruedas en “V”.

Se debe procurar que el material que compone a las ruedas tapadoras, en su periferia, sea de baja adherencia (acero inoxidable, teflón, entre otros) para evitar atoraduras cuando se trabaje con elevada humedad en el suelo. Además, es importante que las mismas cuenten con las características de: regulación del ángulo de trabajo y de nivel de carga. La primera característica, es de gran importancia para modificar el nivel de lomo, tratando que éste sea de poca altura debido a la baja energía germinativa de las semillas. En el período de siembra primaveral, como la parte superficial del suelo se encuentra más seca que la subsuperficial, es recomendable que las ruedas tapadoras cuenten con discos escotados para ayudar y mejorar la remoción del suelo. Estos deben estar adosados en la parte externa de las tapadoras. De esta forma, se ayudará a cortar la capilaridad del suelo evitando que la humedad se evapore e impedirá que la semilla se mueva o se descalce del fondo del surco, situación fundamental para lograr una emergencia uniforme.

Consideraciones Finales

Las pasturas no solo son el medio de producción de forraje más eficiente de la actividad ganadera, sino también, son nuestro seguro para lograr obtener la tan buscada sustentabilidad del sistema agropecuario mejorando notablemente las condiciones del suelo.

Manejo de malezas en pasturas base alfalfa

Ing. Agr. (M.Sc.) Héctor P. Rainero
INTA EEA Manfredi

Actualmente una pastura base alfalfa se puede realizar tanto en siembra convencional (SC), como en directa (SD). El avance de la SD en alfalfa está relacionado con la posibilidad de obtener lotes libres de malezas mediante el empleo de herbicidas totales y el perfeccionamiento de las máquinas sembradoras, las cuales logran implantaciones adecuadas a pesar de la pequeña semilla de este cultivo. Sin embargo, para lograr una buena siembra se deben evitar lotes con excesiva cantidad de residuos en superficie, y/o enmalezados con especies perennes agresivas como sorgo de Alepo, cebollín, gramón y sunchillo, entre otras.

Debido a que se pueden citar más de 120 especies que invaden a este cultivo, es importante lograr un adecuado control de malezas en pasturas base alfalfa. Sin embargo, no más de 30 a 40 son las que causan verdaderos problemas. Como regla general, se pierde un kg de materia seca de alfalfa por cada kg de materia seca de maleza producido. Teniendo en cuenta este dato, se puede calcular con cierta facilidad el volumen de forraje de excelente calidad que se pierde, cuando una pastura de alfalfa posee una fuerte invasión de malezas.

En los últimos años no se avanzó demasiado en esta temática. A pesar que en Argentina la alfalfa es muy importante, a nivel mundial no se puede considerar de la misma manera y comparándolo con otros cultivos como soja, trigo, maíz, arroz, etc., la totalidad de pasturas base alfalfa que se realiza en el mundo, es limitado. Por esta razón, no representa un mercado importante para el desarrollo de agroquímicos y es probable, que varios herbicidas usados actualmente en alfalfa, hayan sido posicionados primero en otros cultivos. En los últimos años se desarrollaron productos en soja que no son selectivos en alfalfa, disminuyendo la posibilidad de encontrar nuevas alternativas químicas para el control de malezas en esta pastura.

Por otro lado, el productor generalmente no considera a las malezas en alfalfa con el mismo criterio que lo hace en otros cultivos. Es probable incluso, que a ciertas especies las considere alimenticias, salvo que sean demasiados agresivas tanto para el cultivo como para los propios animales. Esta consideración, podría ser una de las causas por la cual muchos lotes sembrados con alfalfa se dejan enmalezar, en contraposición con lo observado en otros cultivos por ejemplo soja y maíz.

Además, es difícil determinar la importancia que tiene el cultivo de alfalfa si se lo estima solamente desde el punto de vista del pastoreo directo. Pero, si se lo contempla desde otro parámetro de producción, como la confección de rollos, fardos y megafardos, se puede precisar mejor el margen bruto de ganancia de esta forrajera.

Por ejemplo, en la región centro de la provincia de Córdoba, la alfalfa puede producir entre 5.000 y 15.000 kg de materia seca (MS) por hectárea/año, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas. Pero tomando un valor promedio de 10.000 kg (muy probable de alcanzar), se podrían realizar 20 rollos de 500 kg ó 455 fardos de 22 kg. Suponiendo que se venda a \$ 350 el rollo y a \$ 25 el fardo, totalizarían la suma de \$ 7.000 o de \$ 11.375 por ha/año, respectivamente. Si al primer número se lo multiplica por 0,65 (o sea restando un 35% que sería aproximadamente lo que cobraría un contratista para realizar rollos), y además se resta \$ 800 por amortización de la implantación del cultivo en tres años (tiempo de vida útil del alfar), el productor obtendría un margen bruto de ganancia de \$ 3.750 por venta de rollos. Por otra parte Si al valor de \$ 11.350, se le resta un 50% (costo aproximado del trabajo contratado) y \$ 800, por costo de implantación, el margen bruto de ganancia para el productor sería de \$ 4.888 por ha/año, por la confección de fardos, y un poco superior, en la confección de megafardos, respectivamente.

Como dato comparativo se puede hacer un cálculo rápido del ingreso neto de los cultivos de soja y de maíz en la misma zona. Tomando un rinde promedio de 2.700 kg/ha de soja y se le

resta 1.200 kg que es más o menos su costo de su producción, le quedaría al productor 1.500 kg o 1,5 toneladas/ha/año, que a un valor actualizado de \$ 2.500, alcanzaría la suma de \$ 3.750/ha/año. Algo similar se obtendría con un cultivo de maíz. Suponiendo que se logra una producción de 7.500 kg/ha de este cereal y se le restan 3.500 kg por costo de producción, le quedan al productor 4 toneladas/ha de maíz, que a un valor de \$ 1.000 la tonelada, obtendría la suma de \$ 4.000/ha/año. Teniendo en cuenta estos valores, se observa que realizando soja o maíz, al productor prácticamente le queda el mismo margen de ganancia al obtenido con alfalfa mediante la realización de rollos y bastante menor al obtenido con fardos y megafardos. Lo comentado anteriormente, nos hace pensar que es una buena justificación mantener una pastura de alfalfa libre de malezas, mediante la utilización de herbicidas. De lo contrario, no se lograría el mismo margen de ganancia por la depreciación y menor cantidad de rollos y fardos que se obtendrán. Obviamente, lo mismo ocurriría con el margen de ganancia de los cultivos de soja y maíz, si por algún motivo se dejaran enmalezar.

Existen dos momentos para controlar malezas en alfalfa. Uno, durante la emergencia e implantación, y el otro, en el cultivo establecido. El cuidado de las malezas, en el primer momento, es fundamental para lograr una adecuada implantación, de la cual dependerá la producción y longevidad de la pastura. Si nace rala o desparea, las malezas tendrán mayor posibilidad de competir con ella y afectarla. Por consiguiente, el manejo de las malezas será más simple partiendo de una pastura bien establecida. En este caso, el propio cultivo realizará posteriormente, una importante competencia debido a su rápido y voluminoso crecimiento.

Además, el control de malezas será menos complicado en una pastura pura de alfalfa, respecto a una asociada con otros cultivos, en especial, si las especies acompañantes son gramíneas.

Tanto, si se pretende realizar alfalfa en siembra directa, como en convencional, lo aconsejable es mantener el terreno libre de malezas desde que se levantó el cultivo antecesor, o por lo menos, durante un tiempo prudencial de 20 a 40 días antes de la siembra.

Para ello es fundamental el laboreo del suelo y/o el empleo de herbicidas que controlen las malezas nacidas. En directa, el Glifosato es muy recomendable debido a su amplio espectro de control de malezas, tanto de especies anuales como perennes. Paraquat, también actúa muy bien sobre malezas pequeñas de ciclo anual. Y en esta ventana de intervención, se puede mencionar también, al Glufosinato de Amonio, producto de acción total y no residual, similar a los anteriores. Este último herbicida puede eliminar malezas más grandes que Paraquat y controla bien, algunas especies tolerantes a Glifosato. Ninguno de los productos mencionados tiene acción residual, razón por la cual, para que la aplicación tenga efectos residuales, a cualquiera de ellos se les debe adicionar Flumetsulam.

Sea cual fuere el producto o mezcla utilizado, lo importante es que no haya malezas o que exista la menor cantidad posible, al momento de la siembra de alfalfa. Los cuatro productos mencionados se pueden aplicar hasta inmediatamente antes de la siembra y posterior a ella, pero antes que nazca el cultivo. Solamente, el Flumetsulam, se puede usar aún después de nacida la alfalfa, con la condición que las plántulas tengan al menos dos a tres hojas trifolioladas al momento de la aplicación.

Respecto al control de malezas en preemergencia de la alfalfa, hasta el presente no existen demasiadas alternativas. Si bien, la Trifluralina con incorporación todavía sigue vigente en los sistemas convencionales, no resulta utilizable en siembra directa. La Trifluralina fotoes table (que no necesita incorporación), suele no tener la misma eficacia sobre las malezas que las formulaciones incorporables. Por consiguiente, en siembra directa y en preemergencia de la alfalfa solamente se puede utilizar Flumetsulam. Este producto elimina varias malezas de hoja ancha de la familia Brassicáceas como, bolsa del pastor, nabillo, mostacilla, nabo, altamisa colorada y mastuerzo. También controla capiquí y botón dorado.

Cuando la alfalfa ha nacido, se debe esperar que desarrolle al menos la segunda hoja trifoliada para comenzar con los controles postemergentes de malezas. Estudios realizados en las provincias de La Pampa y Buenos Aires, demostraron que el período crítico de competencia (PCC) de malezas en alfalfa está relacionado a la cantidad y tipo de malezas presentes,

ubicándose entre los 40 y 80 días después de la emergencia (DDE), en zonas relativamente húmedas, y entre 70 y 100 DDE, en regiones con menores precipitaciones. Esto indica que las alfalfas cuando se están implantando, deberían estar libres de malezas entre los 40 a 100 DDE, según la región y condiciones climáticas donde se realiza la pastura.

Ahora bien, a pesar que la alfalfa no sería afectada por las malezas durante las primeras semanas de vida, ya que tanto malezas como cultivo todavía no compiten por recursos como agua, luz y nutrientes, ¿justifica esto que no se usen herbicidas preemergentes?

Es posible, si la alfalfa se siembra temprano (marzo o principios de abril), porque a pesar que también es un momento óptimo para el nacimiento de malezas de emergencia otoñal, éstas se pueden controlar bastante bien en postemergencia temprana con lo cual no afectarían a la pastura. Lo contrario ocurre en alfalfas sembradas tarde (mayo-junio), ya que el crecimiento de las plántulas es más lento y las malezas causan mayor daño antes de que la pastura pueda ser pulverizada. En este caso, es importante la aplicación en preemergencia.

En pasturas implantadas, se pueden recomendar numerosos herbicidas para el control de las malezas. Como ya fue señalado, es posible recurrir al Flumetsulam solo, pero también en mezcla con Diflufenican, o con 2,4-DB. El Diflufenican controla Brassicáceas y ortiga mansa. El Bromoxinil y el Bentazon, también se pueden usar con Flumetsulam o con 2,4-DB. Con estas mezclas se obtiene un importante control de malezas de hoja ancha, principalmente cuando están en estado muy juvenil. En los marbetes de cada producto se explican las dosis correspondientes para cada maleza y el estado oportuno para su control.

Para malezas juveniles y un poco más desarrolladas se puede recurrir al 2,4-DB. Otras mezclas para el mismo fin son: 2,4-DB + Clorimuron y 2,4-DB + Imazetapir. Todas las mezclas mencionadas hasta aquí, se pueden aplicar en alfalfares puros o asociados, salvo que en la pastura intervenga el trébol de olor, que es notablemente afectado por el 2,4-DB. En general, no es adecuado aplicar con fríos intensos, especialmente si se emplea Clorimuron.

Si las malezas predominantes son cardos, el herbicida ideal a usar es el 2,4-DB, pero en dosis doble a las empleadas en mezcla con otros herbicidas. Este producto también controla muy bien bejucos, quinoa y yuyo colorado. Si en lugar del 2,4-DB éster 100%, se emplea la sal amina al 50%, se recomienda incrementar las dosis en un 70 a 80%. Se sugiere en todos los casos emplear un tensioactivo 50%, a razón de 0.05 ó 0,1% (v/v) para incrementar la efectividad del control.

Imazetapir tiene buen control de ortiga mansa y de perejilillo. También afecta sensiblemente al cebollín, único herbicida indicado para esta maleza. Estas tres especies son muy abundantes en la región central de Córdoba. Además, el efecto residual del Imazetapir perdura algunos meses controlando malezas al emerger. Sin embargo, este herbicida no se debe utilizar en alfalfares asociados con gramíneas ya que éstas también pueden ser afectadas.

En alfalfares juveniles, infestados con diversas malezas de hoja ancha, se aconseja la mezcla de Clorimuron + 2,4-DB + Imazetapir, reduciendo las dosis en un 30 a 50% de las recomendadas en los marbetes de cada producto. También se observaron buenos resultados usando la mezcla de 2,4-DB + Flumetsulam + Diflufenican, reduciendo las dosis al mismo porcentaje indicado en la mezcla anterior.

Entre las malezas más comunes en alfalfares establecidos se pueden mencionar las gramíneas anuales a saber: cebadilla, pasto colorado, pata de gallina, grama carraspera, eragrostis, setarias, etc. y entre las gramíneas perennes, pasto puna, gramón y sorgo de Alepo. De hoja ancha, se pueden citar varias Brassicáceas, además de cardos, perejilillo, ortiga mansa, rama negra, verdolaga y algodonosa. El cebollín, como fue mencionado, es una maleza perenne (de hoja intermedia), que no puede dejarse de mencionar en alfalfa.

En general, el costo de control de la mayoría de las malezas suele ser un tanto elevado; algunas de ellas, especialmente las de ciclo perenne, pueden requerir para su control más de una aplicación. No obstante, si la pastura tiene más de 50 plantas de alfalfa por m², todavía se pueden hacer inversiones importantes en herbicidas porque sigue siendo rentable. En el caso de las gramíneas, tanto anuales como perennes, se controlan efectivamente con graminicidas

como Cletodim, Haloxifop, Propaquizafop, Quizalofop y Setoxidim, entre otros. Estos productos se deben usar en alfalfares puros o asociados con otras leguminosas, pero no con gramíneas, ya que también serían eliminadas. Las gramíneas anuales por lo general se deben controlar entre octubre y noviembre. El gramón y el sorgo de Alepo se eliminan mejor en los meses de febrero y marzo.

Pasturas de alfalfa invadidas con malezas grandes, se pueden manejar con pastoreos intensivos, seguido de cortes rasantes, a los efectos de mantenerlas libres de las mismas.

Las gramíneas, cuando no son un componente de la pastura, resultan muy agresivas y deben ser eliminadas. A pesar que muchas de ellas resultan bien consumidas por los animales, la cantidad y calidad del material aportado siempre es inferior al de la pastura.

Parte de la agresividad de estas malezas se debe al beneficio que le brinda el propio cultivo al suelo mediante el aporte de nitrógeno, que es bien aprovechado por las gramíneas. Estas provocan el desalojo de las plantas de alfalfa quedando "manchas" casi exclusivas de malezas. Este problema puede acrecentarse en momentos de sequía y también en suelos con altas concentraciones subsuperficiales de sales (considerados overos), en los cuales suelen observarse importantes manchones sin alfalfa, ocupados por malezas como gramón, pasto puna y otras especies que se adaptan mejor a esos suelos.

Algunas malezas ocasionales del cultivo que suelen causar problemas en el centro sur de Córdoba son: yerba del pollo, euphorbias, diente de león, verdolaga, escoba dura, afata hembra, etc. Sin embargo, son especies que invaden alfalfares establecidos de más de un año y en general realizan menor competencia que otras ya mencionadas. Con estas malezas y como se dijo anteriormente, es preferible efectuar pastoreos intensivos para mantener las pasturas libre de ellas.

Otros herbicidas que se pueden emplear en alfalfares de más de un año son: Metribuzin, Paraquat, Pendimetalin, Simazina y Prometrina. Si bien, no son muy usados, pueden resultar prácticos para el control de algunas especies problemáticas como yerba del pollo, euphorbias y verdolaga.

Por último, en el tercer o cuarto año de vida, las pasturas base alfalfa suelen entrar en decadencia. Ello se advierte cuando existe menos de 50 plantas/m², o cuando la producción decae notablemente y se observa la pastura muy enmalezada. Llegado ese momento, se debería contemplar la posibilidad de efectuar la renovación de la pastura empleando Glifosato solo, o glifosato + uno o más latifolicidas. Este tratamiento de "quemado", se puede realizar en febrero o marzo y posteriormente hacer una intersemebra con algún cereal de invierno, a los efectos de prolongar algunos meses la asociación alfalfa-verdeo. Algunos herbicidas aconsejados en mezcla con Glifosato para lograr un control contundente de alfalfa son: Metsulfuron, Picloram, 2,4-D, Dicamba, Fluroxipir, etc. Posteriormente se puede sembrar un verdeo de invierno. Si se contempla la posibilidad de sembrar otros cultivos como soja, girasol, sorgo o maíz después del quemado de la alfalfa, se deberían emplear solamente los tres últimos productos y esperar unos 15 a 20 días para realizar la siembra.

Es importante también hacer un somero comentario sobre las alfalfas "RG" (resistentes a Glifosato) ya comercializadas en USA y Canada, y sobre las Liberty link "LL" (resistentes al Glufosinato de Amonio). Las alfalfas RG podrían cultivarse en un futuro próximo en nuestro país. En cambio las LL, están recién en proceso de desarrollo y podrían comercializarse en un futuro más lejano.

Estas alfalfas ofrecerían a los productores alternativas de indudable valor ya que se dispondría de metodologías simples, selectivas, de amplio espectro de control de malezas y en el caso de las RG, de un costo de control relativamente bajo. Muchas malezas, que en la actualidad son de control dificultoso y/o costoso como por ejemplo, gramón, pasto puna, cebollín, yerba del pollo, cuscuta, Euphorbiáceas, Malváceas, gramíneas anuales en general, dejarían de ser un problema importante porque todas ellas son controlables con glifosato. Entre las principales desventajas del uso de alfalfas RG o LL, es que las pasturas deberían ser de alfalfares puros, porque cualquier otro cultivo que se asocie con ellas también sería eliminado o afectado por

los herbicidas. En el caso de las RG, otra desventaja es que habría un mayor consumo de Glifosato, con lo cual se ejercería aún mayor presión de selección de malezas y consecuentemente, una mayor difusión de especies tolerantes y resistentes a este herbicida. A su vez Los cultivares LL, tendrían algunas desventajas y algunas ventajas respecto de los RG. Las desventajas serían un mayor costo del tratamiento y una relativa menor efectividad en varias malezas, principalmente de gramíneas y de especies perennes. En cambio, en estas alfalfas se contaría con la posibilidad de controlar mejor algunas malezas tolerantes a Glifosato, como ocucha, flor de la oración, flor de la noche, gaura, siempreviva del campo, etc, que si bien, por ahora no ocasionan problemas importantes en los alfalfares, podrían causarlo en el futuro.

Nombres vulgares y científicos de las malezas citadas.

• Afata hembra	• <i>Sida spinosa</i>
• Algodonosa	• <i>Gamochaeta pensylvanica</i>
• Altamisa colorada	• <i>Descurainia argentina</i>
• Bejucos	• <i>Ipomoea nil</i> ; <i>I. purpurea</i> , <i>I. grandifolia</i>
• Bolsa del pastor	• <i>Capsella bursa-pastoris</i>
• Botón dorado	• <i>Cotula australis</i>
• Capín arroz	• <i>Echinochloa crus-galli</i>
• Capiquí	• <i>Stellaria media</i>
• Cardos	• <i>Carduus thoermeri</i> , <i>C. acanthoides</i> , <i>Cirsium vulgare</i>
• Cebadilla	• <i>Bromus catharticus</i>
• Cebollín	• <i>Cyperus rotundus</i>
• Cuscuta	• <i>Cuscuta indecora</i>
• Diente de león	• <i>Taraxacum officinalis</i>
• Eragrostis	• <i>Eragrostis spp.</i>
• Escoba dura	• <i>Malvastrum coromandelianum</i>
• Euforbias	• <i>Euphorbia hirta</i> , <i>E. serpens</i>
• Flor de la noche	• <i>Oenothera indecora</i>
• Flor de la oración	• <i>Oenothera rosea</i>
• Gaura	• <i>Gaura parviflora</i>
• Grama carraspera	• <i>Eleusine indica</i>
• Gramón	• <i>Cynodon dactylon</i>
• Malvas	• <i>Anoda cristata</i> , <i>Malva parviflora</i>
• Mastuerzo	• <i>Coronopus didymus</i>
• Mostacilla	• <i>Hirschfeldia incana</i>
• Nabillo	• <i>Sisymbrium irio</i>
• Nabo	• <i>Brassica campestris</i>
• Ocucha	• <i>Parietaria debilis</i>
• Ortiga mansa	• <i>Lamium amplexicaule</i>
• Paja voladora	• <i>Panicum bergii</i>
• Pasto colorado	• <i>Echinochloa colonum</i>
• Pasto puna	• <i>Stipa brachychaeta</i>
• Pata de gallina	• <i>Digitaria sanguinalis</i>
• Perejilillo	• <i>Bowlesia incana</i>
• Quinoa	• <i>Chenopodium album</i>
• Rama negra	• <i>Conyza bonariensis</i>
• Setarias	• <i>Setaria geniculata</i> , <i>S. verticillata</i> , <i>S. viridis</i>
• Siempre viva del campo	• <i>Gonphrena pulchella</i>
• Sorgo de Alepo	• <i>Sorghum halepense</i>
• Sunchillo	• <i>Wedelia glauca</i>
• Verdolaga	• <i>Portulaca oleracea</i>
• Yerba del pollo	• <i>Alternanthera pungens</i>

Nombres técnicos y comerciales de los herbicidas mencionados

2,4-D	(Varias marcas)
2,4-DB	(Varias marcas)
Bentazon	(Basagran 60)
Bromoxinil	(Bromotril, Mextrol)
Cletodim	(Varias marcas)
Dicamba	(Varias marcas)
Diflufenican	(Brodal, Legacy, Pelican)
Flumetsulam	(Perdure, Preside)
Fluroxipir	(Varias marcas)
Glifosato	(Varias marcas)
Glufosinato de amonio	(Basta, Liberty)
Haloxifop-r- metil	(Varias marcas)
Imazetapir	(Varias marcas)
Metribuzin	(Varias marcas)
Metsulfuron	(Varias marcas)
Paraquat	(Varias marcas)
Pendimentalin	(Varias marcas)
Propaquizafop	(Agil)
Quizalofop-p-etil	(Mr Sheriff Anikilator , Sheriff)
Quizalofop-p-tefuril	(Pantera, Rango)
Setoxidim	(Poast)
Simazina	(Simanex 50)
Trifluralina	(Varias marcas)

Bibliografía consultada

- 1) Basigalup, D. H. 2007. Prólogo. En: Basigalup, D.H. (Ed.) El cultivo de alfalfa en la Argentina. p. 5. Ediciones INTA, Buenos Aires
- 2) Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, CASAFE. 2013/2015. Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina. 1185 p. CASAFE, Buenos Aires
- 3) Fontanetto, H. y Keller, O. La siembra directa de alfalfa sobre diferentes cultivos antecesores. Disponible: <http://209.85.165.104/search?q=cache:9Y2PNbzGxCgJ:www.redagraria.com/divulga - Consultado:08/02/2007>
- 4) Leguizamón, E. S. 2011. Monitoreo de especies de malezas invasoras en cultivos de cereales, oleaginosas y forrajeras de la Argentina, con énfasis en Hieracium pilosella y Cirsium arvense. Programa de Fortalecimiento del Senasa. Europe Aid/123383/C/SER/AR. Informe final, 142 pág.
- 5) Rodríguez, N. et al. Malezas en Alfalfa. (Capítulo 10). In: El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina. Ed: Ing. Agr. (PhD) Daniel H. Basigalup INTA. Pp 199 – 225.
- 6) Rodríguez, N. E. 1994. Estudios sobre emergencia y sobrevivencia de pasto puna (Stipa brachychaeta) en alfalfa. Jornada de Actualización Técnica “Control de malezas gramíneas”. Feria Internacional de Tecnología Agropecuaria (FITAG). Córdoba, 3-8 de mayo, 9 p. (mimeografiado).
- 7) Signorile, O. La siembra directa de alfalfa en los sistemas ganaderos. (Capítulo 8). IN: El Cultivo de la Alfalfa en Argentina. Ed: Ing. Agr. (PhD) Daniel H. Basigalup INTA. Pp 155 – 164.

Aspectos de la producción y calidad de pasturas de alfalfa en la región central de la provincia de Santa Fe

Ing. Agr. (M. Sc.) Juan Mattera, Ing. Agr. (D.E.A.) Luis Romero
Área de Investigación en Producción Animal
EEA INTA Rafaela

Estructura de las plantas, producción y calidad

Los componentes de las plantas de alfalfa presentan diferentes características nutricionales, de esta manera la calidad del forraje va a depender de la proporción de cada uno de ellos. La calidad del forraje en términos de digestibilidad y de contenido de proteína bruta es mayor en las láminas de las hojas, siendo intermedia en peciolo, estípulas y estructuras reproductivas (botones florales, flores), y la menor calidad se halla en los tallos (Fick et al., 1975). Adicionalmente, dichos investigadores hallan que la calidad disminuye a medida que avanza el estado de madurez de las plantas, siendo la caída en digestibilidad mayor para los tallos que para las hojas, mientras que la proteína disminuye en ambos.

Los ensayos llevados a cabo en Rafaela confirman estos resultados. En la Figura 1 se pueden observar el efecto de cortes realizados secuencialmente durante distintos rebrotes, sobre la producción de forraje y la calidad de la planta entera (hojas y tallos) de una pastura de alfalfa del cultivar sin reposo invernal (grado de reposo=8) Pro INTA Supermonarca. Se evaluó cada rebrote hasta una diferente cantidad de días según la estación, teniendo en cuenta las diferencias en las tasas de crecimiento y desarrollo. Se observó que la producción de forraje fue aumentando progresivamente en cada rebrote hasta alcanzar el valor máximo en la última fecha de corte, mientras que la calidad del forraje presentó un comportamiento inverso, disminuyendo con el paso del tiempo, con más contenido de fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), y menos de proteína bruta (PB). La disminución en la calidad se relaciona con la acumulación de mayor cantidad de tejidos de sostén (tallos).

De esta forma un adecuado manejo de la defoliación (corte o pastoreo) permitirá alcanzar altos niveles productivos con alta calidad del forraje, conociendo que existe un compromiso entre variables de rendimiento y calidad, y que en todo caso el productor puede priorizar según su objetivo. Es importante señalar que cortes muy frecuentes que prioricen la calidad del forraje pueden tener un impacto negativo sobre la persistencia de las pasturas (Orloff y Putnam, 2004). Estos mismos autores plantean que otra estrategia para la mejora de la calidad del forraje puede ser el uso de variedades con menor grado de reposo, ya que hay una relación lineal negativa entre el grado de reposo y la calidad del forraje, es decir los grados sin latencia presentan menor calidad que los grados con reposo invernal intermedio. En contraste, en la zona central de Santa Fe Bruno et al. (1994) y Romero et al. (2003) estudiaron la evolución de la calidad de cultivares de alfalfa con distintos grados de reposo, incluyendo cultivares multifoliados, y no hallaron un cultivar que se diferencia consistentemente del resto. En investigaciones llevadas a cabo en el INTA Balcarce Cangiano y Pece (2005) hallaron en algunos de los rebrotes estudiados que los cultivares de reposo invernal intermedio (Victoria SP-INTA y Pioneer 5681) presentaron mayor proporción de hojas que cultivares sin reposo invernal (Monarca SP-INTA y Nidera 910), lo cual sería indicador de una mayor calidad del forraje. Por otra parte, la elección de un cultivar con mayor reposo invernal puede tener un menor potencial productivo, como así lo mencionan Orloff y Putnam (2004) y también es encontrado en sitios de la red de alfalfa del INTA en la cuenca central lechera de la Argentina

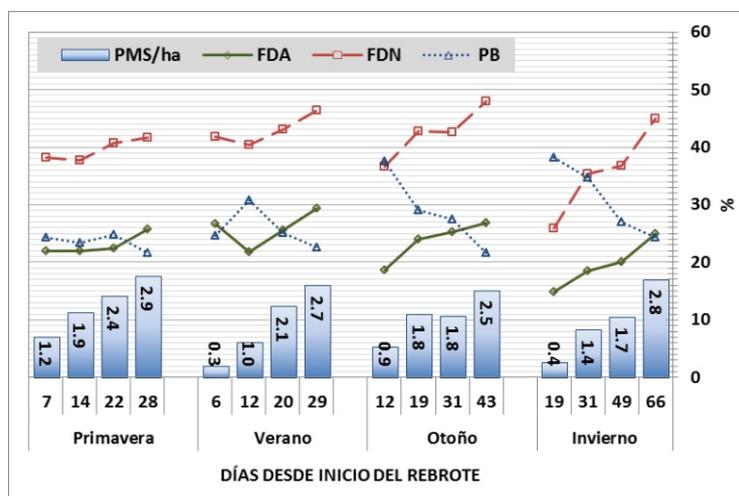


Figura 1: Evolución de la acumulación de forraje (columnas) y de la calidad de la planta entera en cuatro rebrotes representativos por estación de crecimiento durante el primer año de producción de una pastura de alfalfa (Cultivar Pro INTA Supermonarca; grado de reposo invernal 8) bajo condiciones de secano en la EEA Rafaela.

Variedades y Diferentes grados de reposo invernal. Resultados de INTA región centro del país (Santa Fe y Córdoba).

Dentro del mercado de semillas de alfalfa hay una importante oferta de variedades con diferentes grados de reposo. El INTA Rafaela es uno de los sitios de evaluación de la Red de alfalfa que lleva adelante el INTA a nivel nacional. De esta forma se genera información de rendimiento de forraje que permite la comparación de los materiales bajo condiciones óptimas de manejo en las distintas regiones. De este trabajo surge la publicación "Avances en alfalfa" con todos los resultados. La misma se publica anualmente y está disponible en forma gratuita online.

La elección de la variedad de alfalfa es una decisión que afectará el comportamiento de la pastura en todo su ciclo productivo, por lo cual elegir un material con buen desempeño en la región es un aspecto clave. En este sentido, los resultados de los ensayos de la Red de alfalfa muestran que es común la existencia de interacción genotipo por ambiente (Spada, 2007), que lleva a que los mejores cultivares varíen entre sitios, lo cual justifica la necesidad de contar con información para las distintas regiones productivas. De acuerdo a Putnam y Orloff (2003) los criterios para elegir la variedad de alfalfa son los siguientes en orden de importancia: potencial de rendimiento, grado de reposo, resistencia a enfermedades, persistencia, potencial de calidad del forraje y por último el precio. Los ensayos de la red de alfalfa al evaluar la producción durante varios años están integrando también información sobre resistencia a enfermedades y persistencia, que hacen a la adaptación de los materiales en cada sitio.

En la Figura 2 se presentan valores productivos surgidos de los ensayos sembrados en los años 2006 y 2010 para la localidad de Rafaela en un suelo Argiudol típico (Clase I) con alta disponibilidad de fósforo. Se observa en la misma que en cuando se comparan los valores promedios según el grado de reposo invernal se han registrado mayores niveles productivos para las variedades sin reposo invernal (columnas rojas). De esta forma, estos ensayos confirman resultados que se vienen obteniendo en esta región de un mayor potencial de rendimiento de los cultivares sin latencia invernal. También se destacan las grandes diferencias entre las variedades con mejor y peor comportamiento, las mismas son del orden de 3 a 10 toneladas por año. Las diferencias entre las variedades con mejor y peor comportamiento tienden a incrementar con el paso del tiempo, este efecto probablemente se halle asociado a las diferencias en la evolución de la densidad de plantas y la persistencia de las variedades. Estos resultados indican que aún en ensayos con manejo agronómico óptimo el impacto por el componente genético y su interacción con el ambiente es muy importante.

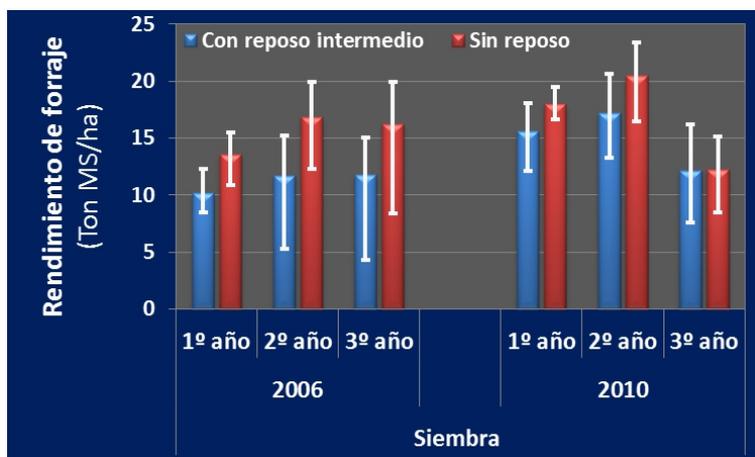


Figura 2: Rendimiento de forraje total anual acumulado en la EEA INTA Rafaela para variedades con reposo invernal intermedio y sin reposo invernal. La columna azul corresponde al valor promedio de 16 variedades con reposo invernal intermedio, y la columna roja al promedio de 28 variedades sin reposo invernal para la siembra 2006, y al valor promedio de 10 variedades con reposo invernal intermedio, y 30 variedades sin reposo invernal para la siembra 2010. Las barras blancas en cada columna representan el valor máximo y mínimo de rendimiento para cada ensayo, es decir el cultivar con mayor y menor producción en cada año (Basado en los datos publicados en “Avances en alfalfa” Spada et al., 2010 al 2013).

En la Figura 3 se presenta el resultado de producción total de forraje en el segundo año de vida de las pasturas, que es cuando se alcanzan los niveles productivos más elevados en esta región, para las cinco variedades con mejor comportamiento en cada ensayo según el grado de reposo, en comparación con el valor promedio de cada ensayo. Las diferencias con este valor promedio son del orden del 10 al 20 %, sin embargo se incrementan sustantivamente cuando se las compara con las variedades con peor desempeño. También se observa la variación entre años en los niveles productivos alcanzados, asociados a cambios en el ambiente (radiación, temperaturas, lluvias y profundidad de la napa, principalmente). Este efecto se puede apreciar en las producciones más elevadas alcanzadas en la siembra 2010 versus la siembra 2007, en este caso particular, el exceso de lluvias registrado en el otoño de 2007 podría haber perjudicado a las pasturas.

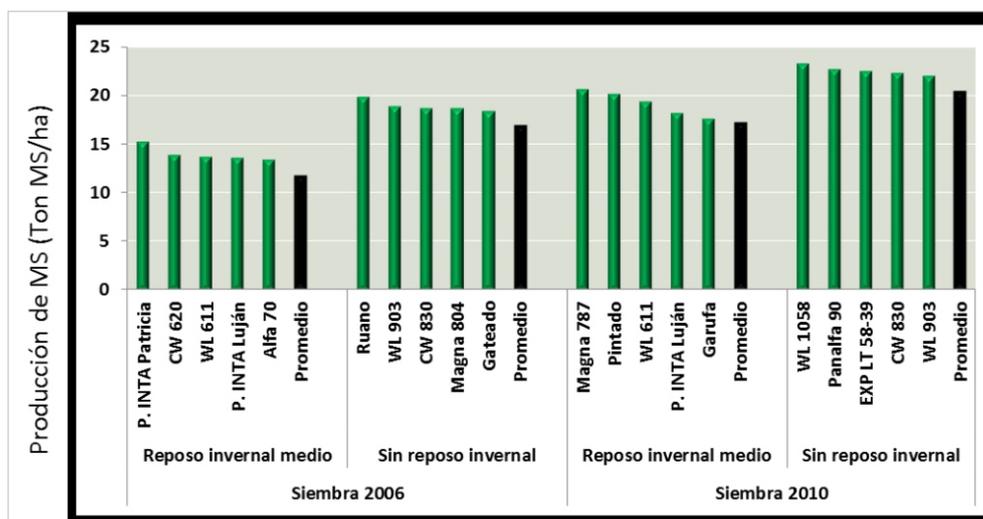


Figura 3: Producción total de materia seca en el segundo ciclo de producción para las siembras de los años 2006 y 2010 de las 5 variedades top en ensayos de la red de alfalfa de INTA para Rafaela. En negro se representan los valores promedio de cada grado de reposo (Basado en los datos publicados en “Avances en alfalfa” Spada et al., 2010 al 2013).

La estacionalidad en la producción de forraje es otra característica importante a evaluar, junto a la producción total. En la Figura 4 se compara la distribución del forraje acumulado para el promedio de variedades con reposo invernal intermedio vs. el promedio de las variedades sin reposo invernal para el ensayo sembrado en el INTA Rafaela en el año 2010. El beneficio de las variedades sin reposo se dio a

partir del mes de junio de 2011. En este sentido, si bien existen antecedentes de que variedades con reposo intermedio permitirían una mayor concentración del forraje en primavera-verano, para este ensayo en particular no se observó este efecto, aunque podría ser un atributo de interés para pasturas destinadas a reservas.

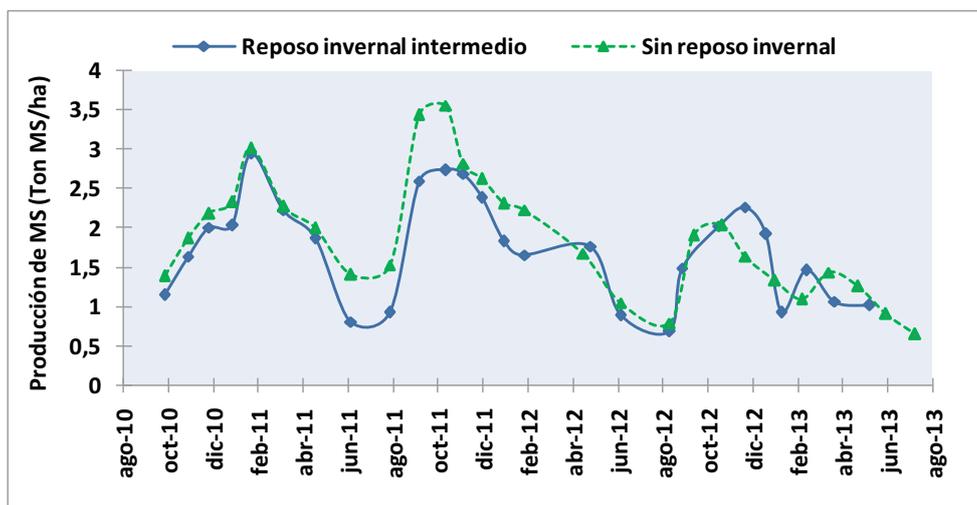


Figura 4: Producción de biomasa por corte de cultivos puros de alfalfa durante tres años para el promedio del grado de reposo invernal intermedio (10 variedades evaluadas) y para el promedio del grado sin reposo invernal (30 variedades evaluadas) correspondientes a los ensayos sembrados en el INTA EEA Rafaela en el año 2010 y evaluados por tres años de vida de las pasturas.

Otro aspecto que puede afectar el comportamiento de los cultivares es la condición del suelo, y la mejora del mismo. En un ensayo sembrado en 2003 en la localidad de Esperanza (suelo Argiudol típico) con valores de P disponible deficitarios para el cultivo de alfalfa (17 ppm) se compararon dos cultivares (Bárbara y DK 194) bajo la condición natural del suelo y con fertilización fosforada y enmienda de yeso (Romero et al., 2007). El análisis de los resultados detectó una interacción genotipo*ambiente significativa, que estuvo dada por una respuesta diferente de los cultivares en la condición fertilizada, en un período de tres años Bárbara aumentó un 26% la producción de forraje y DK 194 aumentó un 43% (Cuadro 1). Cuando se analizó la acumulación del forraje (Figura 5), se observó que la interacción estuvo explicada principalmente por lo que ocurrió en el tercer año de vida de la pastura donde el cultivar DK 194 fertilizado mantuvo niveles más altos que el cultivar Bárbara y similares al segundo año de producción, por lo que estarían interviniendo también aspectos de persistencia bajo las condiciones mejoradas por la fertilización.

Cuadro 1: Producción total acumulada en tres años de vida de las pasturas y cobertura al finalizar el ensayo de parcelas fertilizadas y testigos (condición natural) para dos cultivares de alfalfa sin latencia invernal.

Fertilizado vs. Testigo en Esperanza		
	PMS/ha (Ton MS/ha)*	Cobertura (%)
DK 194/Fertilizado	39,2 a**	92,5
Barbara/Fertilizado	34,7 b	83,7
Barbara/Testigo	27,6 c	82,6
DK 194/Testigo	27,5 c	78,7
Promedio	32,2	84,4
CV (%)	4,8	2,0

*Interacción cultivar*fertilización significativa (p 0,05)

**En una misma columna medias con distinta letra indican diferencias significativas (p 0,05).

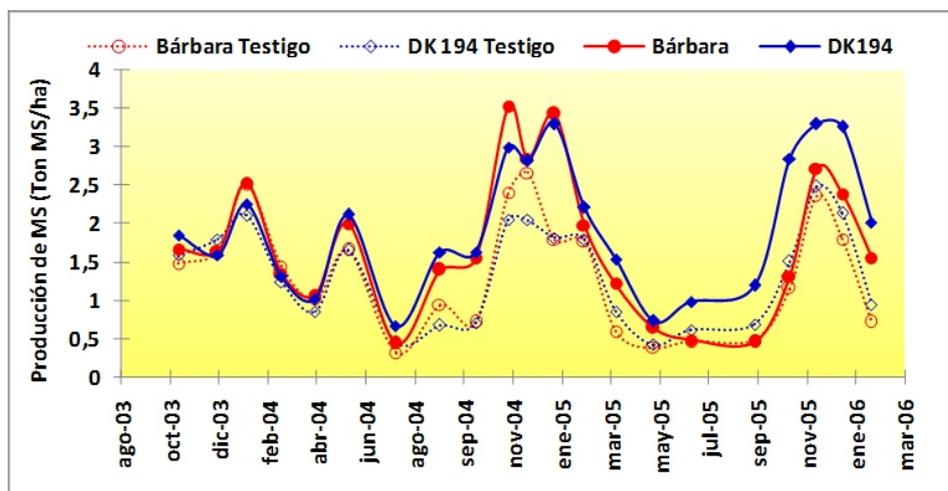


Figura 5: Producción de biomasa por corte de cultivos puros de alfalfa durante tres años para dos cultivares de alfalfa (Bárbara y DK 194) bajo dos condiciones de suelo: natural con deficiencia de P (líneas punteadas) y con fertilización balanceada (líneas enteras).

Consideraciones finales

En relación con la calidad del forraje obtenido, si bien las pasturas de alfalfa se caracterizan por la producción de forraje de alta calidad, en muchos casos se registra un compromiso entre producción y calidad, en el que también se puede afectar la persistencia de las pasturas. El momento de aprovechamiento de las pasturas es el factor más importante para definir la calidad del forraje cosechado en pasturas de alfalfa. Conocer estos aspectos permite adecuar el manejo según el objetivo buscado.

La información presentada permite mostrar aspectos de producción de pasturas de alfalfa asociadas a la elección de la variedad y al grado de reposo. En la región central de la Provincia de Santa Fe se encuentran importantes diferencias entre variedades, así como también en términos generales se registra un mejor comportamiento de las variedades sin reposo invernal, logrando mayores producciones con similar persistencia de las pasturas. Es importante destacar que la correcta elección del cultivar debería ir acompañada de un óptimo manejo agronómico y de la defoliación (corte o pastoreo). Por último, la información generada por el INTA a través de la red de alfalfa contribuye a evaluar el comportamiento de las variedades en un amplio rango de ambientes dado por la variación en el espacio y en el tiempo de las condiciones agroclimáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruno, O.A., Romero, L.A., Gaggiotti, M.C., Quaino, O.A. 1994. Comparación de la composición química de dos cultivares de alfalfa. Informe Técnico n° 54. INTA EEA Rafaela.
- Cangiano, C.A., Pece, M.A. 2005. Acumulación de biomasa aérea en rebrotes de alfalfa en Balcarce. Revista Argentina de Producción Animal 25: 39-52.
- Fick, G.W., Holthausen, R.S. 1975. Significance of parts other than blades and stems in leaf-stem separations of alfalfa herbage. Crop Science, 15: 259-262.
- Orloff, S.B., Putnam, D.H. 2004. Balancing yield, quality and persistence. National Alfalfa Symposium Proceedings, December, 2004. (<http://alfalfa.ucdavis.edu>)
- Putnam, D., Orloff, S. 2003. Using varieties or cutting schedules to achieve quality hay – What are the tradeoffs? 33rd California Alfalfa and Forage Symposium Proceedings, December 2003. (<http://alfalfa.ucdavis.edu>)
- Romero, L.A., Aronna, M.S., Cuatrin, A.L. 2003. Efecto del momento de corte y la estación sobre la calidad de cultivares de alfalfa. Revista Argentina de Producción Animal 23: 109-110.
- Romero, L.A., Mattera, J., Vivas, H. 2007. Evaluación de cultivares de alfalfa en dos localidades: Rafaela y Esperanza. Revista Argentina de Producción Animal 27: 212-213.
- Spada, M.C. 2007. Evaluación de cultivares y panorama varietal. En: El cultivo de la alfalfa en la Argentina. Ed.: Basigalup, D. Buenos Aires: Ediciones INTA. P. 133-149.
- Spada, M.C. 2010. Avances en alfalfa: ensayos territoriales. Ediciones INTA, Córdoba, Argentina. v. 20.
- Spada, M.C. 2011. Avances en alfalfa: ensayos territoriales. Ediciones INTA, Córdoba, Argentina. v. 21.
- Spada, M.C. 2012. Avances en alfalfa: ensayos territoriales. Ediciones INTA, Córdoba, Argentina. v. 22.
- Spada, M.C. 2013. Avances en alfalfa: ensayos territoriales. Ediciones INTA, Córdoba, Argentina. v. 23.

Hacia la tecnificación del heno de alta calidad

*Ing. Agr. Federico Sánchez
Módulo Tecnologías de Forrajes Conservados
Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor
INTA EEA Manfredi*

La henificación es un método de conservación de forraje seco que se produce por una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta hasta niveles inferiores al 20% de humedad. De esta forma los procesos respiratorios se inhiben y se evitan los riesgos de calentamiento del forraje tratando de mantener su calidad durante el período de almacenaje, donde la humedad se estabiliza alrededor del 15%, siempre y cuando no vuelva a tomar contacto con la humedad.

El heno es la fuente de fibra “clave” para la producción ganadera, ya que permite equilibrar dietas húmedas en base a ensilajes o raciones con elevados niveles de concentrados. Además en estas dietas posibilita lograr mejores texturas y palatabilidad, a la vez que provee la fibra efectiva necesaria para un correcto funcionamiento ruminal. Si bien es sabido que la fibra es necesaria para el correcto “funcionamiento físico” del rumen debe poseer una calidad que no limite el consumo, dado que la fibra de mala calidad con altos valores de celulosa, hemicelulosa y lignina limitan la “ingesta o incorporación de otros nutrientes. Es por esto que al momento de producir rollos y fardos deben tomarse todos los recaudos para producir un heno de calidad, procurando conservar la hoja que es la fuente de nutrientes que convierte al heno de alfalfa en un insumo de fibra larga, con alto valor proteico esencial para balancear dietas”. (Gallardo M, 2012).

Si bien los henos son un recurso muy común en el país, en general la calidad promedio es muy baja, relativa a su potencial nutricional.

Tecnología de corte

Esta tarea debe ser realizados por segadoras/acondicionadoras, las cuales realizan un trabajo muy eficiente al permitir un mejor rebrote de la pastura por poseer cuchillas cortas que conservan el filo y producen un corte más neto. Las hélices, al perder fácilmente su capacidad de corte, producen un desgarramiento de los tallos con la consecuente rotura de pared celular que obliga a la planta a gastar energía en cicatrizar esos daños en lugar de utilizarla para producir un rebrote con mayor cantidad de materia seca.

Como beneficios directos de las segadoras se debe mencionar que reducen notablemente la pérdida de hojas por producir un mínimo repicado (menor pérdida de nutrientes) y por poseer una bandeja de corte de bajo perfil, permiten generar un flujo de forraje que posibilita el uso de los acondicionadores, los cuales disminuyen en un 50% el tiempo de oreo en el campo que necesita la pastura. La gran desventaja que presentan las segadoras a la hora de competir con las cortadoras tipo hélice es el costo de adquisición de la máquina, dado que poseen una capacidad de trabajo similar al de las segadoras con un precio 6 veces inferior, pero debe quedar claro que estamos hablando de un problema financiero y no económico. Si bien la diferencia a la hora de adquirir una máquina es importante, los beneficios que se adquieren hacen que ese costo económico inicial de las segadoras se revierta fácilmente. Esto se debe a que los beneficios se ven reflejados en mayor productividad de las pasturas, con lo cual se logran mayores cortes al lograr una rápida emergencia, logrando de esta manera como mínimo un corte más. A esto hay que sumar que actualmente se está empezando a pagar la calidad, con lo cual ese beneficio de utilizar una tecnología que cuida más la hoja y permita cosechar mayor cantidad de proteína, se amortiza más fácilmente, además de verse reflejado en una mayor cantidad de litros de leche y kilos de carne.

La función de los acondicionadores es producir un quebrado (no cortado) y aplastado de los tallos generando vías de escape al agua que está contenida dentro de las plantas. Este accionar es muy importante dado que permite disminuir el lapso de tiempo que transcurre desde el corte hasta que la humedad llegue al 50%, momento en que la planta continúa respirando y consumiendo azúcares que afectan la calidad final del forraje. A su vez, igualan la velocidad de secado de los tallos con las hojas (mayor superficie expuesta), haciendo que no sea necesario esperar hasta estas últimas estén excesivamente secas para iniciar la confección de los rollos, evitando el desprendimiento y el fraccionamiento de estas.

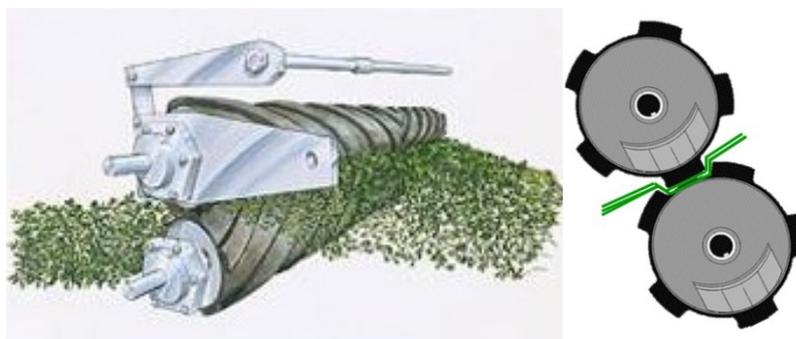


Figura 1: Esquema de trabajo de un sistema de acondicionado mediante rodillos. (New Holland 2011).

Rastrillado

Si bien es una herramienta muy importante en el esquema de henificación hay que recordar al proceso de rastrillaje le corresponde alrededor del 30% del total de las pérdidas ocasionadas en la confección de forraje en forma de heno, especialmente por caída de hojas, con la consiguiente pérdida de calidad. A este hecho hay que sumarle que mediante el proceso del rastrillado es muy frecuente la contaminación del forraje con tierra, broza o estiércol que limitan la calidad del heno resultante. Es por ello que para un correcto rastrillado se debe procurar trabajar a una altura tal que no se deje forraje sin mover para evitar la pérdida directa de material, pero evitando tocar el suelo, para minimizar la contaminación del forraje con tierra o estiércol y tampoco producir daños por impacto de los dientes en las coronas. Al respecto, es muy importante cuidar su flotación y nivelación, sobre todo cuando se trabaja con implementos de gran ancho de labor.

Utilizar velocidad de avance superiores a 7 km/h incrementa en un 5% la pérdida de hoja por cada km/h que se supere. El problema está cuando se utilizan rastrillos de reducido ancho de trabajo, juntando sólo dos o tres andanas, tratando de abastecer a enrolladoras o enfardadoras de gran capacidad de trabajo.

Realizar esta tarea cuando el forraje disminuye su tasa de secado, o sea cuando este tiene una humedad de entre el 40 y el 35%. De esta manera, también se va a acelerar la velocidad de secado dando como resultado un forraje con mayor valor nutritivo. Es siempre conveniente rastrillar a la tardecita cuando el forraje se reviene o a la mañana después que se levanta el rocío.

Tecnologías de henificación: rotoenfardadoras.

La tendencia tecnológica en las rotoenfardadoras de nueva generación es hacia el automatismo, adoptando monitores desde los cuales se puedan regular las distintas variables. También se ha evolucionado en los sistemas de recolección, compactación y atado con el objetivo de mejorar las prestaciones en cuanto a capacidad de trabajo y calidad del heno confeccionado.

Una demanda tecnológica ya requerida por el mercado de rotoenfardadoras son los recolectores de andana de bajo perfil y mayor ancho que la cámara, que facilitan la carga

lateral del forraje sobre los costados de la cámara, incrementando la densidad en los laterales del rollo para un mejor aprovechamiento de todo el volumen de la cámara de compactación. Estos recolectores se caracterizan por ser flotantes y poseer una rueda de copiada que impiden que los dientes impacten con el suelo. A su vez es interesante el rodillo que va sujetando, acomodando y “pre comprimiendo” el forraje al momento de la recolección.

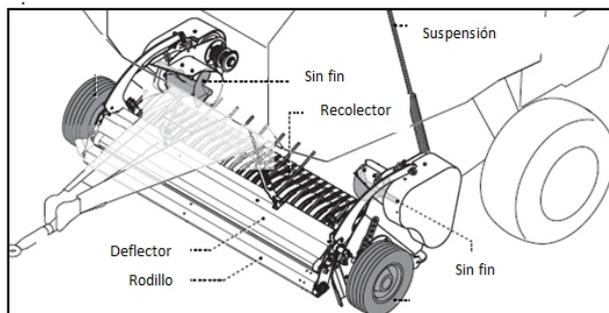


Figura 2: Recolector más ancho que la cámara de compactación. Sinfín colocado al frente del rotor para facilitar de alimentación lateral del recolector ancho. (Gallignani, 2011).

El procesador de fibra (cutter) es un sistema que permite enrollar la alfalfa cortada a 7 cm de longitud. Va colocado detrás del recolector y el corte por cizalla de la fibra lo genera con un rotor que monta estrellas de distribución helicoidal que hace pasar el material por 15 púas dentadas semicirculares de zafe independiente dispuestas en el piso.

Entre las cuchillas hay una separación de 7 cm –largo teórico de corte-, y en los laterales, entre la última cuchilla y la pared de la cámara, hay un espacio de 11 cm, que hace que la fibra que se coloque allí sea más larga para darle mayor estructura y conformación cilíndrica al rollo.

Se evaluaron los modelos Yomel Zonda, Yomel Magna y Montecor Gallignani. Los resultados obtenidos de estas pruebas indican que los valores de pérdidas de cámara de compactación se incrementan un 2,5% al utilizar el sistema cutter. Si bien al procesar la fibra se genera un incremento en las pérdidas de hojas, estas no influyen en la calidad final del heno confeccionado, siempre que no se trabaje con menos de 15% de humedad. Al trabajar con menos humedad, las pérdidas de calidad por procesamiento de la fibra en rotoenfardadoras se incrementan notablemente.

El consumo de gasoil sin el sistema cutter fue de 2,4 litros por tonelada de materia seca, mientras que cuando se procesó fibra a 7 cm de longitud, se incrementó en un 50%. Si bien se genera un consumo extra al elaborar heno con fibra procesada, este gasto se compensa totalmente al no tener que procesar los rollos en los mixer y por poder realizar la mezcla en mixer vertical sin las trabas puestas.

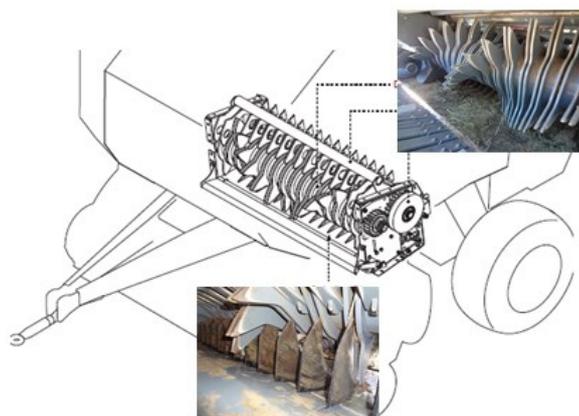


Figura 3: Sistema procesador de fibra (Montecor Gallignani, 2011)

Respecto a los sistemas de atado, estos han evolucionado tratando de ahorrar tiempo para lograr buena capacidad de trabajo y reducir el número de vueltas dentro de la cámara de compactación para lograr una menor pérdida de hojas en la periferia que se producen por fricción entre estas y las correas. Una de las opciones es el sistemas de atado con hilo y doble aguja, dentro de las cuales son destacables las máquinas equipadas con dos brazos y que le permite a cada aguja trabajar desde los extremos hacia el centro, reduciendo el tiempo necesario para la operación de amarre del rollo. El otro sistema de atado que se encuentra en crecimiento pero que desgraciadamente no logra imponerse es el sistema de red. El beneficio fundamental que otorga este sistema es que incrementa la productividad del equipo, teniendo en cuenta que solo requiere 2-3 vueltas para realizar esta operación, en relación a las 16-18 necesarias para el atado con doble hilo. Al reducir la cantidad de vueltas que da un rollo dentro de la cámara de compactación, también se está reduciendo la cantidad de impactos que reciben las hojas que se encuentran en la superficie del mismo, mejorando su calidad total.

Megaenfardadoras

Estas máquinas se destacan por poseer una gran capacidad de trabajo que puede superar los 40 tn MS/hora (rotoenfardadoras: 16 tn MS/h), debido a que si bien producen el llenado de cámara a una velocidad similar al de las rotoenfardadoras, las megas no se detienen para atar y expulsar cada megafardo. A su vez, su sistema de compactación logra una gran densidad de compactación cercana 250 kg/m^3 (rotoenfardadoras: 160 kg/m^3). A su vez, por su forma rectangular, poseen mayor eficiencia en el transporte y almacenaje bajo galpón y un menor costo de cobertura por m^3 de heno. Respecto a su uso en formulación de raciones, se debe destacar que al estar confeccionado en panes permite una mayor facilidad de suministro, dado que solo se debe cortar los hilos y cargar en el mixer los kilos de heno previstos para esa dieta. Si además estos panes están conformados por fibras procesadas con un sistema cutter, además no hay necesidad de utilizar mixer verticales para su desmenuzado como lo es en el caso de los rollos.

Como contra partida hay que mencionar que el requerimiento de potencia es casi el doble que el requerido para una rotoenfardadora, a su vez, que este tipo de maquinaria requiere una alta inversión inicial.



Figura 4: Ensayo de medición de pérdidas en cámara de compactación en megaenfadadora.

En un ensayo múltiple de megaenfadadoras se estableció que las megaenfadadoras henifican a 40 t/h en su versión estándar y a 28 t/h en su versión equipada con CropCutter, produciendo pérdidas de 0,5% y 0,9%, respectivamente. La megaenfadadora con procesador de fibra henificó un 22% más lenta que la versión estándar. El incremento en el nivel de pérdidas que mostro la megaefardadora CropCutter respecto a la estándar por pro cesar la fibra no produjo diferencias significativas en la calidad de los henos elaborados, con la ventaja que los megafardos con fibra procesada presentaban hebras cuyo largo variaba entre 5 y 10 cm (listo para usar en un mixer horizontal mezclador), mientras que en la versión estándar fluctuó entre 40 y 60 cm.

Heno picado y embolsado

El Heno picado y embolsado es una alternativa que consiste en lograr la conservación del heno de alfalfa o gramíneas utilizando el mismo equipo de máquinas que se usa para confeccionar silajes de alfalfa.

La bolsa actúa como elemento de contención y protección de los agentes climáticos externos (en especial lluvia y/o humedad ambiente), permitiendo de esta manera conseguir una buena conservación con reducidas pérdidas de calidad y cantidad durante el almacenamiento.

En este sistema, a diferencia de los rollos y megafardos, no es posible la pérdida de humedad posterior a la confección. Al henificar en bolsa el agua no se disipa hacia la atmósfera, creando una humedad relativa en la masa henificada que posibilita la proliferación de hongos y bacterias. Para evitar eso se sugiere recolectar el material siempre por debajo de 17% de humedad.

En contra partida, es dependiente de aspectos mecánicos de la recolección para poder preservar la mayor proporción de hojas. A medida que la humedad de confección disminuye, la proteína baja, con lo cual tampoco es recomendable henificar el material con niveles de humedad inferiores al 14%.

La picadora debe configurarse con el rotor picador con 12 cuchillas de las 36 posibles (como es el caso de Claas Jaguar 960 con que se realizó el ensayo), con el acelerador en el primer punto

y la mayor separación posible entre cuchilla y contracuchilla. El largo de fibra máximo que se puede lograr es de 4,5 cm.

Se monitorearon bolsas durante 100 días, sin encontrar alteraciones en cuanto a calidad. Se notó la presencia de micotoxinas generadas por hongos, pero en valores que todavía no alcanzaban el límite para consumo de vacuno lechero.



Figura 5: material recolectado por Picadora Claas 960 equipado con recolector PU 300 HD.

Manejo de estiércol en sistemas lecheros intensivos

*Alejandro R. Castillo, PhD. Farm Advisor - Dairy Science
University of California, Cooperative Extension. Merced, California, USA.*

El proceso de evolución de los sistemas lecheros, desde el pastoreo intensivo a los sistemas lecheros semiestabulados o a aquellos totalmente estabulados, implica una serie de desafíos económicos, técnicos y de manejo. Si bien estos desafíos requieren por parte de los productores y técnicos vinculados al sector lechero de una actualización, o un periodo de aprendizaje o capacitación en temas específicos, por sus características de "novedad" y sus posibles impactos en el sistema lechero, el manejo del estiércol requiere de una planificación especial respecto a los otros factores de manejo, ya sea, economía, nutrición, reproducción y salud animal.

En la medida que los tambos crecen en escala, los problemas relacionados con el manejo de estiércol tienden a magnificarse. Un mal manejo del estiércol puede estar relacionado con la calidad de la leche, seguridad alimentaria, salud animal, contaminación ambiental, etc.

El objetivo de esta presentación es describir el manejo del estiércol "actual" en los sistemas típicos californianos. Decimos "actual" debido a la dinámica que ha tenido este tema en los últimos años. Por ejemplo, si se ajustan ciertos detalles técnicos y su costo se adapta a la escala de los sistemas, los biodigestores podrían provocar un cambio radical a la realidad actual.

El manejo del estiércol actual se basa en dos principios fundamentales y en leyes ambientales emitidas por la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA, por sus siglas en inglés). Estos principios son: (a) un Plan de Manejo de Efluentes (PME) y un Plan de Manejo de Nutrientes (PMN). El primero o PME, se refiere al control total y absoluto de todos los efluentes producidos dentro de un tampo, o sea, cero pérdidas o drenajes dentro o hacia afuera del establecimiento. Lo cual implica definir áreas de manejo de estiércol y piletas de contención de efluentes.

Las piletas son obras de ingeniería diseñadas para contener los efluentes líquidos provenientes de la sala de ordeño, los excrementos animales, y el agua de lluvia. Un objetivo es separar las fracciones líquidas y sólidas de los efluentes, esto se logra con equipos denominados separadores de estiércol o mediante el uso de grandes piletas de decantación.

La fracción denominada "seca" se usa para hacer compostaje (fertilizante) y la líquida contenida en las lagunas, para regar-fertilizar cultivos.

El segundo principio o PMN, se basa en la aplicación del estiércol a tasas agronómicas, lo cual significa aplicar el estiércol en función de análisis químicos del estiércol, el suelo, y aplicarlo de acuerdo al requerimiento de los cultivos. El objetivo es evitar aplicar nutrientes en exceso que puedan contaminar el aire, pero fundamentalmente, el suelo y agua subterránea.

El estiércol es un excelente fertilizante, en general producimos más estiércol que el requerido por nuestros cultivos, por ello, para evitar problemas futuros, hay que aprender a manejarlo y usarlo correctamente.

Uso de efluente de tambo en la producción de maíz para silo

*Nicolás Sosa, Juan Manuel Orcellet, Sebastián Gambaudo
Profesionales del Área de Investigación en Producción Vegetal, INTA EEA Rafaela.*

*Ignacio Minetti
Estudiante de Ingeniería Agronómica, FCA - UNL*

Introducción

La intensificación y concentración de la producción en los sistemas lecheros argentinos, trae aparejado el problema de la generación y acumulación de efluentes. Su aplicación al suelo como enmienda orgánica brinda una alternativa de solución al permitir recuperar la fertilidad de los suelos y aumentar la producción de los cultivos. La producción de leche en el país para la serie de años 1983-2010, se incrementó de 5696,80 a 10307,52 millones de litros (Minagri, 2013). Si bien, hubo una reducción del número de tambos, se produjo un aumento en la escala productiva en aquellos que lograron permanecer en la actividad, donde muchos han cambiado su sistema de producción tradicional a campo por sistemas estabulados. Esto ha provocado un fuerte incremento de las cantidades de efluentes generados, donde además, no existe, una adecuación de la infraestructura de las instalaciones de ordeño, ni una planificación sobre su destino final (García y Charlón, 2011).

La intensificación de la producción no sólo debe ser considerada como un aumento en el uso de insumos, sino que debería incluir también la tecnología de procesos y de conocimientos (Andrade, 2011). En este sentido, la aplicación de residuos orgánicos al suelo es el método más económico y constituye uno de los mejores ejemplos de reciclaje de nutrientes dentro del establecimiento. El desconocimiento sobre la composición de los diferentes residuos, la eficiencia de uso de los nutrientes que contienen y su posible efecto residual entre otros factores, dificulta una adecuada aplicación de los mismos. Para la utilización de los residuos orgánicos como fertilizante agrícola es necesario considerar la composición de los mismos, especialmente el contenido en macronutrientes y los requerimientos nutricionales del cultivo al que se va a aplicar.

En principio, estos “fertilizantes” disponen de la mayoría de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en relación a las necesidades de los cultivos (LAF, 1999). Los residuos ganaderos presentan una enorme variabilidad en su composición y por lo tanto en el contenido de nutrientes, dependiendo de muchos factores como son: sistema de estabulación, alimentación, sistema de limpieza, tratamiento y duración del almacenaje, etc. El contenido en N, referido a la materia seca de los estiércoles, varía en un amplio rango desde 1 a 4% (Pomares y Canet, 2001), correspondiendo normalmente los valores más bajos al estiércol de bovino y los más altos a los de gallinaza. En los efluentes de porcino los niveles de N son mucho más bajos, entre 5,2 y 7,2 kg N/m³ (Irañeta et al, 1999).

Cuando el efluente se encuentra almacenado en lagunas, tiene lugar un proceso de sedimentación, que afecta la distribución de los nutrientes en las diferentes profundidades o niveles de la fosa (Figura 1).

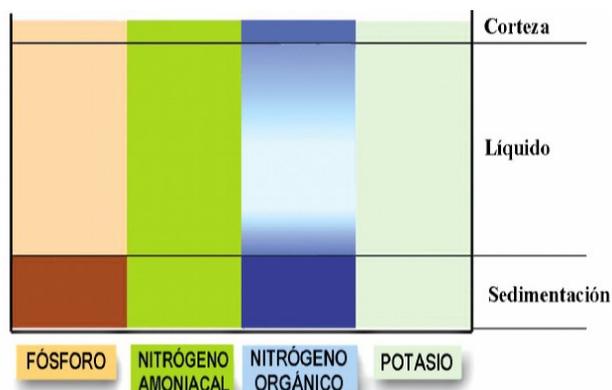


Figura 1: Estratificación en laguna. Fuente: Iraneta *et al*, 2002

En la estratificación de los nutrientes en la laguna se pueden diferenciar tres capas: una de material sedimentado en la parte inferior de la fosa, densa, rica en elementos minerales principalmente fósforo y nitrógeno orgánico, una fracción líquida que contiene los elementos solubles como el nitrógeno amoniacal y el potasio, y una costra o corteza superficial formada por materias celulósicas, con parte del nitrógeno orgánico. La sedimentación de nutrientes del efluente en los distintos estratos de la laguna tendrá implicaciones en el momento de repartir los elementos nutritivos del mismo.

Hay que tener en cuenta que los efectos de un manejo inadecuado de residuos orgánicos puede provocar contaminación asociada fundamentalmente al lavado de los nitratos. La utilización del suelo como medio receptor de residuos ganaderos tiene como objetivo restituir al mismo los nutrientes que son asimilables por las plantas, lo que disminuye además, la necesidad de aportar fertilizantes minerales. El objetivo del ensayo fue evaluar diferentes dosis de estiércol bovino sobre la producción y calidad del maíz para silaje.

Materiales y métodos

La experiencia se realizó en una empresa tampera de la zona rural de Lehmann (Sta Fe), en un lote cuya unidad cartográfica era RAF08, compuesta por un complejo de suelos: 30% serie Rafaela (Argiudol típico), 40% serie Lehmann (Argiudol ácuico), 30% serie Castellanos (Argialbol típico). El cultivo antecesor fue maíz. Un mes antes de la siembra se realizó un control químico de malezas con 3l de glifosato y 4l de atrazina.

La distribución del efluente se realizó mediante una máquina estercolera marca Fliegl de 5 m³ de capacidad, 20 días previos a la siembra de maíz. La aplicación fue superficial en forma de abanico (Figura 2).



Figura 1 y 2: Toma de efluente de la laguna y aplicación a campo.

La fecha de siembra del ensayo fue el 14 de septiembre y la emergencia el 20 del mismo mes. El híbrido de maíz utilizado fue PAN6P-563 RR2. El distanciamiento entre hileras fue de 0,52 m y el stand de plantas logrado fue de 72.300 plantas ha⁻¹ (3,8 sem/m). En el momento de la siembra se aplicó fertilizante mezcla química 40-20-20 aplicada en la siembra a razón de 100 kg ha⁻¹

Las dosis de efluentes comparadas fueron 0, 30, 60 y 90 m³ ha⁻¹ y el diseño experimental utilizado fue el de parcelas apareadas con 2 repeticiones y las parcelas fueron de 50 m de largo por 16 m de ancho.

El efluente de tambo se obtuvo de la segunda laguna de tratamiento de efluente del sistema (figura 3). Con la finalidad de conocer su composición, se tomaron muestras del mismo y se enviaron a laboratorio para su análisis. En la Tabla 1 se pueden observar los valores de pH, conductividad eléctrica, sólidos totales, sólidos volátiles, sulfuros, Nitrógeno Total (Nt), Nitrógeno amoniacal (N-NH₄), Fósforo Total (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K) del efluente utilizado.

Tabla 1. Caracterización físico química del efluente empleado.

Parámetro	Efluente de tambo
pH	6,69
Conductividad (mS/cm)	6,50
Sol. Totales (mg/l)	90430
Sólidos volátiles (mg/l)	39778
Sulfuros (mg/l)	1
Nt (g/l)	1,59
N-NH ₄ (g/l)	0,64
P (mg/l)	39,8
Ca (mg/l)	149
Mg (mg/l)	86
Na (mg/l)	487
K (mg/l)	628

A partir de los valores de la Tabla 1, es posible destacar el alto contenido de Nt, N-NH₄ y K. El contenido de P fue menor a los citados en la bibliografía (García *et al.*, 2008). En cuanto al Na, la aplicación de 10.000 l ha⁻¹ de efluente, significaría el agregado de casi 5 kg ha⁻¹ de Na. Este no es un valor alto, no obstante es aconsejable un seguimiento de su efecto en el suelo en el tiempo.

Al momento de la siembra se analizaron las propiedades químicas del suelo, que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros químicos del suelo evaluados al momento de la siembra del maíz, campaña 2012/2013.

Profundidad (cm)	M.O.	Nt	N-NO ₃	Fósforo (P Bray I)	S	pH	Valor T	Ca	Mg	Na	K
	%		Ppm				meq/100g				
0 – 20 cm	3,10	0,198	13,5	55,2	39,8	6,3	16,3	9	1	0,4	1,7

Los valores de M.O., Nt, N-NO₃, S y P extractable fueron altos, mientras que el de los cationes intercambiables Ca y Mg fueron bajos. El resto de los parámetros se encuentran dentro de rangos adecuados.

Las abundantes lluvias registradas en el período de barbecho, determinaron una reserva inicial de agua en el perfil muy favorable. El contenido de humedad hasta 1,5 m de profundidad, fue de 172 mm de agua útil. En la Figura 3 se indican las precipitaciones ocurridas en el período agosto 2012 - enero 2013 y el período histórico 1930 – 2011.

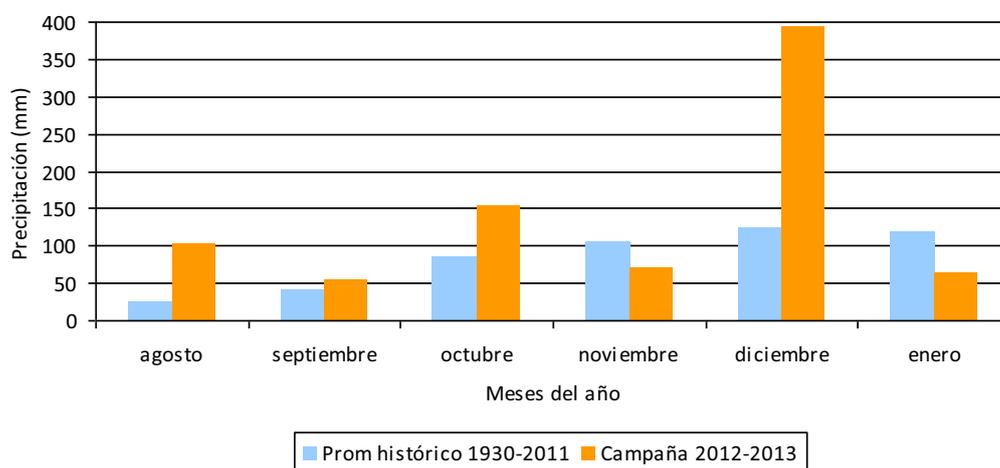


Figura 3: Precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica del INTA Rafaela. Registros históricos (1930-2011) y precipitaciones (mm) ocurridos en la campaña 2012/13.

Durante el mes de diciembre se observó un record de precipitación para la localidad de Rafaela con 393,7 mm, siendo el mayor registro para la serie de años 1930-2012 (Figura 3).

Se determinó el contenido de clorofila en los tejidos de las hojas de maíz para los tratamientos ensayados mediante un equipo portátil (SPAD 502 de Minolta) en el estadio de floración. Se tomaron 10 plantas por parcela y las mediciones se realizaron en la parte central de la primera hoja completamente desarrollada opuesta a la espiga.

El rendimiento de maíz se determinó mediante la producción de biomasa acumulada del cultivo en el estado de madurez fisiológica el 9 de enero de 2013. Para ello se midieron 4 metros lineales de 2 surcos apareados y se cortaron las plantas en la base de los tallos (contra la superficie del suelo). Se guardaron 2 plantas que luego fueron picadas enteras, tomando una muestra para determinar humedad y la composición de N. Las muestras se secaron en estufa a 65 °C durante de 48 horas. Por diferencias de peso y teniendo en cuenta la distancia entre hileras (0,52 m), se determinó la biomasa acumulada (Kg m.s. ha⁻¹).

Otro parámetro estudiado fue el contenido de N presente en la biomasa según la metodología AOAC. Se analizó el contenido de nitratos en la base de los tallos de maíz cuando se realizó la determinación de biomasa, sobre 3 plantas por parcela, siguiendo la misma metodología ya mencionada.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos para evitar la incidencia en los resultados de factores no deseados (malezas, insectos, enfermedades). Los datos de los parámetros evaluados fueron analizados mediante análisis de varianza, efectuándose las correspondientes comparaciones de medias con el test de Fisher (LSD, $\alpha = 0,05$).

Resultado y discusión

Contenido de clorofila en la hoja (SPAD)

Para esta variable, no existieron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos ensayados (Tabla 3). El valor medio de unidades SPAD fue de 60, con máximos de 61 para E30 y mínimos de 58 para E90.

Tabla 3: Efecto de la dosis de efluente en el contenido de clorofila en la hoja.

Efluente (m ³ ha ⁻¹)	Lectura SPAD
0	60

30	61
60	60
90	58

Piekielek *et al.*, (1995) consideran que el punto crítico, a partir del cual no hay respuesta al abonado nitrogenado, se corresponde con una lectura SPAD de 52 unidades. La media de todos los tratamientos del ensayo se encontraron por encima de este valor, lo que indica que las plantas no sufrieron carencias de N, al menos hasta floración.

Producción de biomasa

La biomasa total acumulada (kg m.s. ha⁻¹) al final del ciclo de cultivo con el tratamiento estadístico correspondiente se presenta en la Tabla 4. No existieron diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos ensayados (debido a la variabilidad de esta determinación), pero resultó evidente una producción de biomasa inferior en la parcela control, respecto del resto. Los mismos resultados fueron obtenidos por Berenguer *et al.*, (2008) y Yagüe y Quílez, (2010), en ensayos donde la enmienda se aplicó previo a la siembra.

Tabla 4: Efecto de la dosis de efluente sobre la biomasa del maíz, extracción de nitrógeno en la planta y nitrógeno en la base del tallo (NBT).

Efluente (m³ ha⁻¹)	Biomasa (kg ha⁻¹)	N planta (%)	N extraído por hectárea (kg)	NBT (g N-NO₃⁻ kg⁻¹)
0	21690	1,51	327,5	0,90
30	23720	1,69	400,8	0,82
60	25500	1,55	395,2	0,91
90	25160	1,76	442,8	1,25

Extracciones de N del cultivo

La eficiencia agronómica y la eficiencia de absorción de N son grandes cuando la dosis de N aplicada es pequeña. Este comportamiento ha sido observado en diferentes experimentos con abonos orgánicos (Paolo y Rinaldi, 2008; Ma *et al.*, 1999). En este estudio, no se encontraron diferencias significativas para las extracciones de N del cultivo para ninguno de los tratamientos comparados, aunque si fue posible apreciar que la extracción de N por parte del cultivo fue superior a la parcela control (Tabla 4).

Aplicaciones adecuadas de efluente pueden tener la misma eficiencia potencial que N mineral. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores (Daudén y Quílez, 2004; Zebarth *et al.*, 1996). Los valores de las extracciones de N en planta (327,8-445,2 kg N ha⁻¹) superan los obtenidos por Andrade *et al.*, (1996) que publicó variaciones entre 240-300 kg N ha⁻¹.

Nitratos en la base del tallo

El contenido de N-NO₃ en la base de los tallos (NBT) es un parámetro útil para detectar las deficiencias en el contenido de N del maíz y planificar la próxima campaña de cultivo (Blackmer *et al.*, 1997).

El contenido de N-NO₃ en la base de los tallos no resultó afectado por la dosis de efluente ni por la fertilización a la siembra. No se observaron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos (Tabla 4).

Concentraciones entre 0,7 y 2 g N-NO₃⁻ kg⁻¹ en la base de los tallos, coinciden con el rango óptimo de fertilización (Blackmer y Mallarino, 1996). Todos los tratamientos se encuentran dentro de este rango, por tanto, los niveles de abonado no se caracterizan ni por exceso ni por defecto, aportando al maíz la cantidad necesaria de N para cubrir sus necesidades.

Conclusiones

El reciclado de los efluentes de tambo resultó de suma importancia para aumentar la fertilidad del lote destinado a la implantación de un maíz para silo. El mayor rendimiento se logró al aplicar una dosis de $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de efluente.

El rendimiento medio del ensayo fue de $24017 \text{ kg m.s. ha}^{-1}$ que se logró debido a las excelentes condiciones de crecimiento y desarrollo del cultivo durante la campaña 2012-2013.

Bibliografía

- Andrade, F., Cirilo, A., Uhart, S., Otegui, M., 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalpress. Editorial La Barrosa, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
- Andrade, F.H., 2011. La tecnología y la producción agrícola. El pasado y los actuales desafíos. Balcarce, Argentina. Ediciones INTA. 60p. ISBN 978-987-679-055-0
- Blackmer, A.M., Mallarino, A.P., 1996. Cornstalk testing to evaluate nitrogen management. PM -1584. Coop. Ext. Serv., Iowa State University, Ames. Iowa, USA.
- Blackmer, A.M., Voss, R.D., Mallarino, A.P., 1997. Nitrogen fertilizer recommendations for corn in Iowa. PM -1714. Coop. Ext. Serv., Iowa State University, Ames. Iowa, USA.
- Berenguer, P., Santiveri, F., Boixadera, J., Lloveras, J., 2008. Fertilisation of irrigated maize with pig slurry combined with mineral nitrogen. Eur. J. Agron. 28: 635-645.
- Daudén, A., Quílez, D., 2004. Pig slurry versus mineral fertilization on corn yield and nitrate leaching in a Mediterranean irrigated environment. Eur. J. Agron. 21:7-19.
- García, K., Charlón, V. 2011. Recirculación y reutilización del efluente de tambo luego de su tratamiento: cambios en la eficiencia del sistema. III Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables, Villa María, Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-1253-89-0.
- García, K., Charlón, V., Cuatrín, A., Taverna, M., Walter, E. 2008. Evaluación de un sistema de tratamiento aplicado a efluentes generados en las instalaciones de ordeño. Revista Argentina de Producción Animal. Vol.28/2008/Sup.I.p-p282-283.
- Irañeta, I., Abaigar, A., Santos, A., 2002. "Purines: ¿fertilizante o contaminante?" Navarra Agraria, núm. 132, p. 9 -24.
- Irañeta, I., Perez De Ciriza, J.J., Santos, A., Amézqueta, J., Carro, P., Iñigo, J.A., Abaigar, A., 1999. Purines de porcinos: (I) Valor Agronómico. Navarra Agraria. 115:14-25.
- LAF, 1999. "Avaluació i aprofitament dels residus orgànics d'origen ramader en agricultura". Quaderns de divulgació, núm. 5. Laboratori d'Anàlisi i Fertilitat de sòls. [Sidamon, Lleida].
- Ma, B.L., Dwyer, L.M., Gregorich, E.G., 1999. Soil nitrogen amendment effects on nitrate uptake and grain yield of maize. Agron. J. 91:650-656. 24 p.
- Minagri, 2013. <http://www.minagri.gob.ar/site/index.php>
- Paolo, E.D., Rinaldi, M., 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Res. 105:202-210.
- Piekielek, W.P., Fox, R.H., Toth, J.D., Macneal, K.E., 1995. Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. Agron. J. 87:403-408.
- Pomares, F. y Canet, R., 2001. Residuos orgánicos utilizables en agricultura: origen composición y características. En: Boixadera, J., Teira, M.R. (eds.) Aplicación agrícola de residuos orgánicos. Universidad de Lleida. Lleida, España.
- Yagüe, M.R., Quílez, D., 2010. Response of maize yield, nitrate leaching, and soil nitrogen to pig slurry combined with mineral nitrogen. J. Environ. Qual. 39:1-11.
- Zebarth, B.J., Paul, J.W., Schmidt, O., McDougall, R., 1996. Influence of the time and rate of liquid-manure application on yield and nitrogen utilization of silage corn in south coastal British Columbia. Can. J. Soil Sci. 76:153-164.

Manejo de Efluentes en Feed Lot

Aníbal J. Pordomingo

INTA EEA "Guillermo Covas" Anguil

*Coordinador Programa Nacional Producción Animal
Estructuras de captura y manejo de efluentes y estiércol*

El manejo de efluentes líquidos y estiércol requiere del diseño de estructuras de captura o concentración, recolección, procesamiento y reuso o dispersión de las excretas. La información sobre la escala del feedlot (cantidad de animales a contener) y sobre las características topográficas, edáficas, hidrológicas y climáticas del sitio constituye la base del diseño. El objetivo debe ser la contención y manejo de los efluentes líquidos y sólidos para reducir al mínimo los escapes al medio y el proceso debería iniciarse con la estimación de los volúmenes a generar y consecuentemente a contener, tanto en líquidos como en sólidos.

En los feedlots a cielo abierto, los efluentes líquidos son generados a partir de las deyecciones y el aporte de agua de las precipitaciones. El área del feedlot, las precipitaciones y las condiciones del suelo o piso de los corrales (textura, compactación y pendientes) definen el volumen de líquidos. El sistema de captura de efluentes tendrá sentido si se corresponde con un buen diseño topográfico y tratamiento del piso de los corrales para reducir al mínimo la infiltración y facilitar el escurrimiento controlado (NSW Agriculture, 1998).

De manera similar, los volúmenes de sólidos generados (estiércol) deben ser estimados, y luego planificado su manejo de acuerdo a pautas que permitan maximizar la retención de nutrientes y elementos con potencial contaminante en la masa de estiércol y, minimizar la movilización no controlada, y prepararlo para su traslado fuera de los corrales y el uso posterior.

Manejo de líquidos

Las instalaciones para el manejo de efluentes se componen de un sistema de recolección de los líquidos en escurrimiento superficial a través de una estructura de drenajes primarios y secundarios colectores y su captura en sistemas de tratamiento (decantación de sólidos, reducción de materia orgánica y evaporación de agua) y almacenamiento para su posterior uso (riego).

Área de captura y drenajes

Se entiende por área de escurrimiento de efluentes a la superficie de todo el feedlot que recibe o captura líquidos, lo que finalmente deberán ser conducidos y tratados evitando su infiltración o movimiento descontrolado. El área deberá incluir:

- área de corrales de alimentación, recepción y enfermería,
- área de corrales y manga de manejo o tratamientos,
- caminos de distribución de alimento y de movimiento de animales,
- áreas de almacenamiento y procesamiento de alimentos,
- áreas de acumulación de heces de la limpieza de los corrales,
- áreas de silajes,
- área de lavado de camiones.

En algunos casos el área de corrales recibe los efluentes de los sectores destinados al almacenamiento y procesado de alimentos, en otros estos sectores no comparten la misma pendiente por los que sus escurrimientos deben ser conducidos por vía independiente hacia las lagunas de decantación y almacenamiento.

El sistema de drenajes debería ser concebido para: i) evitar el ingreso de escurrimientos superficiales al área del feedlot, ii) crear un área de escurrimiento controlado, iii) coleccionar el escurrimiento del área del feedlot y transferirlo, vía sistemas de sedimentación, a lagunas o

sectores de decantación y sistemas evaporación, y iv) proveer sistemas de sedimentación para remover sólidos arrastrados en el líquido efluente, con el objeto de manejar los efluentes y proteger los recursos hídricos locales de la contaminación, evitar la formación de barros y sectores sucios propicios para el desarrollo de putrefacciones, olores y agentes patógenos.

Sistema de almacenamiento

En la totalidad de la superficie del feedlot las pérdidas por infiltración deberían ser mínimas y las producidas por evaporación dependerán del tiempo de permanencia del agua en la superficie del feedlot y en las lagunas precedentes. Los diseños de mayor seguridad contemplan una relación entre agua de escorrentía/precipitada de 0,7 a 0,8 (NSW Agriculture, 1998). Otros menos exigentes utilizan valores relaciones de 0,3 a 0,5 (Phillips, 1981). Sin embargo, estos últimos se combinan con el uso frecuente y sistemático en riego.

Desde la laguna de sedimentación el líquido fluye hacia los sistemas de evaporación y finalmente hacia las lagunas de almacenamiento. Estas lagunas se diseñan para contener los líquidos y sus funciones son:

- a) la captura de la escorrentía del feedlot para minimizar la polución del suelo y los recursos hídricos,
- b) el almacenamiento del agua de escurrimiento para su posterior uso en riego,
- c) el tratamiento del agua recogida antes de su aplicación,
- d) la recolección del agua efluente para continuar evaporación.

Sistemas alternativos para el manejo de efluentes

La utilización de franjas de vegetación que operen de filtro verde de los efluentes se han difundido como una alternativa de menor costo, comparada con el almacenaje y bombeo y riego por aspersión o traslado en tanques regadores a predios agrícolas. En estos sistemas, se construyen lagunas de sedimentación y almacenamiento para corto tiempo y volúmenes limitados, las cuales drenan por desborde de vertedero regulable a sectores cultivados con especies vegetales de alta tasa de crecimiento y captura de nutrientes. Ese sector debería ser sistematizado para que se riegue por inundación. Se puede diseñar un sector de cultivos anuales de invierno y de verano sobre la misma superficie para continuar con una forestación de rápido crecimiento. El agua que continúa por pendiente hacia sectores más bajos, luego de pasar por estos filtros llega con menos del 10% de los sólidos totales con los que ingresara al filtro y el 1 % del nitrógeno y fósforo iniciales (Ikenberry y Mankin, 2000; Fajardo et al. 2001; Woerner y Lorimor, 2002). Ikenberry y Markin (2000) observaron una remoción total de nitrógeno, fósforo y el 85% del amonio.

Manejo del estiércol

Dependiendo de la digestibilidad de la dieta, un feedlot de 5000 cabezas puede producir entre 6000 y 9000 toneladas de estiércol anualmente. Un novillo de 450 kg produce un promedio de 38 litros o 27 kg de excrementos húmedos (orina y heces) por día, con una variación del 25% dependiendo del clima, el consumo de agua y el tipo de dieta. La reducción de la producción total de heces es el primer factor reductor de polución. Las dietas de baja fibra se caracterizan por digestibilidades mayores y menores emisiones.

Acumulación

La mayor acumulación de estiércol ocurre en los sectores adyacentes a los comederos. En esas áreas, también el contenido de humedad es mayor. El ritmo de producción es mayor al de secado. En años lluviosos, y especialmente en instalaciones con problemas de escurrimiento o drenajes, las limpiezas periódicas en el área anexa a los comederos reducen problemas de anegamiento, suciedad y expresión de afecciones de las patas y enfermedades (NSW Agriculture, 1998).

El otro sector de alta concentración de heces es el contiguo a los bebederos. Se le suma aportes de agua por orina. Es un sector donde los animales frecuentemente orinan. También aportan

agua los rebalses por desperfectos o salpicado desde los mismos bebederos que los animales producen. Las limpiezas frecuentes reducen las acumulaciones de material fecal húmedo y problemas posteriores.

Limpieza de los corrales

La remoción frecuente del estiércol y su aplicación directa en la tierra maximiza el valor fertilizante, reduce los riesgos de polución de aguas y aire y reduce el costo de los dobles manipuleos. Cargadores con pala frontal se utilizan comúnmente para limpiar los corrales. En feedlots grandes suelen utilizarse autocargadores con cepillos raspadores frontales. Normalmente se limpian los corrales cuando están vacíos entre salidas y entradas de lotes de animales. Se deberían limpiar dentro de los 5 días luego de salido el lote de animales para evitar el encostrado con la humedad diaria y lluvias eventuales. Si la cantidad de material acumulado excede los 15 o 20 cm de altura y ocurren lluvias, puede comenzar un flujo masal de la excreta (movimientos similares a los de la lava volcánica) que ensucia todo a su paso, congestiona drenes y compromete el acceso a las calles y corrales. Este es otro motivo para mantener limpios los corrales.

Fertilización con líquidos y estiércol

Riego con efluentes líquidos

El objeto de establecer áreas a regar con los efluentes consiste en minimizar los riesgos de contaminación con los líquidos emanados del feedlot a través de la generación de un uso económico del agua, nutrientes y materia orgánica almacenados en la laguna de almacenamiento. Los cultivos o pasturas producidos bajo riego serán seleccionados por su alta capacidad de retención de nutrientes en biomasa aérea y la facilidad de cosecha mecánica del forraje (Clark et al., 1975a; Sweeten, 1990). Si la cosecha fuera por medio del pastoreo directo, el retorno de nutrientes al lote es muy alto y se reducen la capacidad del sitio para aceptar riegos frecuentes con líquidos efluentes de alta carga de nutrientes en solución (particularmente fuentes nitrogenadas y azufradas de alta movilidad). La capacidad del suelo de asimilar nutrientes es crucial. Los suelos arenosos tienen una muy baja capacidad de retención de nutrientes, los más francos o arcillosos tienen mayor capacidad.

Abonado con estiércol

El manejo del estiércol debería plantear un programa de uso semejante al planteado para el uso de efluentes líquidos. Sería conveniente la opinión técnica de un especialista en fertilización con abonos para ajustar el programa. En términos estimados, una tonelada de excrementos de bovinos de feedlot contiene cerca de 5 kg de nitrógeno, 1 kg de fósforo y 4 kg de potasio. Si no se considera la fracción líquida, el excremento resulta en 2,5 kg de nitrógeno, 1 kg de fósforo y 0,8 kg de potasio (1kg K₂O). Determinaciones en varios feedlots de EEUU indicaron que el excremento promedio de feedlot contiene entre 2 y 2,5% de nitrógeno, 0,3 a 0,8 % de fósforo y 1,2 a 1,8 % de potasio en base seca (Mathers y Stewart., 1971, Mathers et al., 1975; Arrington y Pachek, 1981; Sweeten y Amosson, 1995). Investigaciones australianas (NSW Agriculture, 1998) sugieren rangos de 0,7 a 3% de nitrógeno, 0,2 a 1,4% de fósforo, 0,7 a 4% de potasio sobre base seca y un contenido de humedad del 9 al 54% para cálculos de mínimos o máximos según se lo requiera. A manera de ejemplo adicional, en el Cuadro 87 que sigue se resume información de composición química de muestreos realizados en feedlots de Australia (NSW Agriculture, 1998).

Oportunidades del sector agropecuario y agroindustrial argentino para la generación de bioenergía en origen

*Ing. Agr. Marcos Bragachini¹, Ing. Agr. Diego Mathier¹, Ing. Agr. José Méndez²,
Ing. Agr. (M.Sc.) Mario Bragachini³, Ing. Agr. Alejandro Saavedra⁴.*

Desde hace algunos años las energías renovables (solar, eólica, biomásica, etc) van ganando protagonismo a nivel mundial y eso se debe a que el petróleo es un recurso escaso y que al usarlo se liberan grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera, uno de los gases causantes del efecto invernadero y por ende del calentamiento global.

En nuestro país la matriz energética está compuesta mayormente por fuentes no renovables de energía (gas, petróleo, energía nuclear y carbón), sin embargo, las energías renovables poco a poco están ganando terreno. Además de tratarse de una forma de generación de energía mucho más amigable con el ambiente, son una forma de sustitución del uso de combustibles fósiles. Y esto toma mayor relevancia a la hora de analizar que a partir del año 2010 el país tiene una balanza energética negativa, a pesar del desarrollo del país en estos temas.

Argentina tiene excelentes oportunidades para el desarrollo de la energía eólica y solar, eso ya es sabido. También en lo que respecta a la generación de energía a partir de la **biomasa (bioenergía)**, se presentan muy buenas posibilidades de desarrollo, ya sea mediante el aprovechamiento de residuos biomásicos provenientes de agroindustrias, de producciones agropecuarias, residuos orgánicos municipales, producciones biomásicas dedicadas a tal fin, entre otros, por disponer de grandes extensiones de suelo, luz, temperatura y agua.

En Argentina, la generación y distribución de energía no es uniforme a lo largo de todo el territorio nacional, existiendo lugares o regiones con necesidades energéticas aun no cubiertas, en donde se podría estar aprovechando esta posibilidad de generación energética a partir de biomasa. Esto generaría no solo un beneficio ambiental en el territorio, sino también, por un lado, brindar la posibilidad de desarrollo de la región al disponer de energía en origen para la instalación de industrias o empresas agroindustriales; y por otro, el hecho de llevar adelante un emprendimiento de la instalación de una planta generadora de bioenergía (biodigestión o gasificación de biomasa, plantas de biocombustibles, etc.) conlleva todo un proceso a nivel de la región que también aporta al desarrollo de la misma.

Es por este motivo que el sector agropecuario-agroindustrial se encuentra ante una situación muy beneficiosa para el desarrollo de proyectos de generación energética en origen, ya sea para autoconsumo o venta de energía a la red nacional o como un eslabón importante en la cadena bioenergética, al ser un proveedor de esta biomasa, como por ejemplo al producir cultivos energéticos.

Producción de biogás mediante “Biodigestión Anaeróbica”

Como se comentó anteriormente, una de las tecnologías de aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos es mediante la producción de biogás en biodigestores anaeróbicos. La digestión anaeróbica es un proceso bioquímico durante el cual la materia orgánica compleja (carbohidratos, grasas y proteínas) es descompuesta en ausencia de oxígeno, por varios tipos de microorganismos anaeróbicos. Este proceso es común en varios ambientes naturales como los sedimentos de agua de mar, el estómago de los rumiantes o las turberas. [1]

Este biogás, que en algunos casos es necesario un acondicionamiento previo, puede ser aprovechado en la generación de energía térmica y/o eléctrica y/o como biocombustible. Además, de este proceso se obtiene un coproducto llamado “digerido o digestato” que contiene nutrientes esenciales para los cultivos (N, P, K, etc) y por lo tanto puede ser utilizado como biofertilizante devolviendo los mismos al suelo. [1] Otros beneficios de esta tecnología es que el digerido, en comparación a los efluentes sin tratar presenta menor olor, menor carga

patógena y los nutrientes se encuentran de una manera más disponible para el aprovechamiento de los cultivos [6].

Por otro lado, estos biodigestores en muchos casos generan una alternativa ambiental de mucho valor ecológico, al evitar contaminaciones del aire, agua subterránea y superficial. [1]

El biogás es un gas combustible, compuesto principalmente por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y por cantidades menores de SH₂, N₂, H₂ y H₂O. La capacidad combustible de este gas la brinda principalmente el metano. [1]

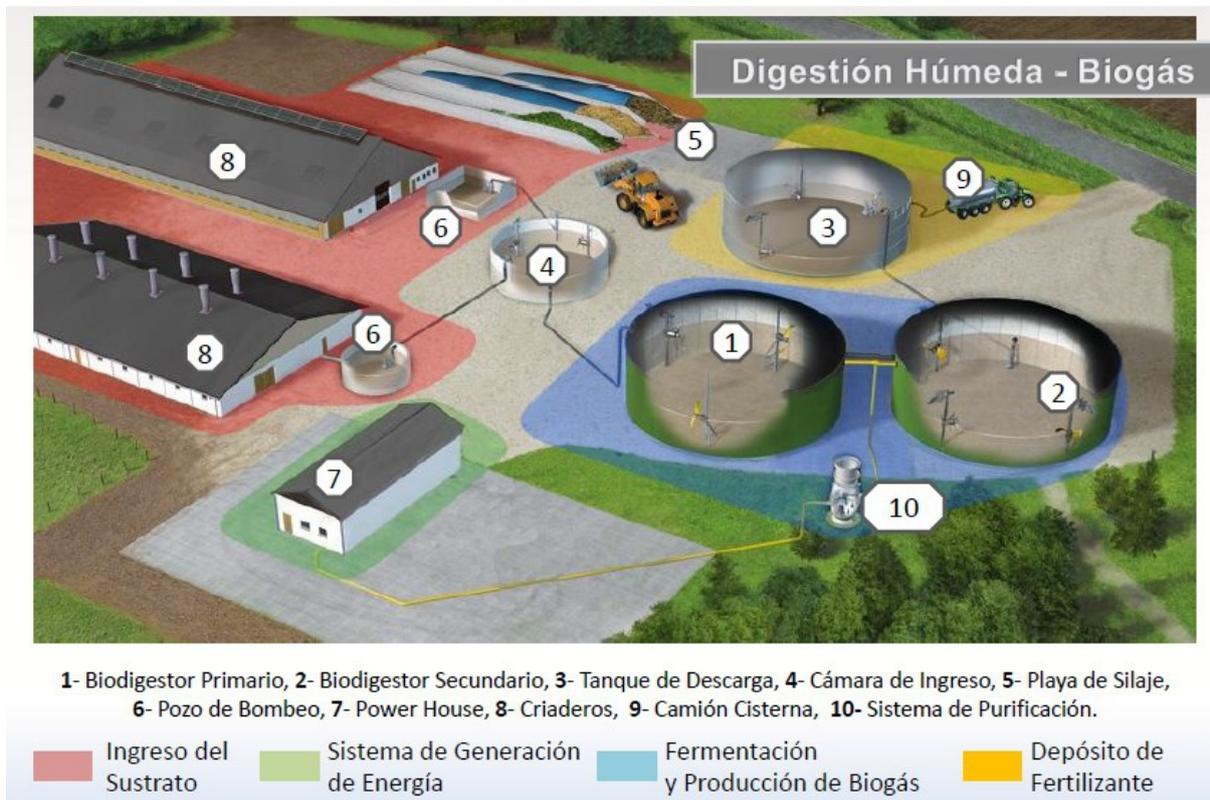
Componentes	Concentración, porcentaje
Metano (CH₄)	50 – 75 %
Dióxido de carbono (CO₂)	25 – 45 %
Agua (H₂O)	2 – 7 Vol. %, (a 20-40 °C)
Acido sulfhídrico (SH₂)	20-20.000 ppm
Nitrógeno (N₂)	< 2 Vol.-%
Oxígeno (O₂)	< 2 Vol.-%
Hidrógeno (H₂)	< 1 Vol. -%

1- Composición aproximada del biogás. [2]

El poder calorífico promedio de un metro cúbico de biogás es de 5.000 Kcal, lo que permite generar entre 1,3 - 1,6 kWh, equivalente a medio litro de petróleo, aproximadamente. [1]

Las plantas de biogás pueden funcionar con un único sustrato (estiércol de animales por ejemplo), pero también pueden hacerlo con la combinación de distintos sustratos (ej: silaje de maíz y estiércol animal) en cuyo caso el proceso se conoce como codigestión, siendo este sistema el más utilizado en países muy avanzados en la temática como Alemania e Italia y además en donde el sistema de digestión anaeróbica es instalado no solo para realizar un eficiente tratamiento de los efluentes sino también para autoabastecerse de energía o para comercializarla a terceros.[1]

En la siguiente imagen se observan las partes intervinientes en una planta típica de “Biodigestión Anaeróbica Húmeda”, un ejemplo de co-digestión de sustratos (efluentes pecuarios y cultivos energéticos) y además en la planta se realiza cogeneración (energía térmica y eléctrica) a partir del biogás producido en los digestores.



2- Esquema de una planta de digestión anaeróbica húmeda. Fuente: TecnoRed consultores S. A. (<http://www.tecnoredconsultores.com.ar/digh.html>)

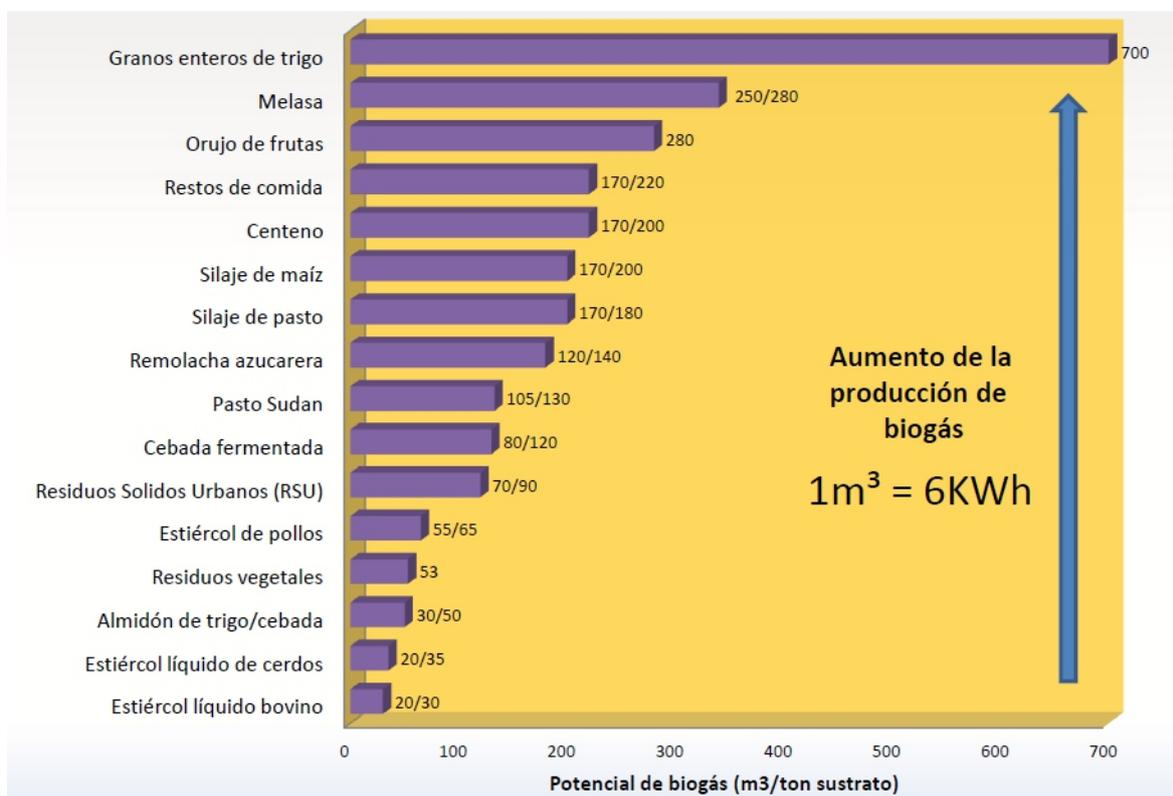
Como se observa en la imagen, hay 4 sectores principales en una planta de este tipo:

1. Sector de acumulación e ingreso de sustratos al sistema;
2. Sector de fermentación y producción de biogás, en el cual están los biodigestores que son el corazón del sistema;
3. Sector de acondicionamiento de biogás y generación de energía eléctrica y térmica.
4. Sector de depósito y de extracción del biofertilizante o digerido.

Los sustratos en forma de biomasa sólida tales como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU), los residuos agroindustriales o la producción de cultivos energéticos como silo de maíz o sorgo, se trituran e introducen en los digestores, junto con estiércol o residuos de la producción pecuaria. Estos, al ser calefaccionados proveen un ambiente con temperatura óptima de proceso; también presentan un sistema de agitación que favorece la fermentación con la consiguiente producción de biogás. [1]

El biogás se acumula en burbujas en la superficie del sustrato y se recoge en un contenedor de biogás. A partir de entonces el mismo puede tener varios usos posibles: la forma más sencilla de utilización es la quema directa en calderas o quemadores o la utilización para calefacción. También puede ser conducido hacia un generador eléctrico (motor de combustión interna o micro turbinas a gas), previo proceso de depuración (para la reducción de sulfhídrico y de vapor de agua), con el objetivo de producir energía eléctrica y calor (proceso de cogeneración). Otra opción es la purificación del biogás (99% metano) para ser introducida directamente a redes públicas de gas natural, en este caso se llama biometano que también puede ser utilizado en vehículos como biocombustible en remplazo o en conjunto al GNC [1]

En la siguiente imagen se observa el potencial de producción de biogás en metros cúbicos por tonelada de sustrato tal cual.



3- Potencial de producción de biogás de distintos sustratos. Fuente: TecnoRed Consultores S.A. [3]

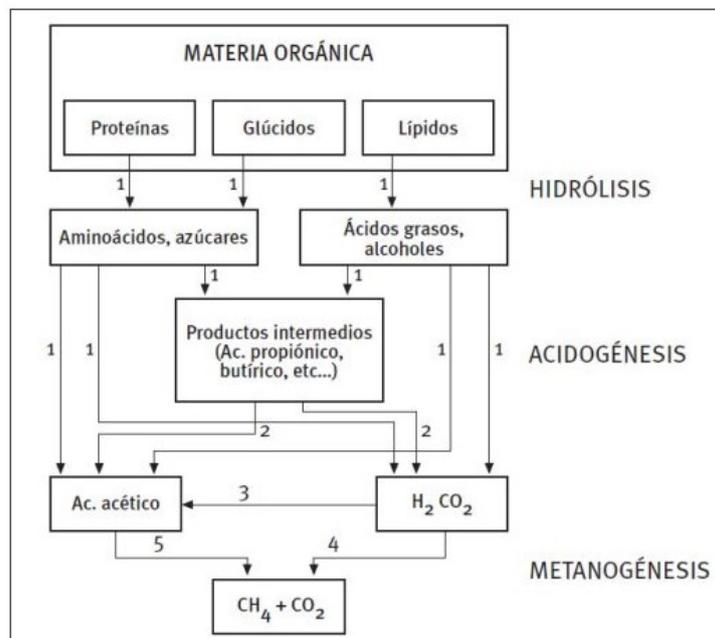
En la imagen se puede apreciar la gran variación entre los distintos sustratos en cuanto a su potencial para producción de biogás. Dentro de los sustratos que menos producen biogás están los efluentes pecuarios, porque son un desecho de estas producciones en las cuales los compuestos orgánicos más complejos han sido ya aprovechados. Entre los sustratos que presentan más potencial de producción de biogás se encuentran los cultivos energéticos o producciones agrícolas dedicadas a tal fin y los subproductos industriales.

Los cultivos energéticos más utilizados en la actualidad son los silos de cereales planta entera, son un buen cosustrato de los efluentes pecuarios para aumentar el rendimiento y las producciones de biogás en los sistemas de tratamiento de los efluentes.

Uno de los aspectos a tener en cuenta al plantear la digestión anaeróbica como sistema para tratar los efluentes pecuarios, es que el estiércol debe ser recolectado e introducido en los digestores diariamente y con el menor contenido de carga inorgánica posible (tierra u otro contaminante, por ejemplo). Por lo tanto para la aplicación de esta tecnología son preferibles los sistemas intensivos de producción animal (feedlot con corrales de concreto, cerdos en galpones en confinamiento, tambos estabulados, etc.).

Etapas del proceso de digestión anaeróbica

Para llegar al producto final el sustrato atraviesa 4 etapas diferentes (hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis). A continuación se presenta un esquema del proceso y una breve explicación de cada etapa.



4-Etapas del proceso de digestión anaeróbica [4]

Hidrólisis: La biomasa se encuentra en forma de grandes polímeros orgánicos. Para que las bacterias presentes en los digestores anaerobios tengan acceso a la energía potencial de este material, las cadenas deben ser rotas a partes más pequeñas (mono y oligómeros). Al proceso de ruptura de estas cadenas y su disolución en moléculas más pequeñas se lo llama hidrólisis. Por este motivo, la hidrólisis es el primer paso para la digestión anaeróbica. Varios microorganismos están involucrados en la hidrólisis, que es llevada a cabo por exoenzimas.

Acidogénesis: Durante esta etapa, los productos de la hidrólisis son convertidos por bacterias acidogénicas (fermentativas) en sustratos metanogénicos. Azúcares simples, aminoácidos y ácidos grasos son degradados a acetato, dióxido de carbono e hidrógeno (70%) así como a ácidos grasos volátiles (AGV) y alcoholes (30%).

Acetogénesis: se le conoce también como acidogénesis intermediaria en la cual los productos correspondientes son convertidos en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono. [5]

Metanogénesis: La producción de metano y dióxido de carbono a partir de productos intermedios es llevada a cabo por bacterias metanogénicas. El 70% del metano formado se origina del acetato, mientras que el 30% restante es producido de la conversión del hidrógeno (H) y el dióxido de carbono (CO₂).

La velocidad del proceso de descomposición total es determinada por la reacción más lenta de la cadena. En el caso de las plantas de biogás donde se procesan sustratos vegetales que contienen celulosa, hemicelulosa y lignina, la hidrólisis es el proceso determinante de la velocidad. Durante la hidrólisis, se producen cantidades relativamente pequeñas de biogás, alcanzando el pico de producción durante la metanogénesis.

Parámetros operacionales

Los parámetros operacionales hacen referencia a las condiciones de trabajo de los digestores. Entre los principales se encuentran:

- **Temperatura.** Podrá operarse en los rangos psicrófilo (temperatura <25°C), mesófilo (temperaturas entre 25-35°C) o termófilo (temperaturas entre 45-55 °C). Las tasas de crecimiento y reacción aumentan conforme lo hace el rango de

temperatura, pero también la sensibilidad a algunos inhibidores, como el amoníaco. En el rango termofílico se aseguran tasas superiores de destrucción de patógenos.

- **Agitación.** En función de la tipología de digestor debe transferirse al sistema el nivel de energía necesario para favorecer la transferencia de sustrato a cada población o agregados de bacterias, así como homogeneizar para mantener concentraciones medias bajas de inhibidores.
- **Tiempo de retención.** Es el cociente entre el volumen y el caudal de tratamiento, es decir, el tiempo medio de permanencia del sustrato en el digestor, sometido a la acción de los microorganismos.
- **Velocidad de carga orgánica.** Es la cantidad de materia orgánica introducida por unidad de volumen y tiempo. Valores bajos implican baja concentración en el sustrato y/o elevado tiempo de retención. El incremento en la OLR implica una reducción en la producción de gas por unidad de materia orgánica introducida, debiendo encontrar un valor óptimo técnico/económico para cada instalación y residuo a tratar.

A continuación se demuestran algunos ejemplos de plantas de biodigestión anaeróbica en el país que ya están en funcionamiento y otras que empezarán a funcionar en el transcurso de este año.

- **Planta de generación de biogás “Yanquetruz”**

La planta pertenece a ACA (Asociación de Cooperativas Argentinas) y está ubicada en cercanías de la localidad de Juan Llerena (provincia de San Luis). Esta zona es apta para la producción de porcinos al ser libre de micoplasma (una enfermedad que afecta a los cerdos), y para la producción de semilla. A su vez, la zona carecía de energía al ser punta de línea, lo que limitaba el desarrollo agroindustrial del establecimiento.

Mediante la instalación de una planta de biogás (biodigestión anaeróbica) se está realizando un buen tratamiento de los efluentes generados por la producción porcina de ciclo completo de 1.500 madres (en un futuro 5.200) con el agregado de silo planta entera de maíz o sorgo. Con esto se logra el autoabastecimiento de energía térmica (1,5 MWt), que será utilizada para calefacción de instalaciones porcinas y biodigestor, y de energía eléctrica (1,5 MWe) para sistema de riego, planta de alimento balanceado, instalaciones porcinas, etc. Por otro lado como la energía que se genera en el establecimiento “Yanquetruz” sobrepasa la demanda energética del sistema, un porcentaje elevado se vende al sistema interconectado nacional. La empresa que llevó adelante el proyecto es de origen nacional: TECNORED CONSULTORES SA.



6 – Planta de biogás en funcionamiento en la provincia de San Luis, en el establecimiento Yanquetruz.

- **Proyecto de tratamiento de residuos orgánicos de FECOFE y la Cooperativa Eléctrica de Huinca Renancó.**

Es realizado por la Federación de Cooperativas Federadas Limitadas (FECOFE), asociada con la CEHR (Cooperativa Eléctrica de Huinca Renancó), con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Se trata de un proyecto que se encuentra en la etapa de construcción en la localidad de Huinca Renancó (Cba) y que estará finalizado antes de mediados de 2014. Su objetivo es el tratamiento de 1.449 ton/año de FORSU (Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos) de 11 localidades (30.000-35.000 habitantes) del sur de la provincia de Córdoba pertenecientes a la Comunidad Regional de General Roca, 2.353 ton/año de desechos de frigorífico bovino, 322 ton/año de residuos de frutas y verduras provenientes del mercado concentrador frutihortícola y la incorporación de silaje de sorgo silero o biomásico para producir energía eléctrica y biofertilizantes permitiendo revalorizar pasivos ambientales en activos económicos. La tecnología empleada es la digestión anaeróbica de tipo mesofílica mediante la cual se van a generar unos 300 KWh de energía eléctrica destinando a la red interconectada nacional unos 265 KWh. El proyecto es realizado por una asociación entre el grupo IFES y grupo Montanaro con un socio tecnológico italiano llamado AUSTEP.

- **Proyecto de biogás de Bioeléctrica S.A. en Río Cuarto (Cba).**

El objetivo que se plantea es la generación de energía eléctrica para la venta, a partir de biogás producto de un proceso de fermentación anaeróbica termofílico de silaje de maíz (90%) y residuos pecuarios, como estiércol (10%).

Es un proyecto llevado a cabo por 29 socios vinculados al sector agropecuario que actualmente se encuentra en construcción con fecha estimada de finalización en junio de 2014. En el mismo se va a generar 1 MWh de energía térmica y eléctrica. La energía térmica será provista a Bio 4 SA (planta de etanol que se encuentra localizada frente a este emprendimiento) para el proceso de producción y la energía eléctrica será vendida al sistema interconectado nacional o a la empresa Bio 4 SA. La tecnología es aportada por Krieg & Fischer de Alemania.

- **Proyecto biogás en un feedlot en Carlos Tejedor**

El objetivo del proyecto es la generación de energía eléctrica a partir del biogás obtenido mediante fermentación anaeróbica de los efluentes (estiércol y orina) de 500 novillos en engorde a corral (sobre piso de hormigón) para vender a la red eléctrica nacional. En la actualidad está generando biogás mediante el tratamiento del estiércol bovino, pero aún no está siendo transformado en energía eléctrica. Se estima que en pleno funcionamiento puede aportar entre un 5% y 6% de la energía que se consume en la ciudad de Carlos Tejedor (Bs As) y el ámbito rural aledaño.

Como otro producto del tratamiento del proceso se obtiene el digerido que es aplicado al suelo como biofertilizante para la producción de alimento para el ganado.

El proyecto cuenta con cuatro patas sobre las que se apoya: la producción de carne, la generación de energía, el biofertilizante y el manejo de los efluentes con bajo a nulo impacto ambiental. Este proyecto es realizado por la empresa Biogás Argentina.

Ventajas de la producción y utilización de biogás

La producción y utilización de biogás proveniente de la digestión anaeróbica, provee beneficios ambientales y socioeconómicos para la sociedad en su conjunto, como así también a los agricultores involucrados. La utilización de la cadena interna de valor de la producción de biogás mejora la capacidad económica local, garantiza el trabajo en las zonas rurales e incrementa el poder adquisitivo local. Mejora el estándar de vida y contribuye al desarrollo económico y local. [1]

Se está avanzando en materia de energías renovables en el país, pero son muchas más las oportunidades que existen sobre todo en el área de la **bioenergía**. Con el aumento de la misma se estarían generando muchos beneficios en el territorio nacional, como el incremento de puestos de trabajo, sustitución de importación de energía, generación de energía en lugares en donde hoy no está disponible (“energía distribuida”).

Todo esto permitiría el desarrollo de los territorios que hoy están limitados por falta de energía, además de disminuir el impacto ambiental por el aprovechamiento de lo que hoy son residuos que no se aprovechan (ya sean pecuarios, agroindustriales y/o municipales) y una disminución de las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, logrando así una matriz energética nacional y en origen más amigable con el medio ambiente.

Autores:

¹ Técnicos participantes del Modulo 3: “Tecnologías para el desarrollo de bioenergía, a partir de recursos provenientes de las cadenas de producción agropecuario y agroindustrial (líquidos, sólidos y gaseosos)” perteneciente al proyecto Especifico 1 del Proyecto Integrador 1 del Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de valor de INTA. Técnicos de la EEA Manfredi – Córdoba.

² Coordinador del Modulo 3: “Tecnologías para el desarrollo de bioenergía, a partir de recursos provenientes de las cadenas de producción agropecuario y agroindustrial (líquidos, sólidos y gaseosos)” perteneciente al proyecto Especifico 1 del Proyecto Integrador 1 del Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de valor de INTA. Jefe de agencia de la AER Totoras - Santa Fe.

³ Coordinador del Proyecto integrado 1: “Procesos tecnológicos agroindustriales para agregar valor en origen de manera sustentable” perteneciente al Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de valor de INTA. Jefe de agencia de la AER Justiniano Posse – Córdoba.

⁴ Coordinador del Proyecto Especifico 1: “Procesos productivos agroindustriales para agregar valor en origen en forma sustentable” perteneciente al Proyecto Integrador 1 del Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de valor de INTA. Técnico de la EEA Manfredi – Córdoba.

Bibliografía

[1] Biogás handbook Dinamarca. Teodorita Al Seadi, Dominik Rutz, Heinz Pressl, Michael Köttner, Tobias Finsterwalder, Silke Volk, Rainer Janssen. (2008) www.lemvigbiogas.com

[2] 1º Jornada de técnicas. Bolsa de subproductos de la Región Central de Santa Fe - Rafaela. Steffen Gruber (2009).

[3] Producción de biogás a partir de cultivos energéticos, subproductos y residuos agroalimentarios. Jornada de capacitación sobre digestión anaeróbica y gasificación. Tecnoled consultores.

[4] <http://www.biodisol.com/que-es-el-biogas-digestion-anaerobia-caracteristicas-y-usos-del-biogas/digestion-anaerobia-proceso-de-produccion-de-biogas-biocombustibles-energias-renovables/>

[5] (<http://www.monografias.com/trabajos48/biomasa/biomasa2.shtml#ixzz2lrlebr5h>) Autores: Carlos Luis Urbáez Méndez, Leila Carballo Abreu, Yasiel Arteaga Crespo, Francisco Márquez Montesino, Universidad de Pinar del Río, "Hermanos Saíz Montes de Oca", Facultad de Forestal y Agronomía, Departamento de Química

[6] <http://www.consorziobiogas.it/publicazioni/biogas-fatto-bene.htm> ; Autor: Consorcio Italiano de Biogás y gasificación. Consultado en noviembre del 2013

Bragachini. M. Ediciones INTA. 2012. “1º Congreso de Valor Agregado en Origen. Integración Asociativa del campo a la góndola. 11º Curso Internacional de Agricultura de Precisión y 5ª Expo de Máquinas Precisas”. Capítulo: “Valor Agregado y Bioenergía estratégica en origen como motor para el desarrollo sustentable de un país líder en agroindustria y agroalimentos”. 413 páginas.

Fuentes consultadas: Sitios webs de empresas: Biogás Argentina, Grupo Ifes, Grupo Montanaro, Bioeléctrica S.A. y Tecnoled Consultores S.A.

El sector agropecuario como productor energético y de bio-fertilizante mediante una Planta de Biogás

Dr. Alberto Argiel

Especialista en plantas de biogás.

Trabaja con la empresa INPUT (Alemania), que diseña este tipo de plantas.

(E-mail: a.argiel@gmx.de - Tel. móvil: +54-9-351-684-7464)

La instalación de una planta de biogás transformaría a los productores agropecuarios en generadores de energía a escala industrial y en productores de sus propios bio-fertilizantes.

Una planta de biogás produce gas metano (CH_4), el cual, quemado en un motor a gas, puede mover un generador eléctrico y producir energía eléctrica y calor. Esta fuente eléctrica es adecuada como base de red por producir las 24 hs del día y todo el año (sin considerar el mantenimiento anual del motor).

Como requisito ideal o condición óptima para el aprovechamiento máximo de un proyecto de esta naturaleza y envergadura, existen tres factores a considerar: la necesidad de energía eléctrica, de energía térmica y la disponibilidad de biomasa, ya sea vegetal (plantas energéticas, ejemplo, maíz, sorgo, etc.), animal (estiércol, residuos de frigorífico, etc.) y/o residuos orgánicos de la industria alimenticia o urbanos.

El biogás es el producto de toda descomposición orgánica natural, fermentación o digestión debido al efecto de bacterias en ausencia de oxígeno. Lo conocemos porque se genera, por ejemplo, en el tracto intestinal de todo animal, en el fondo de pantanos, lagunas, rellenos sanitarios de residuos urbanos y demás.

Una planta de biogás es la respuesta racional a la búsqueda de una solución sustentable y segura al destino final de los residuos orgánicos y a la vez los transforma en un recurso energético, que además -y en su modelo de aplicación agraria- transformaría al productor agropecuario en un productor energético, complementando esa actividad.

Por su parte, un biodigestor, fermentador o reactor de descomposición es el elemento central en una planta de generación de biogás a partir de biomasa. En él, la materia orgánica original (proteínas, carbohidratos y grasas) es transformada por bacterias mediante un ciclo de fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de cuatro fases (Hidrólisis, Acidogénesis, Acetogénesis y Metanogénesis), en biogás. Entre el 50 y 75 % del biogás producido será gas metano. Además del biogás, también se genera bio-fertilizantes líquidos y sólidos como segundo producto, los que usados como abono en los cultivos propios, constituyen un excelente fertilizante natural de suelos agrícolas.

Particularidades y utilidades del funcionamiento de una planta de generación de biogás a partir de residuos orgánicos/biológicos

El proceso del reactor es constante y la producción de gas es continua, además permite:

1.- Aprovechamiento del cultivo completo, incluido el rastrojo, para producir en forma sostenible gas combustible y con esta energía (haciendo usufructo de lo que normalmente no se aprovecha).

2.- Posible generación directa de energía eléctrica y térmica en origen, a través de un motor a explosión o turbina a gas acoplado/a a un electro-generador.

a.- Por ser su producción constante, esa energía podría aportarse a la red eléctrica como carga base haciéndola más confiable.

b.- La energía térmica remanente también puede ser aprovechada, por ejemplo en procesos industriales como calefacción, secado o incluso para producir frío en cámaras de refrigeración, aumentando así la eficiencia del concepto.

- c.- Posibilidad de una autarquía o independencia de red eléctrica y/o de gas natural. Igualmente sería apta como solución “isla” en zonas de producción demasiado alejadas o aisladas de los servicios nacionales de red.
- 3.- Posible separación del gas metano del biogás, el cual puede ser aportado a una red de gas natural o como combustible propulsor del parque automotor propio.
 - 4.- Producción de un excelente bio-fertilizante para uso agrícola, para mejorar suelos y cultivos y con ello el rendimiento de la tierra productiva, que resulta apto para su comercialización.
 - 5.- Como alternativa y/o complemento de sustrato, puede ser utilizada, previa higienización, la fracción biológica de los RSU (residuos sólidos urbanos) y de esa manera alcanzar una reducción del volumen de los mismos, prolongando la vida útil del relleno sanitario y disminuyendo su impacto ambiental.
 - 6.- Dada la alternativa anterior, se puede alcanzar una disminución y hasta eliminación del riesgo de incendio o explosión en los rellenos sanitarios y a la vez se conseguiría paralelamente una reducción sostenible de las emanaciones de metano (importante contribuyente negativo del efecto invernadero en la atmósfera, veinticuatro veces más activo contra la capa de ozono que el CO₂) al ambiente.
 - 7.- Ganancia económica, sostenible a largo plazo por generación de un producto, metano y/o además energía eléctrica y térmica, aparte del beneficio de la comercialización o usufructo directo del segundo producto, los bio-fertilizantes sólidos y líquidos.
 - 8.- Capitalización política ideal por una mejor y más racional gestión de los residuos y/o uso de recursos naturales disponibles tanto como productos agroindustriales en forma sostenible a largo plazo y acción ejemplar con proyección hacia todo el país y el extranjero.
 - 9.- Cuando el metano originario del biogás sea aprovechado energéticamente, se quemará en forma climáticamente neutral (es decir que el CO₂, consecuente no será más que aquel que fijaron las plantas al crecer) por provenir de biomasa, y no de origen fósil. Además existe la posibilidad de obtener una ganancia material por la emisión de bonos internacionales de dióxido de carbono.
 - 10.- Posibilidad de empleo y aplicación de un máximo de insumos y servicios nacionales para la construcción, realización y explotación de la planta, a menor costo, reduciendo la dependencia de insumos del extranjero.

Cuanto mayor sea la capacidad del biodigestor, menor resulta el costo de inversión por unidad de producción.

Cabe destacar como detalle técnico que existe un tipo de plantas de biogás de alto rendimiento, cuyo reactor está basado en el principio denominado flujo pistón (Plug-flow en inglés o Pffroffenstrom en alemán) que vendría a ser como un intestino, donde lo que se digiere entra por un lado y sale por otro, logrando un mayor rendimiento en la descomposición de la materia orgánica y en la producción de gas que las plantas clásicas de forma circular, más conocidas en Argentina.



Ilustración de una planta de biogás de principio flujo pistón

Este tipo de plantas de biogás de principio flujo pistón de alto rendimiento, cuenta con tecnología alemana de punta, confiable y de larga vida útil. Estas son diseñadas para funcionar por años en forma infalible e ininterrumpida. Los elementos o partes críticas y equipos de seguridad o control se presentan en forma redundante. Los revoladores cuentan con motores de alto rendimiento eléctrico de última generación y no se encuentran sumergidos en el sustrato, sino fuera del líquido permitiendo un fácil acceso.



Imágenes de un biodigestor de flujo pistón en construcción en Alemania



Alemania es conocida por la evolución y el desarrollo en el tema del aprovechamiento racional de las energías renovables. Actualmente posee más de 7.800 plantas de biogás en funcionamiento que aportan gas metano directamente a la red de alta presión o bien energía eléctrica a la red interconectada, además de energía térmica a una red local de calefacción a distancia o a alguna aplicación industrial respectivamente.

Existen muchos más argumentos en pro de la implementación de esa tecnología para hacer crecer la generación de energía a partir de la biomasa, uno contundente es el afianzamiento del crecimiento de las vastas regiones agroindustriales mediante la diversificación de la producción energética, fortaleciendo las autonomías locales con el uso (indirecto) de una fuente de vida inagotable, el sol.

Herramientas utilizadas para la delimitación de ambientes o zonas de manejo

Ing. Agr. Diego Villarroel, Ing. Agr. Juan Pablo Vélez, Ing. Agr. Andrés Méndez,
Ing. Agr. Fernando Scaramuzza
Módulo de Tecnologías de Agricultura de Precisión
INTA EEA Manfredi

La Agricultura de Precisión es una tecnología de información basada en el posicionamiento satelital, una de las ventajas que brinda es la de obtener datos georreferenciados de los lotes para un mejor conocimiento de la variabilidad de rendimiento expresada por los cultivos en los distintos sitios del campo. Los lotes pueden presentar diferentes tipos de variabilidad: topográfica, por génesis de suelo, por distinto tipo de manejo, etc. Y existen herramientas a través de las cuales se puede recolectar información, tales como mapas de rendimiento, fotografía aérea, mapas topográficos, imágenes satelitales, carta de suelo, mapas de conductividad eléctrica, muestreos de suelos dirigidos, entre otros. Todas estas, asociadas con la experiencia del productor o asesor permiten definir dentro de un lote, sitios con potencialidad de rendimiento diferentes que tendrán distintos requerimientos de insumos los cuales pueden ser aplicados con tecnología de dosificación variable.

Con esta tecnología se obtienen beneficios económicos y ecológicos. Económicos, por ahorro de insumos y/o por aumento de la producción al realizar una mejor distribución de estos en el lote. Ecológicos, por la disminución de la sobreaplicación de insumos, impidiendo que los excesos no aprovechados por el cultivo contaminen principalmente las reservas de agua.

La delimitación de las zonas de manejo se puede decidir mediante la integración de toda la información georreferenciada. Es importante saber que los métodos utilizados para un campo pueden no funcionar para otros, ya que no toda la variabilidad se explica y distribuye de la misma manera, lo más importante es la experiencia y el conocimiento del encargado o asesor del campo sobre los lotes a trabajar.

Entre las herramientas para delimitar los ambientes se puede mencionar a los *Mapas de Rendimiento*. La delimitación de zonas con mapa de rendimiento es el método más utilizado y recomendado debido a lo generalizado de su uso y a que brindan una información extra y muy importante para la aplicación variable de insumos. Reflejan el potencial de rinde que posee cada zona de manejo. Pero hay situaciones en las que se hace necesario utilizar otra información georreferenciada debido a que no se posee mapa de rendimiento alguno o también para complementar y respaldar la decisión tomada.

Como se observa en la Figura 1, es posible que la variabilidad sea captada a simple vista sin la necesidad de detectarla en un mapa de rendimiento, tal es el caso de suelos con problemas salinos, donde claramente se observa la limitante reflejada en el cultivo. Pero en otros casos cuando se observa el desarrollo de la planta es posible que no pueda identificarse la variabilidad hasta observar el mapa de rendimiento que la refleja.

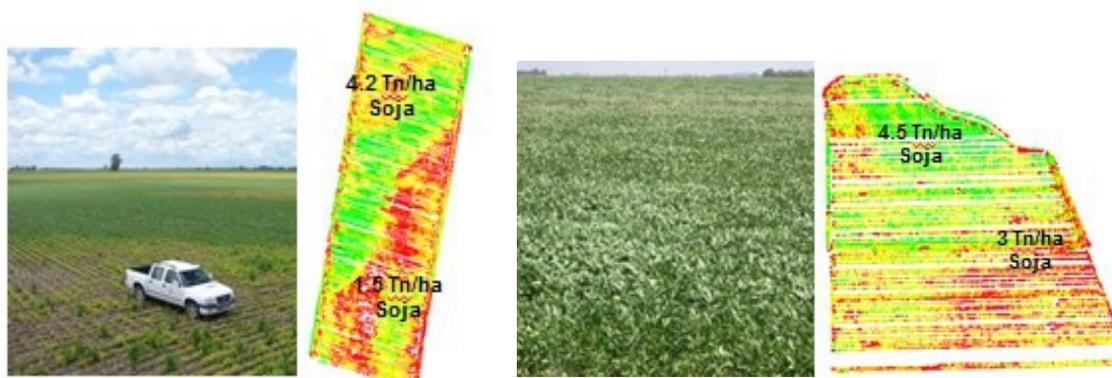


Figura 1: Variabilidad detectada a simple vista y a través de mapas de rendimiento

Es importante lograr una correcta interpretación de los mapas de rendimiento por lo que es necesario el conocimiento de las condiciones bajo las cuales se sembraron, desarrollaron y cosecharon los cultivos que lo generaron, ya que el seguimiento de estos ayuda a entender las causas de la variabilidad en el rendimiento y estar seguros de que los datos son un reflejo de la realidad.

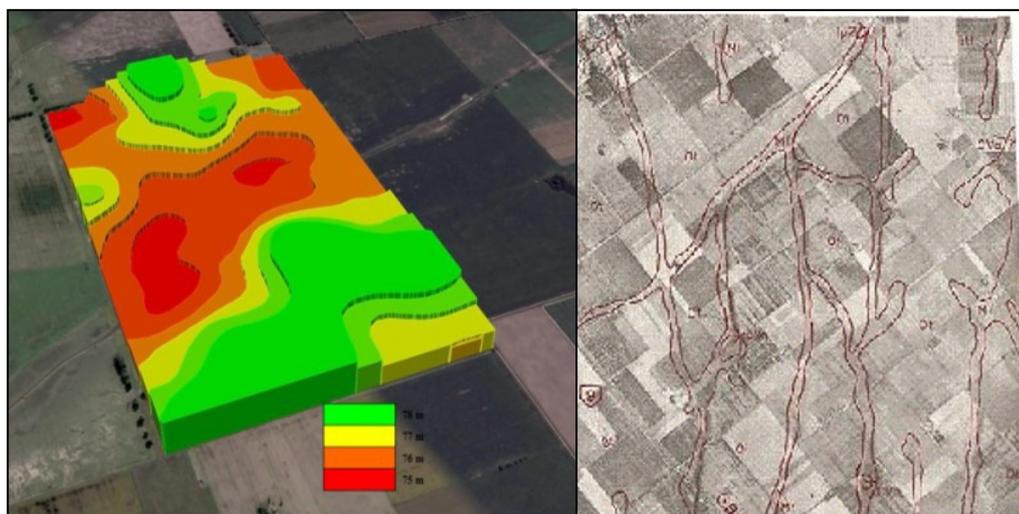


Figura 2: (izquierda) Mapas de Altimetría, (derecha) Cartas de Suelo

Otra herramienta utilizada para identificar y delimitar zonas de manejo son las *Cartas de Suelos* (Figura 2), éstas son fáciles de adquirir y ayudan a identificar los tipos de suelos y limitantes que estén dentro del lote. Son recomendables en caso de no disponer de otro tipo de información georreferenciada. A través de ellas podemos confeccionar un muestreo de suelos dirigido para cuantificar el potencial y las limitantes que tiene cada ambiente.

El uso de Banderilleros Satelitales y Pilotos Automáticos con sistemas de corrección GPS también brindan información que es posible utilizar para delimitar ambientes. A través de ellos obtenemos un *Mapa de Altimetría* (Figura 2) que se puede utilizar para marcar zonas en función de la altura del lote.

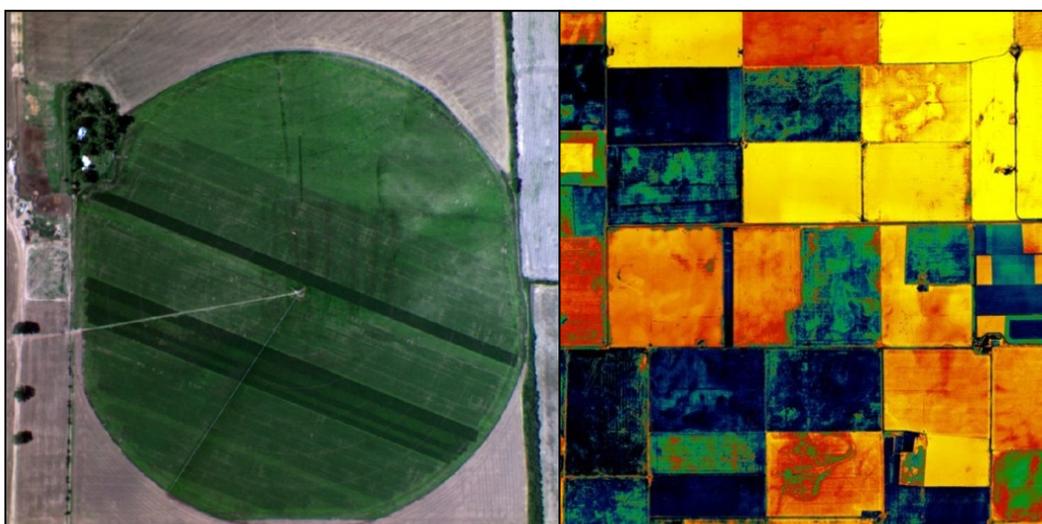


Figura 3: Fotografías Aéreas e Imágenes Satelitales

La *Fotografías Aéreas* y las *Imágenes Satelitales* (Figura 3) son otro tipo de herramientas utilizadas para identificar zonas. Por medio de ellas se puede cuantificar el desarrollo del cultivo en estados avanzados observando de éste y sus necesidades. Por ejemplo, se podría realizar una refertilización en caso que sea necesaria, entre otras cosas. Son herramientas que tienen un costo, a diferencia de los mapas de rendimiento y las cartas de suelo que son simples de obtener.

Los *Sensores de Índice Verde* (Figura 4) suministran información que puede ser utilizada del mismo modo que las Imágenes Aéreas y las Fotos Satelitales. Entre los sensores de Índice Verde más habituales se pueden nombrar a Green Seeker, WeedSeeker, Weedit. Con el primero es posible cuantificar el estado nutricional actual del cultivo para analizar la necesidad de una refertilización. A los otros, actualmente se los está utilizando para identificar presencia de malezas en el lote para realizar una aplicación dirigida en momentos de barbecho, logrando de esta manera un ahorro de insumo y un menor impacto ambiental. Es común realizar ensayos exploratorios utilizando esta tecnología para generar curvas de fertilización (Figura 4), en trigo y/o maíz con el fin de obtener la respuesta de esos cultivo en diferentes regiones.

De todos modos, es importante recalcar la potencialidad de los mapas de rendimiento como herramienta exploratoria de la variabilidad. Estos son comúnmente utilizados para realizar *Ensayos Exploratorios* (Figura 5) para analizar la respuesta del cultivo a diferentes tipos de manejo, como por ejemplo, densidad de siembra, fertilización, híbridos, variedades, etc. La confección de un ensayo atravesando la variabilidad del lote, permite obtener la respuesta de cada tratamiento en las distintas zonas de manejo.

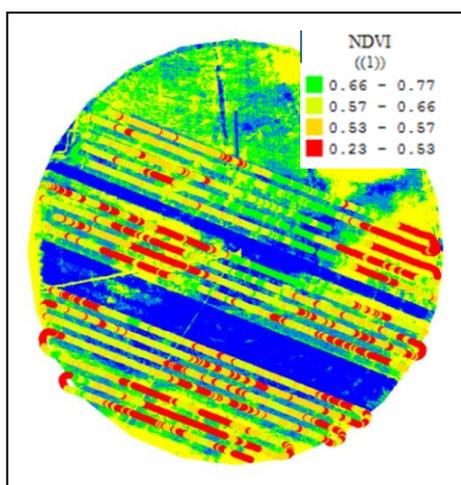


Figura 4: Sensores de Índice Verde

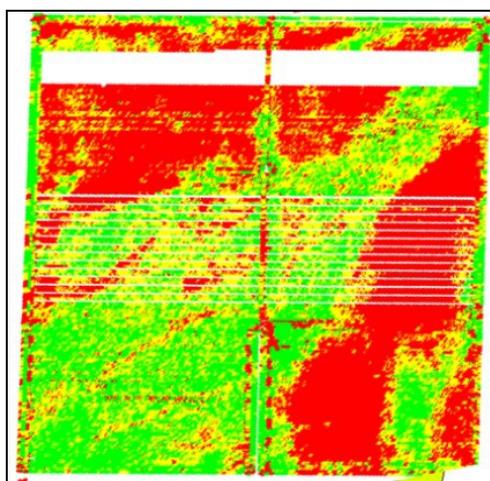


Figura 5: Ensayos Exploratorios

No obstante con la utilización de la mayoría de las herramientas mencionadas hasta el momento es preciso realizar un *Muestreo de Suelo Dirigido* (Figura 6) a cada uno de los ambientes reflejados por dichas herramientas. Por medio de estos muestreos se identifica y se caracteriza los diferentes ambientes asignándole valores de fertilidad, humedad, pH, limitantes del suelo, entre otros datos importantes. De esta manera se puede realizar una recomendación teniendo conocimiento de lo que sucede en ese lote. Un muestreo de suelos dirigido es necesario cuando se obtiene información de una *Rastra de Conductividad Eléctrica* (Figura 7). Es imprescindible que los ambientes marcados por esta rastra vengán explicados por un análisis de suelo, sin ellos la información carece de sentido muchas veces.

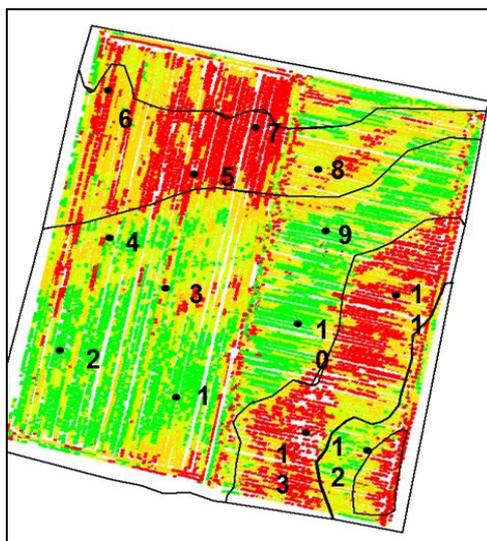


Figura 6: Muestreo de Suelo Dirigidos

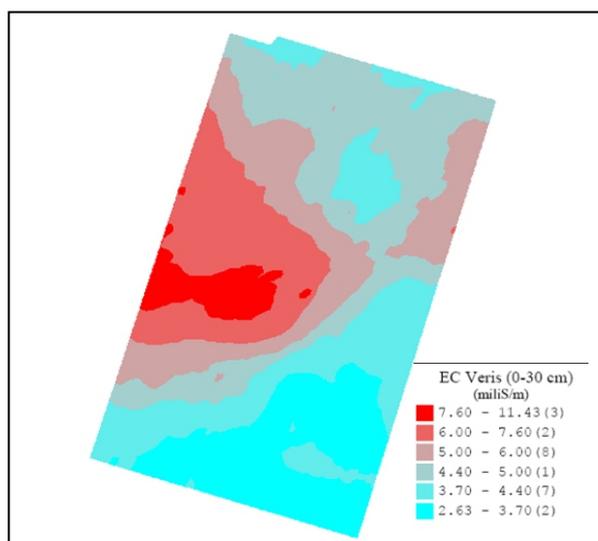


Figura 7: Mapa de Rastra de Conductividad Eléctrica

Actualmente existen Software que permiten realizar zonificaciones automáticas de datos geopocionados a través de agrupaciones naturales, es decir procurando realizar agrupaciones de manera tal que los puntos que abarquen una zona sean lo más semejantes posible y a la vez que las zonas sean lo más contrastante posibles. El software más representativos de los de este tipo es el MZA (Management Zone Analyst) (Mizzou-ARS, 2000).

El objetivo principal de la utilización de herramientas que permita obtener datos georreferenciados se basa en poder identificar los ambientes que se dan dentro del lote y con ésta realizar una recomendación de manejo o aplicación variable de insumos. Con ello, la implementación de la dosificación variable evidencia que a mayor magnitud de la diferencia de rendimiento entre las diferentes zonas de manejo, mayor posibilidad de aventajar la dosificación uniforme convencional y por lo tanto, mayor expectativa de obtener ganancias con el cambio de manejo. Esto es posible de medir calculando el porcentaje que representa el rendimiento de una zona con respecto al promedio de todo el lote (Figura 8). En el hipotético caso de que un lote sea totalmente uniforme, no existen zonas diferenciadas, es decir que la variabilidad es del 0%, y en un lote en donde el promedio es de 2000 kg./ha, una zona que rinde 3000 kg./ha la variabilidad es de 50%, y si hay una zona de 1000 kg./ha la variabilidad es de -50%.

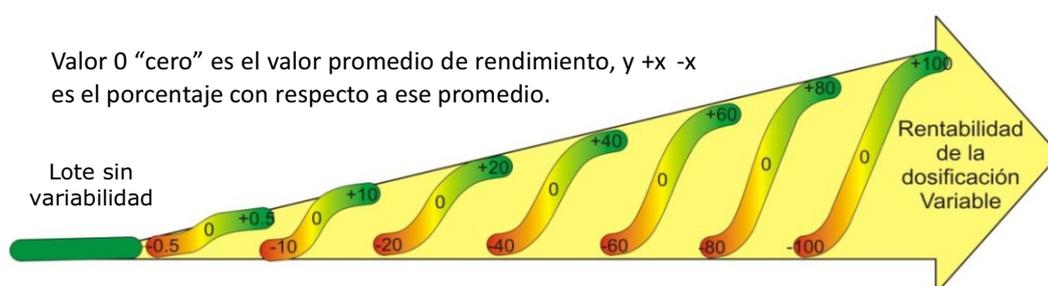


Figura 8: Rentabilidad de la dosificación variable en función del porcentaje de variabilidad del potencial de rendimiento respecto al promedio.

Por otro lado, mientras mayor sea el costo de los insumos a variar mayor es el impacto sobre los ahorros con implementación de manejo variable.

La rentabilidad, entre otras cosas, depende de la característica del lote en cuanto a variabilidad tamaño, forma, distribución de las zonas y magnitud de la diferencia de rendimiento entre ellas, tipo de cultivo y costo de los insumos. Pero el criterio utilizado para dicha delimitación también determinará la ventaja del manejo variable sobre la dosificación uniforme convencional, no existe una receta para la definición de zonas de manejo, sino que depende de la capacidad operativa y esta a su vez lo definirá el nivel de conocimiento, la práctica y la capacidad de respuesta de la maquinaria.

A medida que el conocimiento, la práctica y la tecnología avancen, mayor será el grado de dificultad posible de manejar al realizar una delimitación de ambientes, logrando mayor precisión permitiendo un ajuste cada vez cercano a la demanda del lote.

Se pueden obtener buenos resultados al manejo de la variabilidad aplicando buen criterio agronómico, pero para esto es necesario realizar un análisis previo utilizando la mayor cantidad de información georreferenciada, a ésta la obtenemos a través de las herramientas mencionadas.

- DARWICH, N. 2003. Muestreo de suelos para una fertilización precisa. En: II Simposio de Fertilidad y Fertilización en Siembra Directa. XI Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo 2. pp 281-289.
- DEBOER L. 2005. Camino Sinuoso en la Adopción de Agricultura de Precisión Jess. www.agriculturadeprecision.org/.../CaminoSinuoso.htm. Consultado 29-03-2010.
- KOCH B.; KHOSLA R.; FRASIER W. M.; WESTFALL D. G.; INMAN D.. 2004 Economic Feasibility of Variable-Rate Nitrogen Application Utilizing Site-Specific Management Zones. <http://agron.scijournal.org/cgi/content/abstract/96/6/1572>. Consultado el 26/05/2009.
- MENDEZ, A; VELEZ, J.; VILLARROEL, D. Protocolo de Dosificación Variable en el Cultivo de Maíz. <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/dosis-variable/Protocolo-Dosificacion-Variable-Insumos-Cultivo-Maiz.asp>. Consultado 13/03/2013.
- MIZZOU-ARS 2000. (University of Missouri-Columbia & Agricultural Research Service of the United States Department of Agriculture). Management Zone Analyst Version 1.0.1. Programa disponible en <http://www.ars.usda.gov/services/software/download.htm>. Consultado el 28/09/04.
- VELEZ, J.; BORETTO, D. Técnicas para la delimitación de ambientes de manejo mediante Sistemas de Información Geográfica. <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/software/Tecnicas-Delimitacion-Ambientes-De-Manejo-Mediante-SIG.asp> Consultado 25/09/2013.
- VELEZ, J; JUSTO, C. Protocolo para la Red de Ensayos de Agricultura de Precisión. <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/red-ensayos/Protocolo-Red-Ensayos-Agricultura-Precision-2013Form.asp> Consultado 22/02/2014
- VELEZ, J. 2013. Criterios Básicos para delimitar Zonas de Manejo en la Agricultura y su alcance a la Silvicultura. En: XXVII JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS: "Herramientas para la silvicultura de precisión". Edición especial adhesión al 4º CONGRESO FORESTAL ARGENTINO Y LATINOAMERICANO 2013. Concordia, Entre Ríos. Argentina.

Situación de la alfalfa en Argentina

*Ing. Agr. Daniel H. Basigalup
Mejoramiento de Alfalfa - INTA Manfredi*

Hacia 2009-2011, la alfalfa había mostrado una cierta recuperación del área de siembra respecto de 2002, con una oferta de semilla fiscalizada que osciló entre los 6.630 TM en 2008/09 hasta los 9.893 TM en 2010/11. Esto era compatible con un área de siembra estimada en 4,3 millones de ha entre alfalfares puros y consociados con otras forrajeras. En la actualidad, el área de siembra se estima en unas 3,7 millones de ha, con una oferta para esta campaña 2014 estimada en unas 7.000 TM de semilla peleteada. Esta última cifra incluye los remanentes de semilla (*carry-over*) de la temporada 2012/13, la producción nacional –tanto fiscalizada como ilegal o “bolsa blanca”- y la importada. Hasta 2011, cerca del 77% de la semilla fiscalizada provenía de la importación, básicamente de Australia y Estados Unidos. En la presente campaña, el aumento de la paridad cambiaria y las trabas a las importaciones han reducido notablemente la oferta de semilla importada. Como contrapartida, las empresas semilleras han disminuido el impacto de esta situación con producción nacional y con el uso masivo del peleteo, que en muchos casos incrementa el peso de la semilla hasta valores no recomendados técnicamente.

Como consecuencia de los programas de mejoramiento para el desarrollo de cultivares, tanto nacionales como extranjeros (algunos con selección en Argentina), se aprecia un incremento de la producción de forraje a lo largo de los años. No obstante, bajo condiciones de secano, esa tendencia puede enmascarse por períodos de sequía, como los registrados especialmente entre 2007/08 y 2011/12. Por el contrario, en aquellas localidades bajo riego, como Santiago del Estero e Hilario Ascasubi, se observa más claramente el aumento sostenido del rendimiento forrajero de los nuevos cultivares que van apareciendo en el mercado. También como consecuencia del mejoramiento genético, se aprecia una notable evolución de los cultivares sin reposo invernal, a punto tal que en las series 2002/2004/2006 de la Red INTA han alcanzado la misma persistencia promedio (54%) que los cultivares de reposo intermedio (GRI 6-7), pero con una mayor producción acumulada promedio para toda la red (53,26 vs 40.67 Ton MS ha⁻¹, respectivamente).

En lo referente a la distribución de la producción durante la temporada y a las tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹), se observa que no existen mayores diferencias entre los grupos de reposo intermedio y sin reposo invernal. Las mayores diferencias se registran más por condiciones ambientales que por características varietales. Por ejemplo, mientras que en Manfredi (secano) y Santiago del Estero (riego) es más importante la producción de materia seca en primavera respecto de la de verano en todos los grupos de reposo, en Paraná (secano) las producciones de primavera y de verano tienen prácticamente la misma importancia. No obstante, en esas tres localidades, la producción (total y estacional) de los cultivares con reposo (GRI 4-5) es inferior a la de los grupos intermedio y sin reposo.

Respecto de décadas anteriores, la modalidad de uso de la alfalfa en el país presenta en la actualidad cambios significativos. Su participación como base de los procesos de invernada pastoriles ha ido cediendo terreno a planteos con distintos grados de intensificación, en los que los aportes de granos y silaje de maíz o sorgo se han constituido en elementos fundamentales de las dietas. No obstante, la alfalfa sigue siendo muy importante para la producción de leche bovina en planteos pastoriles con suplementación. También ha crecido notablemente el uso de la alfalfa para la confección de reservas forrajeras, particularmente heno (rollos, fardos y megafardos). Esto último, abastece a los planteos de producción de carne y leche, permitiendo no sólo estabilizar la oferta forrajera sino también ajustar las dietas en cuanto a su contenido de fibra efectiva y proteína. Por otro lado, en los últimos cuatro a cinco años, ha aumentado exponencialmente la producción de alfalfa de alta calidad para la

elaboración de pellets, cubos y megafardos (regulares y re -compactados), destinados tanto al mercado interno (bovinos, equinos, aves, chinchillas, etc.) como a la exportación. Este último destino ofrece enormes posibilidades para el país frente a la demanda de mundial de megafardos re-compactados por parte de países de Medio y Lejano Oriente y de pellets/cubos por parte de países de Latinoamérica.

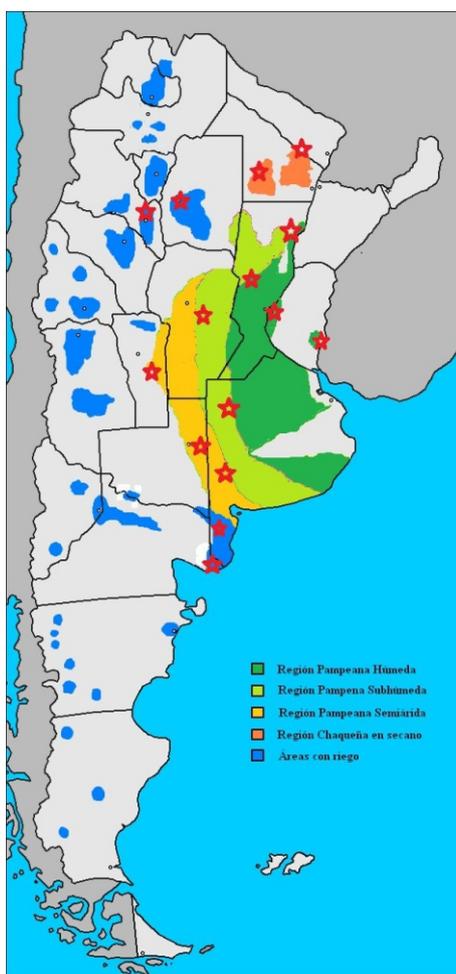


Figura 1. Áreas alfalfadas en Argentina. Las estrellas rojas corresponden a las localidades de evaluación de cultivares de alfalfa de la Red INTA de Evaluación de Cultivares.

Este contexto contribuyó en forma significativa para que cerca del 60% del área alfalfada de Argentina sea de cultivos puros y sólo el 40% sea de pasturas base alfalfa en mezcla con gramíneas templadas y, en mucha menor medida, megatérmicas. Si bien la superficie de alfalfa está fuertemente concentrada en la región pampeana y se hace en condiciones de secano, la producción bajo riego en otras regiones del país es cada vez mayor, como sucede en Cuyo, Norte de Patagonia y Santiago del Estero (Figura 1).

Desde 1970, el INTA ha generado una frondosa información referida al cultivo, volcada en libros, trabajos científico-técnicos y artículos de divulgación. Dentro de esto, es muy importante lo generado por la Red Nacional de Evaluación de Cultivares que se conduce desde INTA Manfredi y que incluye unas 15 localidades distribuidas en las principales zonas alfarferas (Figura 1). Sobre la base de estas evaluaciones se calcula no sólo el potencial de producción ($t MS ha^{-1} año^{-1}$) bajo riego o secano de los distintos grados de reposo invernal (GRI), agrupados en reposo intermedio (GRI 5 a 7) y sin reposo (GRI 8 a 10), sino también el número de cortes que puede esperarse para cada zona productiva. Toda esta información se resume en la Figura 2.

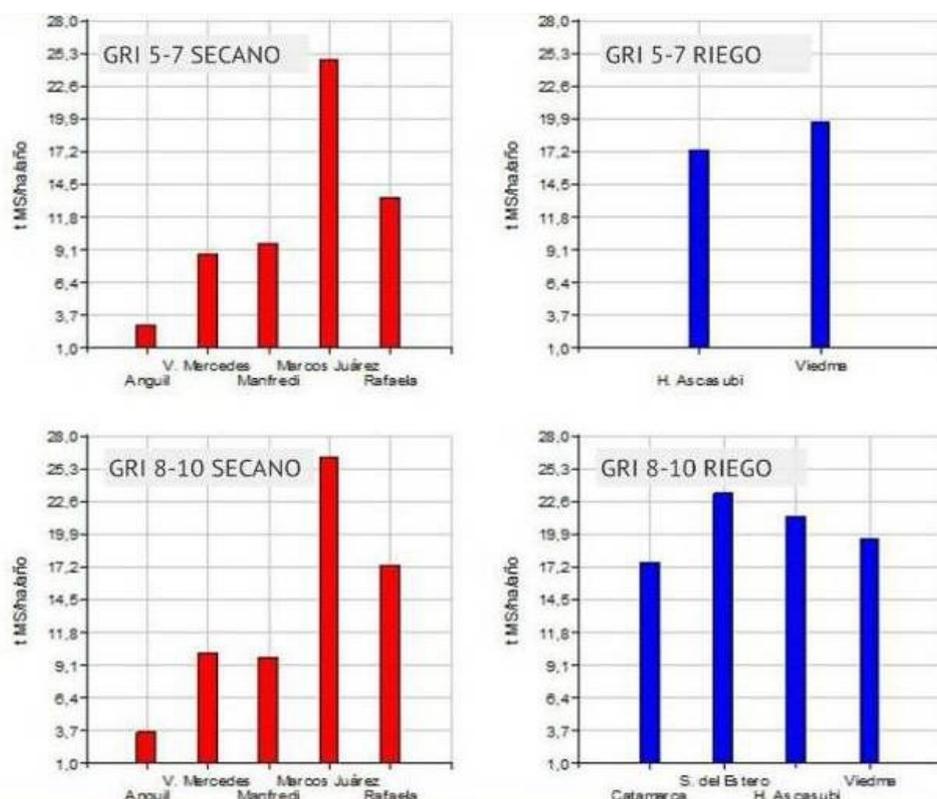


Figura 2. Producción potencial de alfalfa (promedio 2006/2012). Cortes al año: Anguil (3 a 4), Villa Mercedes (4 a 5), Manfredi (6 a 7), Marcos Juárez (7 a 9), Rafaela (8 a 10), Catamarca (8 a 9), Santiago del Estero (8 a 10), Hilario Ascasubi (5 a 6) y Viedma (4 a 6). Datos suministrados por gentileza de la Ing. Agr. Carmen Spada, Coordinadora de la Red Nacional INTA de Evaluación de Cultivares de Alfalfa (INTA Manfredi).

La mayor parte de la producción de heno de alfalfa en Argentina presenta en general deficiencias de calidad, reflejadas en los parámetros que surgen de los análisis químicos. Lo mencionado es fruto del uso de maquinaria de corte inapropiada (hélices), del inadecuado manejo que reciben muchos lotes (cortes tardíos, deficiente control de malezas y plagas, uso de rastrillos estelares, etc.) y del estacionado de los rollos a la intemperie. En este contexto, de todas las muestras analizadas por los laboratorios del INTA en Rafaela y Manfredi durante los últimos cinco años, se obtuvieron promedios generales de 16% PB (rango: 13% a 24%), 56% de FDN, 44% de FDA y 58% de DIVMS, cuando los valores deseables para estos parámetros serían 18-22%, 40-47%, 32-36% y >62%, respectivamente. Lamentablemente, otro factor que contribuye a la baja calidad del heno producido para el mercado interno es que el producto se paga por cantidad y no por calidad forrajera.

No obstante lo anterior, se observa paralelamente una paulatina mejora de calidad por parte de aquellos sectores que apuntan a la exportación de megafardos y pellets y/o a satisfacer la demanda de sectores domésticos exigentes en valor nutritivo. Esto está en consonancia con el uso, por parte de grandes explotaciones y de contratistas, de maquinaria de avanzada para la henificación. De ese modo, se aprecian un uso creciente de megaenfardadoras, segadoras con acondicionador, segadoras autopropulsadas, roto-enfardadoras de última generación y rastrillos giroscópicos. No obstante, dado que la mayoría de estos equipos proviene del extranjero, la restricción a las importaciones y la variación en el tipo de cambio han afectado negativamente el flujo de incorporación de esta maquinaria más apropiada y moderna.

En este panorama, existe un número creciente de empresas que se dedican a la producción de heno (pellets, cubos y megafardos) de calidad y que atienden tanto al mercado interno como a la exportación. Entre ellas, y sin pretensión de efectuar un listado exhaustivo, se pueden

mencionar, fuera de la Provincia de Córdoba, a *Alfa Agro S.A.* (Fernández, Santiago del Estero): maneja 1.200 ha bajo riego y produce megafardos (400-500 kg), fardos (20-22 kg) y pellets (18-22% PB); *Agroservicios Podestá* (San Rafael, Mendoza): procesa 7.000 TM año⁻¹ de unas 600 ha bajo riego que compra a productores del área de influencia; de eso, la mitad se destina al mercado interno y la otra mitad a la exportación (básicamente a Chile y una menor proporción a Panamá); *Zille Agro S.A.* (Colonia 25 de Mayo, La Pampa): maneja la producción de 500 ha bajo riego (280 ha utilizan con pivot central); en 2013 produjeron 4.700 TM de heno, de las que 30% correspondió a pellets, 30% a megafardos (450 kg) y 40% a cubos; la mayor parte de la operación se destina al mercado interno y resto a la exportación, donde los principales destinos son Chile, Brasil y Uruguay, a los que se agregó Colombia en 2013; y *Alfalfa y Forraje de la Patagonia* (Bahía Blanca, Buenos Aires): elabora la producción de unas 600 ha propias (regadas con pivot central en el Valle Medio del Río Negro) y otras 1.200 ha arrendadas (regadas por inundación en los Valles Inferiores de los Ríos Negro y Colorado); en 2012 exportaron unas 35.000 TM de megafardos re-compactados a Arabia Saudita y Emiratos Árabes (promedio general de calidad: 85% MS, \geq 18% PB y \leq 40% FDN).

Durante los últimos años hubo un notable crecimiento de la producción de heno de alfalfa en el centro-este de la Provincia de Córdoba, a punto tal de convertirse en un polo de producción y procesamiento de alfalfa. Los lotes se manejan en secano y reciben entre 6 y 7 cortes por año, con producciones que en muchos casos llegan a las 13 TM ha⁻¹ año⁻¹. Entre las empresas que operan desde hace un tiempo, se destacan: *Alfaban*: ubicada en Tránsito, procesa la producción de unas 1.000 ha, entre propias y arrendadas. En 2012 produjeron unas 3.000 t de pellets, de las cuales unas 2.600 t fueron para el mercado interno. Las 400 t que se exportaron fueron a Uruguay (la gran mayoría), Chile, Colombia y Panamá. En 2012 también produjeron 1.400 t de megafardos (400 kg), de las cuales sólo se exportaron 80 t a países limítrofes. La empresa enfatiza la calidad del producto, habiendo registrado valores de 20% de PB, 33% de FDA y 69% DIVMS; y *Pellfood*: localizados en Calchín, procesan la producción de unas 1.700 ha arrendadas. Poseen una planta de pelleteo en funcionamiento y están muy próximos a inaugurar una segunda planta construida con la más alta tecnología. Producen pellets (16-18% PB) y megafardos (400-450 kg), destinados principalmente al mercado interno y, en menor medida, a la exportación a países de América Latina.

Por otro lado, desde marzo de 2013 ha comenzado a operar en Villa Malbertina (Córdoba) la empresa de capitales jordanos *Agroexport del Norte S.A.*, que se dedica a la producción y exportación de megafardos re-prensados a países árabes. También está la empresa *AlfaCal* en Calchín (Córdoba) que produce megafardos re-prensados para la exportación. A ello se suman otros emprendimientos en el NOA, en San Luis y en la Patagonia (como *Coopalfa*, en 28 de Julio, Chubut).

Como resultado de todo este panorama, la evolución de las exportaciones argentinas de pellets y megafardos re-prensados desde 2008 a junio de 2013 se presenta en la Figura 3. No obstante, de acuerdo con SENASA, las exportaciones de megafardos para todo el año 2013 alcanzaron las 46.140 TM, de las cuales 29.308 fueron a Emiratos Árabes Unidos y 16.414 a Arabia Saudita.

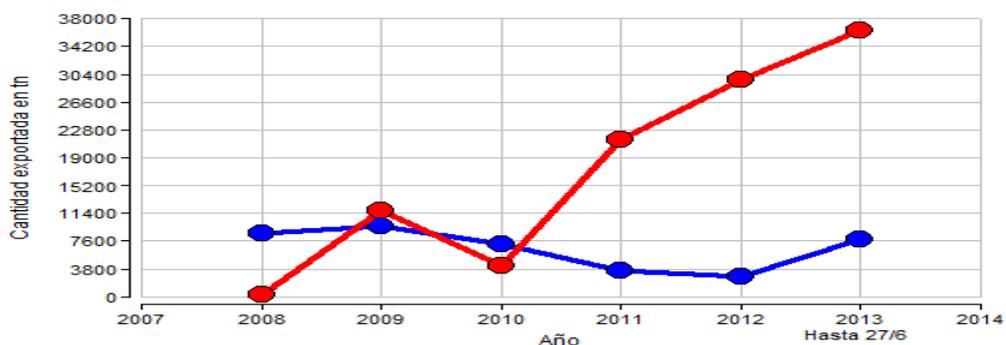


Figura 3. Evolución de las exportaciones argentinas de pellets (azul o gris oscuro) y megafardos re prensados (rojo o gris claro) desde 2008.

De todo lo anterior, se desprende que las perspectivas para la producción de heno de alfalfa en el país son muy alentadoras. En lo que respecta a las exportaciones, la demanda creciente de varios mercados, en especial países del Cercano y Lejano Oriente (China es un muy interesante comprador potencial), permiten avizorar condiciones muy favorables para los próximos años. En el último Congreso CIDE 2013, organizado por la Conferencia Europea de Deshidratadores de Forrajes (Sevilla, España, 18-20 de Septiembre 2013), se pudieron comprobar no sólo estas tendencias sino también las interesantes posibilidades que se abren para el mercado argentino de alfalfa. Prueba de ello es la próxima puesta en marcha de una planta deshidratadora de alfalfa en Santiago del Estero (capitales españoles) y del futuro establecimiento de una planta de procesado por parte del Grupo Al Dahra (Emiratos Árabes Unidos).

Finalmente, es importante señalar que para usufructuar plenamente esta situación promisoriosa que se comentara en los párrafos anteriores, se deberían solucionar algunos problemas que presenta actualmente la Argentina. Entre ellos, se hace mención a: 1) alta incidencia de fletes internos; 2) estabilidad financiera y tipo de cambio; 3) eficiencia de riego; y 4) mejoramiento de la calidad y establecimiento de un sistema de comercialización basado en parámetros analíticos objetivos de calidad forrajera.

Nuevos conceptos en la conservación de alfalfa

Ing. Agr. Gustavo Clemente - Ing. Agr. Juan L. Monge

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la principal especie forrajera del país y la base de la producción de carne y leche en la Región Pampeana. La difusión del cultivo se apoya en sus altos rendimientos de materia seca (MS) ha, su excelente calidad forrajera y su gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (suelo, clima y manejo). (Basigalup, Rossanigo, & Ballario, 2007)

“La principal forma de conservación de la alfalfa en el mundo es la henificación. En los Estados Unidos sólo el 15-20% es conservada en forma de silaje y henolaje, mientras que el 80% lo es en forma de heno, sea como fardos prismáticos convencionales o gigantes (55%), o como rollos (25%). Si bien en la Argentina no se cuenta con estadísticas recientes, se estima que el heno de alfalfa pura se produce en proporciones similares como fardos, y como rollos, y que las pasturas de alfalfa consociadas predomina la forma de rollos (85%) sobre la de fardos (15%). Una porción menor de la producción de alfalfa se conserva como silaje o henaje, sea utilizando la forma tradicional de silo puente (subterráneo) o las técnicas más modernas, como el embolsado de material picado en bolsas plásticas herméticas o el empaquetado de rollos húmedos con filme (película) de polietileno. Otra forma de conservación de la alfalfa es por medio del deshidratado y posterior compactado para producir pequeños cubos o pellets de alta densidad, aunque en la Argentina – al menos en la actualidad – el volumen procesado de esta manera es de poca importancia.” (Juan & Viviani Rossi, 2007)

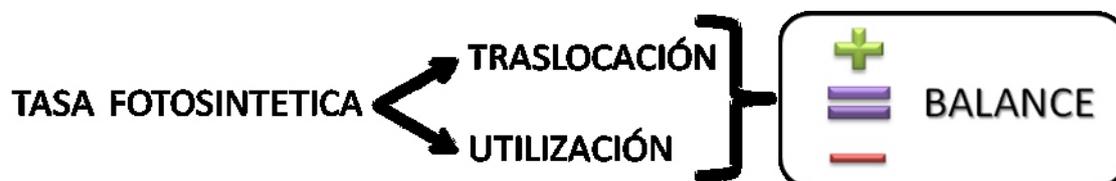
Independientemente del sistema de conservación, presenta variaciones generales y particulares que pueden afectar el producto final obtenido como reserva del cultivo, cambiando sus condiciones de acuerdo a la época del año, al estado fenológico del cultivo en cada corte y a la variabilidad que presenta la planta de acuerdo al momento del día que se trate. Una de las principales condiciones que se modifican es la RELACIÓN ENTRE FUENTE DE FOTOTASIMILADOS Y DESTINO DE UTILIZACIÓN DE LOS MISMOS.

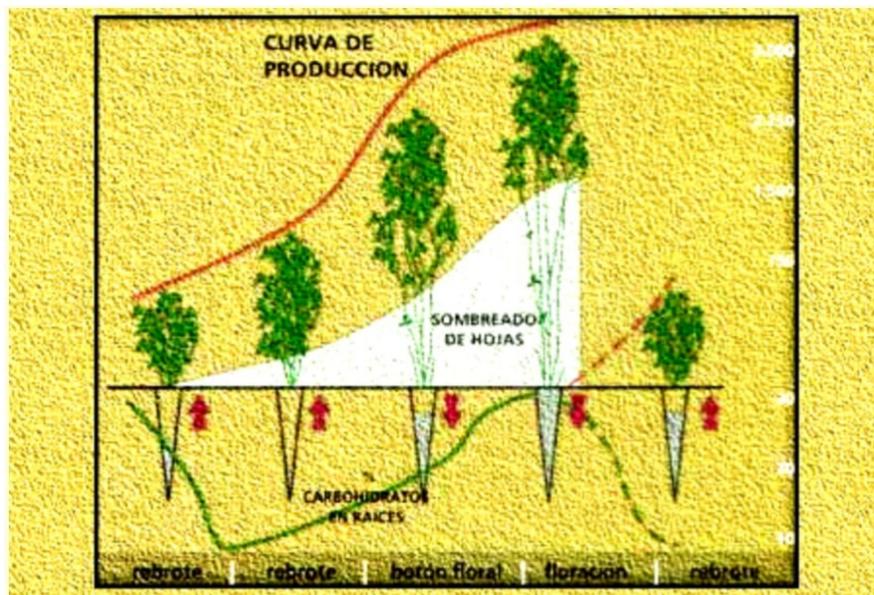
Época del Año

La estación del año genera cambios en los componentes del cultivo, dado por horas de luz, temperatura, humedad, esto da como resultado que composicionalmente, para el mismo nivel de desarrollo, la calidad ofertada por la planta no sea la misma. Como por ejemplo, en primavera- inicio de verano el cultivo presenta el mejor balance energético proteico para una buena respuesta animal, en otoño, se existe desbalances pronunciados por menor nivel de azúcares y el nitrógeno más lábil que en primavera.

Ciclo ontogénico

Independientemente de la época del año que se trate, la dinámica de crecimiento y desarrollo de la alfalfa, ocurren momentos en los cuales la producción de fotoasimilados es mayor que la capacidad de exportar y utilizarlos, por lo cual se produce una acumulación neta positiva.

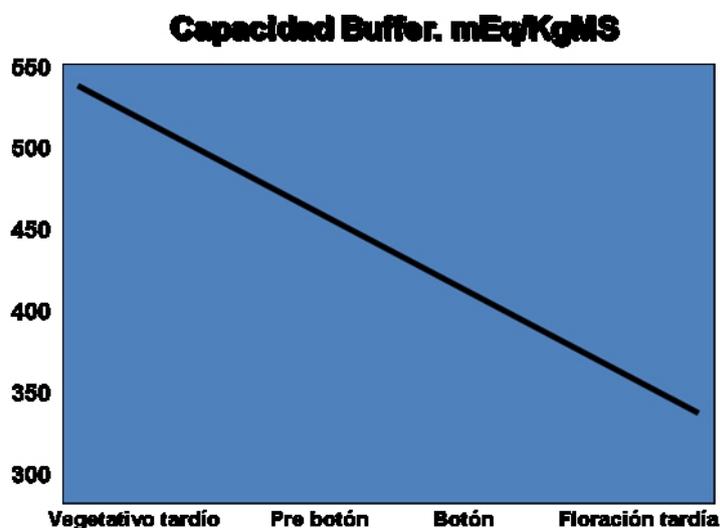




El desarrollo del cultivo provoca modificaciones de acuerdo a estadio fenológico en el cual uno realice la cosecha. Siendo los estados vegetativos los que aportan un mayor contenido de azúcares, mayores contenidos de proteína, pero mayores niveles en cuanto a su poder buffer o tampón para ser almacenado como silaje.

Capacidad de la alfalfa para neutralizar los ácidos producidos en la fermentación: las condiciones particulares de este cultivo hacen que los ácidos producidos en el proceso fermentativo sean neutralizados, afectando la acidificación del medio que permite la conservación del forraje.

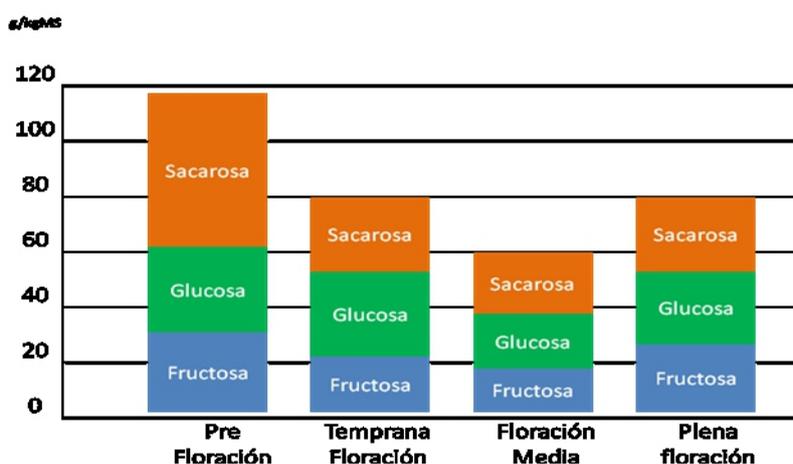
- Bajo nivel de azúcares solubles
- Alto nivel proteico (funcionan como anfóteros), acorde al medio en que se encuentra actúan como álcalis o ácidos.
- Producción de ácidos orgánicos como, málico, cítrico, succínico, etc. con poder tampón.
- Sales de calcio y fósforo, neutralizando ácidos
- Productos propios de la fermentación con capacidad tampón.



Poder buffer o tampón de distintas especies

TIPO DE FORRAJE	CONTENIDO DE M.S.	PODER TAMPON
RAY-GRASS	18	90
PRADERA PERMANENTE	19	90
FESTUCA	10	80
ALFALFA	17	150
PASTO OVILLO	17	95
MAIZ	32	50

Contenido de Azúcar de alfalfa cosechada en diferente madurez (Smith 1973)

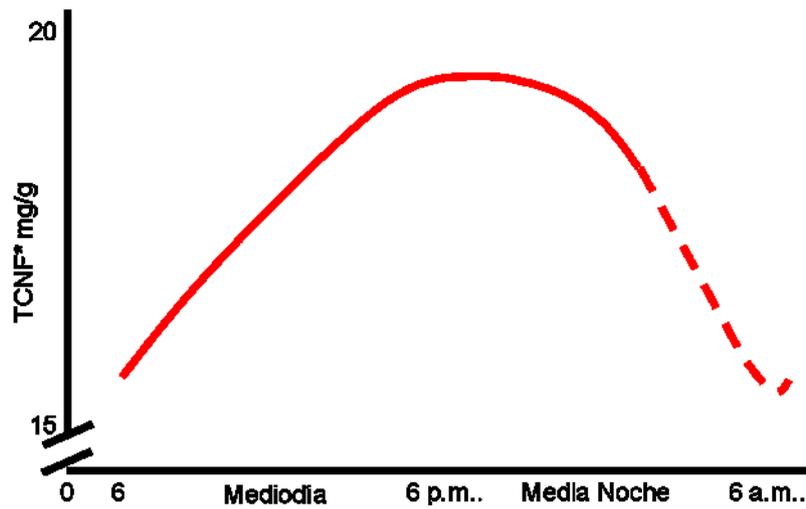


Momento del día

Cosechar por la tarde puede resultar en menor contenido de fibra y más energía disponible en el forraje como heno.

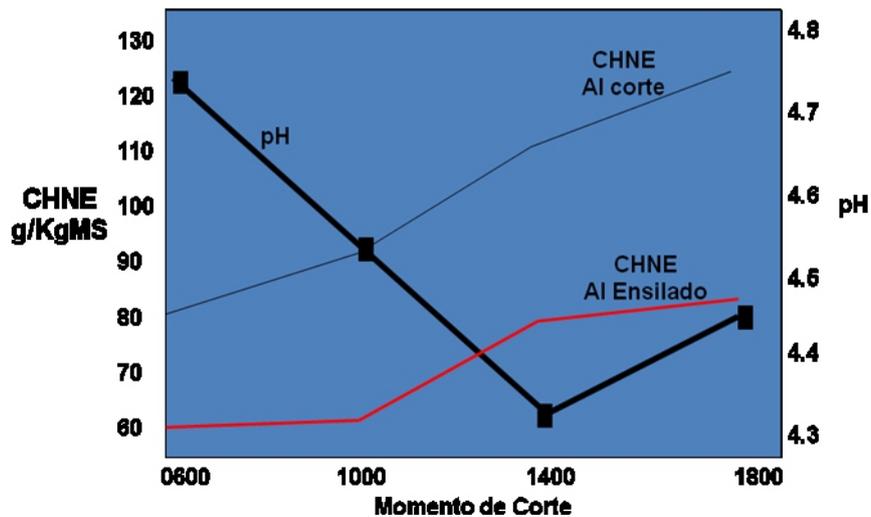
- Los azúcares y almidón se acumulan después de un día de fotosíntesis.
- La tasa de producción fotosintética de azúcares en hojas durante las horas de la tarde es mayor que la tasa a la cual los azúcares pueden ser exportados a otras partes de las plantas o convertidos en componentes estructurales (pared celular, lignina).
- Cuando los azúcares soluble y carbohidratos incrementan, la concentración de fibra Y de se reduce debido al efecto de dilución.
- Los rumiantes han demostrado su preferencia por forrajes conservados por la tarde vs los conservados por la mañana. (Orloff 2013)

Ciclo diario de los azúcares de las plantas



Las cosechas realizadas por la tarde tienen como consecuencia que el cultivo ofrece mayor nivel de azúcares, un mejor balance del nitrógeno, y ofrece potencialmente una mayor calidad del forraje cosechado.

Promedio del contenido de Carbohidratos No Estructurales (CHNE) al momento del corte y ensilado, y pH del silo. Adaptado de Owens 1996



Estudios internacionales y nacionales muestran mejoras en la respuesta animal, cuando se alimentan tanto en pastoreos directos, como con forrajes conservados realizados por la tarde.

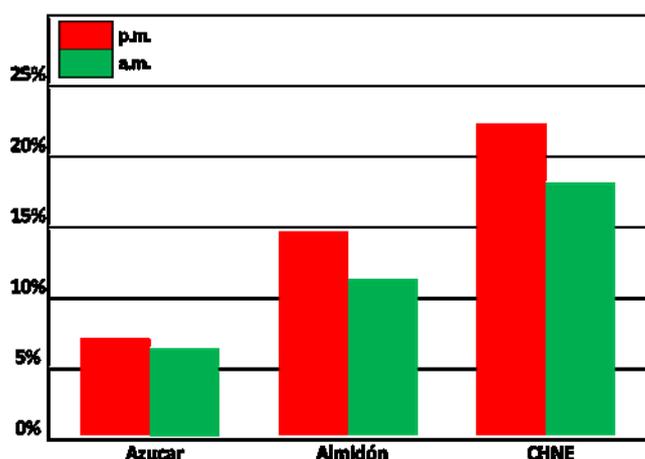
Composición de heno de alfalfa cortados en horario AM y PM, y estudio de la preferencia de los animales en su alimentación (Fisher et al., 2002)

	NDF	ADF	Lignin	IVDDM	CP	NO ₃ -N	TNC
-----g/kg-----							
PM-cut	399	304	64	782	225	0.75	56.2
AM-cut	418	320	69	760	220	0.84	46.1
PM vs. AM (P > F)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.20	<0.01	<0.01

Orloff, 2013

En la producción de heno, si bien son sistemas de almacenamiento que tienen fundamentos diferentes en cuanto al principio de conservación (deshidratación en lugar de fermentación), existen también investigaciones, a nivel internacional que encontraron diferencias en la calidad final del heno de acuerdo al horario de corte. Esto muestra que, la mayor acumulación de azúcares, no solo se consumen en el proceso fermentativo para hacer silaje sino que incluso que ese adicional, resiste las condiciones de respiración a campo generando excedentes en el producto final almacenado, y que por ende generarían una mejor eficiencia de conversión a favor de la producción animal.

El heno de alfalfa cortado por la tarde una ventaja ligera



Si bien, existen trabajos que muestran mejores performance animal a través del manejo de los momentos de corte, se requieren mayores investigaciones en la temática, teniendo en cuenta variables como, condición agroecológica, tipo de forraje conservado, estructura de almacenaje, aditivos, utilización de ensilados, entre otros.

Pensar en estas variables puede resultar a futuro en respuestas económicas importantes.

Ajustes y detalles para el logro de fibra con alto valor nutricional

Ing. Agr. Pablo Cattani

En la República Argentina, llevamos una historia de más de 20 años gestionando y perfeccionando los sistemas de conservación de forrajes con disímiles resultados dependiendo de situaciones particulares de nuestro país, pero con un innegable avance tecnológico que ayudó al desarrollo de nuevas disciplinas además de la formación de equipos de trabajos y nuevos roles dentro de las explotaciones ganaderas de nuestro país.

Ese paquete de conocimientos está ajustado y adaptado a nuestras condiciones, quedando solo por resolver la interacción entre todo lo conocido para poder potenciar la producción logrando costos que ayuden a la mayor competitividad del sector pecuario, ya sea de carne o de leche

Si bien parece una obviedad, debemos tener en cuenta, que la sola acumulación de información no es suficiente para generar un crecimiento productivo y que el presente no s empuja y hasta obliga a interrelacionar conceptos y tecnologías tendientes a sinergizar las mismas.

En la tarea de gestionar los establecimientos y sistemas ganaderos productores de carne o leche, aparecen desafíos permanentes que demandan motivación, actitud, espíritu de superación y ganas de triunfar, promoviendo el desarrollo de equipos de trabajos que permitan lograr los mejores resultados y comprometidos con los objetivos planteados, pero también se debe considerar la necesidad de comenzar a mirar con más detalle el uso de técnicas, sumado a que la toma de decisiones no debe pasar solamente por el técnico responsable, sino además por el compromiso y responsabilidad de todos los actores, como dueños, técnicos asesores, operarios de máquinas, etc, etc, con el objetivo conjunto del mejor uso (agronómico, nutricional y económico) de los recursos forrajeros.

Es por ello, que además de encontrar el camino y la recomendación adecuada a cada productor, empresa o ambiente productivo, resulta fundamental la necesidad de parte de los que deben gestionar y conducir los sistemas, de asumir un **rol de líderes motivadores** de manera de no aceptar errores ni resignaciones que impliquen bajar las expectativas en los resultados de obtención de forrajes de alta calidad.

En el escenario actual las empresas tienen la necesidad de gestionarse **como si estuviesen participando de una competencia deportiva que se desarrolla todos los días del año**, y que para esto es necesario desarrollar un espíritu competitivo, una fuerte colaboración entre todos los miembros del equipo que forman parte de la fuerza laboral, apoyados en protocolos de trabajos y en procesos de gestión de la calidad tendiente al logro de fibra con la mayor cantidad de nutrientes incluidos dentro de ella, a la que llamaremos Fibra de Alto Valor Nutricional (FAVN)

En las funciones y ejercicio de las tareas de liderazgo se debe lograr integrar y conformar equipos de trabajo sólidos, con fuerte compromiso en la gestión del logro de calidad, donde es importante tener la capacidad de conocer en detalle el equipo, y a cada uno de los integrantes del mismo, saber de sus capacidades, virtudes y limitaciones además de la correcta capacitación, sin descontar que todos y cada uno deben identificar su rol en el logro de la calidad de la fibra, sea en forma de heno o silajes.

Estamos convencidos que la aceptación y justificación de errores llevan a resultados económicos magros que se deben corregir y superar cuando se tiene en claro el impacto de los procesos defectuosos en el sistema, por lo tanto es necesario modificar sus causas, pero para esto es necesario un análisis y diagnóstico de los puntos críticos. Los errores permiten aprender por eso es necesario tomar debida nota de los mismo y ajustar los procesos para no repetirlos.

Hoy por hoy, la confección de forrajes no puede ni debe ser automática y las recetas fundamentalistas deben de ser el camino a seguir para dejar paso a la interrelación de conocimientos y ajuste de detalles que potencien el uso de tecnologías probadas desde hace tiempo, razón por la cual, el proceso de producción y uso de forrajes se debe analizar a cada año, de acuerdo a las limitantes productivas, climáticas y económicas reinantes en el mediano plazo

En este aspecto debemos destacar que al trabajar con organismos vivos y sistemas continuamente cambiantes como clima y ambiente, existe una alta tendencia a aceptar o asumir errores repetitivos los que demoran en el tiempo los ciclos productivos y disminuyen la rentabilidad de la empresa.

Por otra parte hay un doble error, por una parte asumir errores de falta de calidad como consecuencia del ambiente y por el otro no ser lo suficientemente rígidos en los procesos productivos que apuntan a la obtención del la Fibra AVN.

Para minimizar errores podemos apoyarnos y aprender de la industria, tratar de imitar sus acciones y conductas. En la actividad industrial existen algunos conceptos que nos interesan de manera muy especial y particular, como son los protocolos de trabajo y controles de calidad, donde no se permite anteponer sentimientos a los procesos, se estudia el mercado y permanentemente se atiende al cliente de manera de interpretar sus necesidades y demandas, dejando en claro, que nuestros clientes, son las colonias bacterianas que viven dentro del rumen de los animales y que de acuerdo a las satisfacción de sus demandas será el resultado productivo individual y el margen global de la empresa.

Junto a la tecnología de insumos que se incorpora cotidianamente en los sistemas existe un factor fundamental a gestionar, que es la tecnología de procesos ya que esto permite disminuir costos y hacer más eficiente el uso de los recursos.

Estos procesos son los que nos llevan a tomar decisiones específicas, de acuerdo a la demanda y/o al condicionamiento del ambiente, para lo cual hoy es necesario además de conocer el método del logro de FAVN, a quién será destinada y en que marco ambiental y económico será utilizada.

A continuación enunciaremos solo algunos aspectos que impactan fuertemente el costo y el la productividad de las empresas ganaderas.

En la confección de heno, debemos partir con una alta densidad de siembra, tratando de superar las 230 plantas por metro cuadrado en alfalfa, sabiendo que hoy el insumo de mayor impacto es la tierra y que debemos amortizarla logrando la mayor producción de MS por ha, razón por la cuál deberíamos pensar siempre en superar los 15 kg de semillas por ha y que las mismas estén distribuidas con la mayor uniformidad en el lote a los fines de minimizar o retardar el autorraleo.

Esas plantas logradas deben expresar su mayor producción de volumen y calidad, lo cuál lograremos con la correcta elección del momento de corte, que será cuando los nuevos individuos comiencen su etapa de crecimiento, o dicho de otra manera cuando las plantas comiencen su rebrote (sobre todo en las variedades de genética moderna).

En otro orden cosas históricamente hemos analizado el forraje en forma de heno por PB FDN y FDA, pero hoy esos conceptos son necesarios pero no suficientes.

La proteínas ya no es el único factor relevante en la calidad sino que debe estar asociada al consumo, por lo cual tenemos que acostumbrarnos a trabajar con el Valor Relativo del Forraje, que incluye y asocia el la FDN y la FDA, u como su nombre lo indica es un valor relativo, pero que da una idea clara del potencial productivo de ese heno, no solamente por proteína, sino por el potencial de inclusión en la dieta y del aprovechamiento por parte del rodeo.

Por último, la categorización del heno y su uso y distribución acorde a los requerimientos de las diferentes categorías de animales que lo consumirán será el último paso en el eslabón productivo tendiente a acortar el proceso de producción, maximizar el potencial genético del rodeo, y controlar los costos.

En este último punto es importante destacar que el forraje no debe ser valorizado ni costado por volumen, ya que de esa manera puede resultar muy costoso sino que debe ser valorizado por los nutrientes contenidos en el, razón por la cual introducimos el concepto de Fibra AVN (alto Valor Nutricional) que en realidad es la que aportará productividad y competitividad al sistema ganadero que se analice.

En relación al silaje hoy contamos con algunos puntos fundamentales para la competitividad de este recurso.

En primer lugar el incremento de materia seca, lo que no lleva a mover menos volumen de forraje con mayor cantidad de nutrientes mejorando la competitividad.

Por otra parte y desde el advenimiento de variedades de cultivos con menores porcentajes de fibra indigestible, se maximiza la producción de grano aportando energía y digestibilidad a las dietas.

Históricamente analizamos el pH del silaje como mandatorio de la calidad del mismo, pero hoy estamos en condiciones de asegurar que el pH debe relacionarse directamente con la materia seca.

Ante el avance en la calidad de picado y procesado de los granos en las picadoras es posible concentrar energía sin afectar las condiciones fermentativas en el silo y en el rumen pudiendo asegurar que pH elevados en silajes con alta MS (materia Seca) no son señales de falta de calidad, pero si la alta concentración de grano y MS, son indicativos de disminución de costo por cada unidad energética producida en forma de silaje.

La maduración o estacionamiento del silo, ayudará a potencial la producción y economía del mismo y no estamos hablando del estacionamiento desde que se confecciona o termina el silo hasta que se abre el mismo, sino en el período desde su estabilización hasta que se lo utiliza.

Los últimos trabajos realizados por Newbold en el 2006, nos demuestran que la digestibilidad del almidón del grano se incrementa hasta un 15% en períodos de hasta 10 meses, lo que nos lleva a pensar que dietas elaboradas con silajes “añejados” requerirían menos cantidad de almidón por el aumento de su digestibilidad, representando una ventaja competitiva de costos en un sector que pelea día a día por aumentar su competitividad.

Por último, diremos que el paso final corresponderá al dimensionamiento de los silos, sobre todo aquellos confeccionados en estructuras aéreas, dado que la tasa de extracción y uso de los mismos tiende a tener más impacto, en la energía aportada a nivel ruminal que el grado de compactación de los mismos.

Silos ultra compactados pero que no respetan la tasa de extracción recomendada de 30 -40 cm diarios, tienen mayores pérdidas que silos con una menor compactación en su confección pero que tienen la tasa de extracción adecuada, lo que nos lleva a concluir que la programación y dimensionamiento de los silos, hoy es mandatoria en un escenario mundial demandante de energía y altamente competitivo con los rumiantes por el uso de la energía aportada por los granos

Concluyendo con estos aspectos cualitativos del forraje, que nos son los únicos, podemos decir que la fibra calidad ya sea en forma de heno o silaje permite lograr altas eficiencias de conversión del alimento, importantes niveles de inclusión en las dietas, disminución de los costos de alimentación y contribuye de manera decisiva en la salud animal.

Esta situación genera ventajas a los sistemas productivos por que permite entre otras cosas:

- a) No dejarlos a merced de la dinámica de los mercados que no tienen manera de controlar en volumen ni en precio.
- b) Lograr reservas con alta calidad de fibra FAVN. (Fibra de Alto Valor Nutricional)
- c) Establecer un balance forrajero adecuado a las necesidades y estrategia productiva.
- d) Facilita el manejo, hace previsible las producciones y los flujos de fondos minimizando las compras fuera de estación de nutrientes que son necesarios a lo largo del año.

En el camino a recorrer para llegar al logro del objetivo (FVAN), encontramos factores, **externos** inmanejables como el clima, e **internos** a los sistemas muy propios de la actividad, donde **existe una fuerte tendencia a “auto perdonar y no asumir la responsabilidad” de errores de procesos al momento de la producción**. Esta es la razón por la cual buscamos implementar y estandarizar una metodología de trabajo, que nos libere de justificaciones que propone ver la producción de forrajes **observando en detalle el proceso productivo** como la regla sin excepción al momento de tomar decisiones camino a la **FAVN (Fibra de Alto Valor Nutricional)**.

Es así que basados en la filosofía del Dr. Edwards Deming (1900 – 1993), quien tuvo una determinante contribución a los procesos de calidad industrial en Japón, tomamos algunos conceptos que adoptaron las industrias y que facilitan de manera estratégica y ordenada encontrar una metodología de trabajo programada para organizar las acciones y compatibilizarlas, siempre en el camino del objetivo que planteamos que es el de gestionar la calidad de la fibra. Donde las premisas básicas son las siguientes:

Para afianzar las ideas anteriores se hace necesario incorporar algunos conceptos y definiciones sobre que es la calidad y las normas de calidad.

Gestión de la Calidad, es una forma de trabajo estructurada, protocolizada, operativa, documentada e integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales, que permite guiar las acciones de la fuerza de trabajo, maquinaria y equipamiento, registrando la información de la organización de manera práctica y coordinada, que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad.

También podemos decir que son una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos, (recursos humanos, procedimientos, documentos, estructura organizacional y estrategias), para lograr la obtención de la calidad en el producto, en nuestro caso será la **FAVN**, que le ofreceremos a nuestro cliente. Es decir, planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en la satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la organización. **Por lo tanto en los sistemas productivos ganaderos también podemos decir que la gestión de la calidad está orientada a la satisfacción del cliente**, y que de ello participa todo el personal involucrado, que se debe hacer foco en los procesos productivos. Para eso es necesario disponer de una clara sistematización de la gestión de la empresa que lleve a una mejora continua donde las decisiones estén basadas fundamentalmente en hechos y guiados por **protocolos de trabajo**.

Protocolos de trabajo: Significa poder tener consistencia en los procesos, acciones y actividades. A través de su implementación se pueden ajustar y mejorar los detalles de la tecnología de procesos, implica poder minimizar errores y ajustarse a rutinas escritas e incorporadas a través del conocimiento y la sistematización por el personal actuante. Es indispensable para la gestión de las empresas. Ayudan a disminuir la variabilidad en los productos y trabajos. Deben consignar por escrito que es lo que se tiene que hacer, quien lo debe hacer, adonde, cuando y como.

A modo de ejemplo, durante las etapas iniciales de los procesos, en la confección de reservas forrajeras, solamente con el aviso de que la **calidad de los rollos** que se están elaborando (aún con el proceso ajustado), la **materia seca del silaje** o el correspondiente **partido de grano**, no están dentro de los parámetros o rangos permitidos y aceptados en el protocolo de trabajo preestablecido, se dispara el mecanismo para tomar las medidas correctivas y para que se puedan hacer ajustes y correcciones a tiempo. En el caso de que el aviso no llegara de manera oportuna y la falla en la calidad deseada exista, se deberán capitalizar los errores tomarse medidas más ajustadas para la campaña venidera tendientes a la estandarización de la calidad. Cuando analizamos y definimos los estándares de calidad de manera separada, encontramos que los mismos siempre deben apuntar a la satisfacción del cliente, por lo tanto debemos

definir:

- **Quiénes son nuestros clientes?**
- **Qué necesidades y requerimientos tienen?**
- **Cuál es nuestro objetivo?**

Basados en las premisas anteriores decimos que **nuestro cliente, o el destinatario del forraje producido en el establecimiento, es la micoflora y microfaunafauna ruminal**, que habita en el rumen de los animales de nuestros rodeos y es quien en definitiva con su funcionamiento va a determinar los niveles de producción alcanzados, como consecuencia y en respuesta a la **calidad de la fibra**. Lo que se debe tener en cuenta es que **este cliente, es exigente, y sensible a las modificaciones de calidad**. En general podemos decir que los animales necesitan consumir gramos de nutrientes por día, (energía, proteína, vitaminas, minerales, e tc.), acordes al momento productivo y estado fisiológico que se encuentren. De esto surge que **nuestros clientes necesitan dietas de calidad, lo más constante posibles y por consiguiente poco variables respecto de sus nutrientes a lo largo del año**. No quedan ni tenemos que permitirnos excusas que justifiquen los malos procesos en la producción de forrajes conservados y su posterior utilización en los programas de alimentación. ***La FAVN, ofrece la oportunidad de ser producida y controlada en el propio establecimiento, generando una situación de menor vulnerabilidad al impacto de los factores externos y al clima, es un recurso que permite hacer sistemas más estables y sustentables a lo largo del tiempo.***

A primera vista puede verse que estos conceptos provocan la idea de alta competencia en los roles, pero lejos de eso está en la habilidad para la gestión, adaptar la tecnología, transferirla, explicar los procesos, generar programas de capacitación y acciones e incentivar la participación en la gestión de la calidad además promover un espíritu de autocrítica y los aportes de ideas para que sea un proceso constructivo de mejora continua dentro del establecimiento.

Tendencias y desafíos de los sistemas lecheros

*Alejandro R. Castillo, PhD. Farm Advisor Dairy Science
University of California, Cooperative Extension. Merced, California, USA.*

La mayor demanda global de productos lácteos, el incremento de los costos de producción, la mayor volatilidad del precio de la leche y de la mayoría de los *commodities*, como así también la competencia con la agricultura y el incremento del precio de la tierra, han ido provocando cambios en los sistemas de producción de leche comerciales en el mundo.

Mientras que algunos productores dejan el negocio de la leche, otros incrementan su escala a través de un mayor número de vacas y producción por vaca, intensificando el uso de los recursos (tierra, trabajo y capital) incrementando productividad y eficiencia en términos físicos y económicos, y provocando en algunos casos cierta preocupación por el posible impacto ambiental.

El objetivo de esta presentación es discutir los cambios ocurridos en los últimos años en forma comparativa de dos sistemas lecheros contrastantes y a su vez, líderes a nivel mundial.

California con sus sistemas totalmente estabulados denominados "*freestalls*", ya que los animales se mueven libremente dentro de los galpones, y Nueva Zelandia, representado en términos productivos, la máxima eficiencia mundial de sistemas pastoriles.

Analizar también, la evolución de los sistemas lecheros argentinos y presentar los desafíos futuros de los productores lecheros en general y de nuestro país en particular. Mientras que los sistemas de "punta" californianos han superando la barrera de los 50 litros por vaca día año.

Los sistemas lecheros argentinos, también denominados de "punta", han llegado a un nuevo techo de producción por vaca, alrededor de los 25-30 litros por vaca día año. Ello, mediante la aplicación de tecnologías específicas como el encierre estratégico de los animales, una mayor eficiencia en la cosecha de pasturas, un mayor uso y calidad de reservas forrajeras, suplementación, balance de dietas, entre otros factores.

El mejoramiento de las condiciones actuales, como son los corrales abiertos con sombras, implica inversiones de altos costos y beneficios relativos en términos productivos. Por eso surge las preguntas: ¿Podrán nuestros sistemas lecheros alcanzar los niveles de producción californianos en los próximos años? ¿Qué cambios deberíamos hacer? ¿Estamos preparados para dar este salto?

Avances en agricultura de precisión aplicada a la siembra

*Ing. Agr. Diego Villarroel, Ing. Agr. Juan Pablo Vélez, Ing. Agr. Andrés Méndez,
Ing. Agr. Fernando Scaramuzza
Módulo de Tecnologías de Agricultura de Precisión
INTA EEA Manfredi*

Sin dudas la implementación de herramientas de Agricultura de Precisión en la siembra ha ayudado a incrementar la eficiencia de esta labor, tanto en la calidad del trabajo realizado como también en los tiempos operativos necesarios para realizarlo. En un principio la inclusión de monitores de siembra para controlar el correcto funcionamiento de la sembradora permitió mejorar la eficiencia del trabajo, logrando observar en tiempo real obstrucciones en los caños de bajada, nivel de insumo dentro de cada cajón fertilizador o de semilla, velocidad de siembra, alarmas, etc.

Los sistemas de dosificación variable también han evolucionado en estos últimos años, del mismo modo lo ha hecho la adopción de esta tecnología por parte del usuario. Los tiempos de respuesta al cambio de dosis han sido significativamente notables, rondando los 2 segundos en muchos casos, tanto en sistemas electro-hidráulicos como electro-mecánicos.

El salto exponencial de la eficiencia en la siembra vino de la mano de los pilotos automático con correcciones de la señal GPS, principalmente logrando realizar largas jornadas de trabajo con la misma efectividad todo el tiempo, permitiendo al operario centrar la atención en otros puntos importantes de control de la labor.

A su vez, del mismo modo que en pulverización, en sembradoras se están implementando sistemas de corte por sección o cuerpo a cuerpo con el objetivo de incrementar aún más la eficiencia lograda hasta el momento. Con esta herramienta se puede ahorrar insumo fertilizante o semilla cortando el sistema donde la sembradora ya ha pasado evitando la superposición de trabajo, principalmente en cabecera y lotes irregulares.

Las líneas de investigación y evaluación actualmente se centran en la utilización de sistemas estabilizadores de los cuerpos de siembra, entre ellos podemos mencionar sistemas hidroneumáticos de presión variable, sistemas hidráulicos y neumáticos entre los más mencionados. La utilización de estos dispositivos persigue estabilizar el cuerpo sembrador ante diferentes velocidades de avance y en distintas condiciones de relieve, logrando una profundidad de siembra más uniforme.

Por último y como tendencia de trabajo de los próximos años la eficiencia apunta a controlar el proceso de siembra a través de actuadores eléctricos, cambios de dosificación de insumo, corte de secciones, respuesta de sistemas de amortiguación a irregularidades del terreno, serán entre otras cosas algunas de las variables que manejarán estos sistemas eléctricos.

El INTA, a través del grupo de trabajo de Agricultura de Precisión de la EEA Manfredi, viene evaluando cada mejora en la eficiencia del proceso de siembra.

El resumen de estos resultados se menciona a continuación.

Actuador hidroneumático de presión variable Baratec

Por medio de presión hidráulica se modifica la presión existente dentro de una cámara neumática compuesta por un pulmón y actuadores hidroneumáticos. Estos últimos poseen un vástago que es el encargado de transformar dicha presión en fuerza de empuje, que instalados sobre un cuerpo sembrador, son capaces de controlar la profundidad de siembra haciendo a esta más uniforme y

amortiguar las oscilaciones que generan los desniveles del suelo, haciendo que la distribución de semillas sea más estable.



Figura 1: Amortiguador Baratec.

En la campaña 2012/13 sobre rastrojo de soja con buena distribución, en la EEA INTA Manfredi se sembró maíz utilizando el sistema de copiado de terreno con amortiguación hidroneumática de la firma Baratec, montado en una sembradora Agrometal TX Mega. El objetivo fue evaluar su impacto en la uniformidad de la profundidad de siembra, como también en el rendimiento final.

El ensayo se estableció con sembradora dividida, 8 surcos con amortiguador y 8 surcos con resorte tradicional. La siembra fue realizada a dos velocidades diferentes, 3 y 6 km/h. En estadio V2 se realizó el conteo de stand y distancia entre plantas y a través de la medición de la longitud entre semilla y raíces seminales se estimó la profundidad de siembra. Por último, los tratamientos fueron cosechados con monitor de rendimiento.

Los primeros resultados arrojaron una correlación entre los dos sistemas y la uniformidad de profundidad de la semilla, favoreciendo al amortiguador hidroneumático. Éste aumentó un 61% la estabilidad de la profundidad de siembra cuando se sembró a 6 cm y un 17,3% cuando se lo hizo a 3 cm. En tanto que con la uniformidad en la distribución entre plantas se logró observar una correlación entre los dos sistemas, favoreciendo al copiado con amortiguador. Pero no se detectó correlación entre profundidad programada y uniformidad de espaciamiento. El sistema con amortiguador hidroneumático disminuyó la dispersión de datos en un 38 y 37 % respecto a la dispersión lograda con resorte cuando se sembró con una profundidad de siembra de 6 y 3 cm respectivamente.

Por otro lado, los datos arrojados por el monitor de rendimiento manifiestan una superioridad por parte de la siembra realizada con amortiguador hidroneumático de 410 kg/ha para la siembra a 3 cm de y de 640 kg/ha a 6 cm de profundidad (Tabla 1).

Tabla 1: Estadística descriptiva del rendimiento logrado con copiado con resorte tradicional y con amortiguador con carga constante, en función de la profundidad programada.

Profundidad Programada	Copiado	Cantidad de datos	Promedio de Rendimiento (Tn/ha)	Mín.	Máx.
3 cm	Amortiguador	290	12.65	10.12	15.12
	Resorte	186	12.24	9.846	13.24
6 cm	Amortiguador	177	13.21	10.91	15.46
	Resorte	183	12.57	11.51	13.2

En conclusión, el sistema de control de carga (amortiguador hidroneumático) tuvo el resultado esperado en la uniformidad de siembra y distribución de la semilla en el surco. No obstante, las condiciones del terreno donde se evaluó fueron uniformes en cuanto a rastrojo y relieve. En próximos ensayos se someterá a condiciones más extremas, con volumen desuniforme de rastrojo y altas velocidades de labor. De todos modos es importante destacar que la merma de rendimiento a causa de la reducción de la profundidad de siembra de 6 cm a 3 cm fue de 525 kg/ha, lo cual genera una interrogante, se debe incrementar la productividad del sistema sembrado ineficientemente o es posible introducir este tipo de controladores de carga para permitir trabajar como se lo hace actualmente pero logrando mayor eficiencia.

Sistema neumático Air Force de Precision Planting

Este sistema a través de la consola 20/20® mide y registra el exceso de peso que están soportado las ruedas limitadoras de profundidad. El sistema Air Force es un dispositivo que consiste en unas bolsas de aire ubicadas en el paralelogramo. Este sistema incluye sensores inteligentes que miden la presión con la que el cuerpo actúa sobre el suelo y calcula el exceso de peso que podría ser quitada disminuyendo la presión de las bolsas, manteniendo la profundidad de siembra constante surco por surco.



Figura 2: Sistema de amortiguación Neumática Down Force de Precision Planting

Al igual que el caso anterior, este ensayo fue realizado en la campaña 2012/13 utilizando una sembradora Cruccianelli de 12 líneas a 52,5 cm cada una, dividida en 6 surcos con el sistema de Precision Planting y 6 surcos con el sistema de resorte convencional. Las velocidades de trabajo fueron 6 y 9 km/h.

La uniformidad en la profundidad de siembra y el espaciamiento entre plantas se realizó en estadio V2. La profundidad se estimó a partir de la medición de la longitud desde las raíces seminales hasta la corona.

Los resultados demuestran que el copiado con pulmón neumático deposita la semilla con un Desvío Estándar (DE) de 4.49 mm y el copiado con resorte lo hizo con 6.92 mm de DE, lo que equivale a un 35% más de estabilidad en la profundidad.

La uniformidad en la distribución de la semilla sobre el surco lograda en el cuerpo con pulmón neumático fue de 6.47 cm de DE, en tanto que el cuerpo equipado con resorte lo hizo con 7.14 cm de DE. Nuevamente se observa mayor estabilidad en el sistema de pulmón neumático.

En promedio el sistema de Pulmón superó en rendimiento al sistema de resorte en 0.387 Tn/ha, llegando en promedio en la zona de alto potencial a 0,554 Tn/ha y 0.221 Tn/ha en la de bajo potencial de rendimiento.

En ambos sistemas de copiado el incremento de la velocidad de siembra provocó disminuciones de rendimiento, 1598 kg/ha con el sistema de resorte y 1097 kg/ha con el sistema de Pulmón cuando se pasó de 6 km/h a 9 km/h.

Conjunto de datos	Velocidad de siembra Km/h	Cantidad de Puntos	Rendimiento Tn/ha	D.E.	Mín	Máx
Pulmón	6	143	11.47	1.3	8.9	15
	9	148	9.87	2.039	4.8	14
Resorte	6	122	10.88	1.762	4.8	14
	9	129	9.78	1.513	7.2	14

Resumiendo, el sistema de copiado neumático mejoró la calidad de siembra en la uniformidad de la profundidad, pero medianamente en la uniformidad de la distribución de la semilla en el surco. Estos parámetros impactaron directamente en el rendimiento final del cultivo, siendo superior el obtenido con la siembra con Pulmón. Esto permite concluir que la uniformidad en la profundidad de siembra es más relevante que el DE en la distribución. En densidades de 76.000 plantas/ha donde se siembran 3,96 plantas/m lineal significa una semilla cada 25 cm y la competencia entre ellas se manifiesta cuando se encuentran a menos de 11 cm.

Por otro lado, la velocidad de siembra impacta negativamente en los tres parámetros medidos (profundidad, distribución de la semilla y rendimiento) en los dos sistemas de copiado, pero fue menos afectado el sistema de pulmón neumático que el sistema de carga constante.

Sistema electro neumático de corte por surco Tru Count de Trimble.

Es habitual que la siembra de los cultivos se realice en una dirección generando un ángulo de 30 a 45° respecto a las líneas de siembra del cultivo anterior. Esto causa un solapamiento de superficies (Figura 3) provocando una menor eficiencia en el uso de insumos como semillas y/o fertilizante aumentando la densidad de siembra generando la competencia del cultivo por los recursos disponibles. Situaciones similares ocurren cuando en los lotes se presentan obstáculos como árboles, postes u otros tipos de irregularidades.

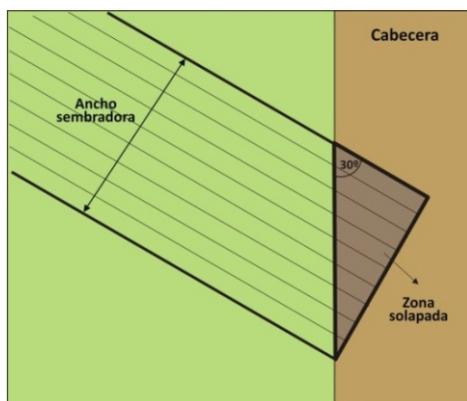


Figura 3: Solapamiento en cabecera

El sistema electro neumático de corte por surco Tru Count de Trimble basa su funcionamiento en un embrague colocado en los engranajes del distribuidor de siembra, georreferenciando a través de la señal GPS, el piloto automático y monitor Trimble CFX, las áreas ya sembradas.



Figura 4: a) Reserva de aire "Pulmón neumático" b) Compresor de aire que mantiene la presión del pulmón de aire c) sistema electro neumático de corte para cada línea de siembra

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el rendimiento del cultivo de maíz, en áreas de siembra no solapadas y en áreas con solapamiento.

El ensayo se realizó en la campaña 2012/13 utilizando una sembradora neumática Agrometal TX Mega IOM de 12 hileras a 52.5 cm, con una densidad de 85000 pl/ha y una fertilización de 150 kg urea ha⁻¹ entre líneas.

Diseño del ensayo:

Tratamiento 1: (Testigo, D + F):

Densidad y fertilización normal.

Tratamiento 2: (2xD + 2xF):

Doble densidad y doble fertilización.

Tratamiento 3: (2xD + F):

Doble densidad y fertilización normal.

Se realizó una evaluación por cosecha manual y con monitor rendimiento, arrojando los siguientes resultados.

Tabla 2 Comparación de medias del rendimiento ($t\ ha^{-1}$) en maíz.*(Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2.06 Error: 2.03 gl: 17), Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)*

Tratamientos.	Rto ($t\ ha^{-1}$)		
2xD + F	11.88	A	
Testigo, D + F	13.88	A	B
2xD + 2xF	14.75		B

No hay diferencia significativa entre el testigo y el resto de los tratamientos pero si entre 2xD + 2xF y 2xD + F con una diferencia de $2,87\ t\ ha^{-1}$.

El número de plantas logrados en los tratamientos 2xD + 2xF y 2xD + F fueron 87% y 75% mayor que el del Testigo D + F respectivamente. En cuanto al número de espigas por planta a cosecha se observó una disminución de 25% y 9% en el mismo orden. Asimismo el número de granos por espiga en los tratamientos 2xD + 2xF y 2xD + F disminuyó 18% y 56%, respectivamente respecto al Testigo, D + F.

Análisis económico (Margen Bruto).

Tabla 3: Pérdidas estimadas en $t\ ha^{-1}$ y US\$ ha^{-1} de acuerdo a los tratamientos realizados.

Tratamiento	Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)	Diferencial Rto. ($t\ ha^{-1}$)	Semilla (US\$ ha^{-1})	Fertilizante (US\$ ha^{-1})	Ingresos (US\$ ha^{-1})	Egresos (US\$ ha^{-1})	Margen Bruto (US\$ ha^{-1})
Testigo, D + F	13,88	0	0	0	0	0	0
2xD + 2xF	14.75	0.87	200	95	174	295	-121
2xD + F	11.88	-2.00	200	0	-401	200	-601

Al comparar el tratamiento 2xD + 2xF con el Testigo, D + F se observa un incremento en el rendimiento de $870\ kg\ ha^{-1}$, por el contrario en el 2xD + F, el cual no posee doble fertilización, hubo una caída de rendimiento de $2000\ kg\ ha^{-1}$ comparado con el Testigo.

El margen bruto en cada uno de los tratamientos dio negativo, el 2xD + 2xF provoco un incremento de los ingresos mayor al Testigo, D + F a causa de los mayores rendimientos, pero no compensó el exceso de egresos causados por la mayor utilización de insumos, esto es debido a que el solapamiento de esas áreas provocan egresos mayores a lo que pudo responder el cultivo $-121\ US\$\ ha^{-1}$ con relación al Testigo, D + F.

El 2xD + F se puede observar una pérdida mayor de rendimiento que repercutió en gran medida los ingresos, se dejaron de ganar $-401\ US\$\ ha^{-1}$ con respecto al Testigo, D + F. En el caso de los egresos si bien no aportó un gasto la fertilización, la doble fertilización provoca un egreso de $200\ US\$\ ha^{-1}$, dando por resultado un margen bruto negativo de $601\ US\$\ ha^{-1}$.

Conclusiones

Con los resultados podemos concluir que el uso ineficiente de insumos a causa de una doble dosificación de semillas y fertilizante puede aumentar el rendimiento, como es el caso del tratamiento 2xD + 2xF.

Pero cuando se hace un balance económico, vemos que puede ser negativo debido a que la cantidad de insumo utilizado no compensa el gasto ocasionado para lograr dicho incremento del rendimiento. También hay que tener en cuenta que estos resultados pueden variar en función de las condiciones climáticas que se hayan dado ese año, es probable que en años con déficit hídrico la diferencia de rendimiento en áreas solapadas sea aún más marcada por mayor estrés sufrido por el cultivo. Del mismo modo esta diferencia en el rendimiento y en el margen bruto, es más acentuada en lotes más irregulares.

Bibliografía:

- BRAGACHINI M.; VON MARTINI A.; MÉNDEZ A.; PACIONI F.; ALFARO M. 2002. Siembra de maíz, eficiencia de implantación y su efecto sobre la producción de grano. <http://www.agriculturadeprecisión.org>. Consultado el 19-09-2007.
- VÉLEZ, J.; MÉNDEZ, A; VILLARROEL, D.; SCARAMUZZA, F; BRAGACHINI, M. 2011. Evaluación de Sistema de copiado del terreno con carga constante hidroneumático respecto al tradicional resorte convencional en paralelogramo de sembradora de grano grueso en Argentina. . En: Proyecto Nacional Agricultura de Precisión. 12º Curso de Agricultura de Precisión y Expo de Máquinas Precisas. Ediciones INTA. EEA Inta Manfredi Córdoba, Argentina.
- LIU W., TOLLENAARM., STEWART G. y DEEN W.2004. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. Crop Sci. 44:847-854. <http://www.liccom.edu.uv/bedelia/cursos/metodos/materiales.html> consultado el 20/01/2009.
- MARONI J.; GARGICEVICH A. 2006. Consideraciones para lograr una siembra de calidad: El caso Maíz. Programa de capacitación técnica y transferencia de Tecnología Argentina – Venezuela Modulo de Capacitación Siembra y Sembradoras Pergamino www.maizar.org.ar/vertext.php?id=218. Consultado el 12/02/2008.
- NIELSEN, R. L. 2004. Efect of Spacing Variability on Corn Grain Yield. www.agry.purdue.edu/Ext/corn/research/psv/Report2005.pdf. Consultado el 05/05/2007
- HOOEKSTRA G.; KANNENBERG L.; CHRISTIE B. 1985. Grain yield comparison of pure stands and equal proportion mixtures for seven hybrids of maize. Can. J. Of Plant Sci. 65:471-479.
- NIELSEN R.L. 2001. Stand establishment variability in corn. http://www.agry.purdue.edu/Ext/pubs/AGRY-91-01_v5.pdf. fecha de acceso 28/05/2009.
- NAFZIGER E.D., CARTER P.R. y GRAHAM E.E.. 1991. Response of corn to uneven emergence. <http://www.ces.purdue.edu/extmedia/NCH/NCH36.html>. Consultado el 28/05/2009
- Chen, Y., D. Lobb, C. Cavers, S. Tessier, D. Caron and F. Monero. 2002. Straw incorporations through tillage practices under heavy clay soil conditions. Final Report submitted to Covering New Ground Program. Carman, MB: Manitoba Agriculture and Food.
- CHOUDHARY, M.A., G.P. YU AND C.J. BAKER.1985. Seed placement effects on seedling establishment in direct-drilled fields. Soil and Tillage Research 6: 79-93.
- TESOURO, O., ROMITO, A., D'AMICO, J., ROBAL, M. 2011. Innovaciones en sistemas de transferencia de carga a los trenes de distribución. Instituto de Ingeniería Rural - CIA - CNIA - INTA Castelar. Informe Técnico de Siembra Nº 18.
- DAYNARD, T. B. Y F. MULDOON, 1983. Plant-to-plant variability of maize plants grown at different densities. Canadian Journal of Plant Science, 63:45-59.
- Edmeades, G. O. y T. B. Daynard. 1979. The development of plant-to-plant variability in maize at different planting densities. Canadian Journal of Plant Science, 59:561-576.
- HASHEM-DEZFOULI, A. Y S. J. HERBERT, 1992. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. Agronomy Journal, 84:547-551.
- Fuentes consultadas:
 - http://www.aapresid.org.ar/wpcontent/uploads/2013/02/aapresid.evolucion_superficie_sd_argentina.1977_a_2011.pdf
 - <http://agro.uncor.edu/~ceryol/documentos/ecofisiologia/Clase%20agua%20y%20nutrientes%202004.pdf>
 - <http://www.trucount.com/index.aspx>
 - http://www.trimble.com/agriculture/media/trucount/trucount_demo.aspx
 - <https://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Embragues-neumaticos-Trimble-Tru-Count-53269.html>
 - http://www.agroprecisa.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=11:trimble-tru-count&catid=4:corte-automatico-de-secciones&Itemid=6
 - <http://marcaliquida.com.ar>
 - INFOSTAT (2004). InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Aspectos clave en sorgos para silaje

*Ing. Agr. M.Sc. Marcelo G. Torrecillas
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Lomas de Zamora*

Tradicionalmente el maíz ha sido el cultivo más utilizado para la conservación en forma de silaje. Sin embargo, en los últimos años, ha surgido un renovado interés en la adopción de la técnica del silaje de planta entera y de granos con alta humedad de sorgo, debido a sus menores riesgos de producción bajo condiciones climáticas adversas.

Dado que en esta especie, a diferencia del maíz, existe una amplia variabilidad de tipos morfológicos, es posible combinar tipos de híbridos y generar diferentes opciones de aprovechamiento.

Tipo de híbridos disponibles en el mercado

Los sorgos potencialmente aptos para producción de silaje son: híbridos sileros (en general poseen alto contenido de azúcares solubles en tallo, con alturas de planta de hasta 2.8 m y que pueden tener o no incorporado el rasgo **BMR**), híbridos fotosensitivos e híbridos graníferos. Los fotosensitivos, además de un solo corte para silaje, pueden manejarse bajo un régimen de múltiples cortes (por ejemplo, pastoreo). En óptimas condiciones de cultivo, pueden alcanzar alturas de 4 m, y debido a que responden al fotoperíodo (12hs, 20') para desencadenar la floración, se los aprovecha sin panoja. Poseen alto contenido de azúcares solubles en tallo y un alto **stay-green**. A pesar de ello, la ausencia de grano limita seriamente el contenido energético del ensilado.

Otro problema que se presenta con dichos materiales es el bajo contenido de materia seca, que a veces resulta limitante para que el proceso de ensilaje se lleve a cabo correctamente.

Dentro de los graníferos existe una gran variabilidad en características morfológicas como tamaño y color del grano, color de planta y contenido de taninos. También se observa gran variabilidad en la morfología de panoja, encontrándose panojas laxas, semi-laxas, semi-compactas a compactas. Además, diferentes ciclos determinan diferentes alturas de planta y distinta capacidad de macollaje. Normalmente los híbridos de ciclo largo son altos y macolladores. Actualmente los sorgos también pueden diferenciarse por la capacidad de mantener verde su estructura vegetativa en etapas avanzadas de madurez (**stay-green**). Dicha característica confiere a la planta mayor resistencia al vuelco y al mismo tiempo permite que los valores de digestibilidad de dicha fracción no desciendan abruptamente. De esta manera se genera una mayor elasticidad en la elección del momento de corte, en especial, cuando éste se determina exclusivamente en base a la fracción vegetativa (híbridos fotosensitivos). En los últimos años ha surgido un nuevo segmento de híbridos, dentro del grupo de graníferos, que llamamos **graníferos doble propósito**, los cuales al ser más altos, foliosos y macolladores que los graníferos típicos poseen un rendimiento superior de materia seca de planta entera.

La calidad de la fracción vegetativa en maíces y sorgos ha sido históricamente poco considerada, y cuando el destino es forraje en ambas especies se ha priorizado la presencia de grano, ya que un alto contenido de éste se relaciona con mayor contenido energético en los cultivos ensilados. Sin embargo, si el 50 % ó más de la materia seca de los forrajes ensilados está compuesta por la fracción vegetativa (100% en sorgos fotosensitivos), su mejoramiento debería contribuir significativamente a aumentar la producción animal.

Cuando estudiamos en forma comparativa el comportamiento de los diferentes tipos de híbridos, encontramos que la proporción de panoja en la materia seca total tiene un impacto determinante en la calidad final. En este sentido, el objetivo final debería ser maximizar el **rendimiento de materia seca digestible**, variable que combina rendimiento y calidad (Tabla).

Tipo de híbrido	Altura (m)	RMSpe (t ms/ha)	Ip (%)	RMSDpe (t msd/ha)
Sileros	2.6	24.5	23.3	14.8
Fotosensitivos	3.8	30.0	-	13.0
Graníferos	1.4	16.0	55.0	9.8
Graníferos doble propósito	1.9	22.2	47.0	14.2

RMSpe: Rendimiento de materia seca de planta entera, Ip: Proporción de panoja y RMSDpe: Rendimiento de materia seca digestible de planta entera.

Vemos que el porte de los híbridos no nos dice nada *a priori* acerca de la performance final, cuando consideramos variables que integran la calidad.

De esta manera podríamos considerar a los tipos graníferos doble propósito como una categoría interesante a la hora de definir un ideotipo silero, mas aún cuando dichos híbridos tengan incorporado el rasgo BMR.

Herramientas de manejo que impactan sobre la calidad del silaje

Fecha de siembra, densidad de siembra y momento de picado

En general, el atraso en la fecha de siembra determina mayor altura de los híbridos y además puede estar asociado a una disminución de la proporción de panoja. Si ello ocurre en sileros, y sumado a una densidad de siembra excesiva, no solo aumentará la susceptibilidad de vuelco sino que impactará en la calidad final del silaje. Con el objetivo de maximizar rendimiento, el productor tiende a elegir ciclos largos en todos los segmentos de híbridos, lo cual puede determinar un alargamiento extra en la fecha de picado (para la latitud en cuestión) si el cultivo atraviesa un estrés hídrico moderado.

Una densidad de siembra exagerada provoca un desbalance de fracciones (panoja y tallo+hojas) en la planta, lo cual determina menor contribución de grano al ensilado final. Por ejemplo, en híbridos de gran proporción de grano, modificar de 8 a 16 plantas/m lineal (surcos a 0,52m), donde la proporción de panoja varía de 41 a 28%, significa una reducción en la digestibilidad de planta entera de 67 a 61% (Valores promedio en las campañas 2002-2008). En stands de plantas mas adecuados, el tamaño de panoja es sensiblemente mayor y con ello, además de aumentar el número de granos/panoja, también el tamaño de grano es mayor.

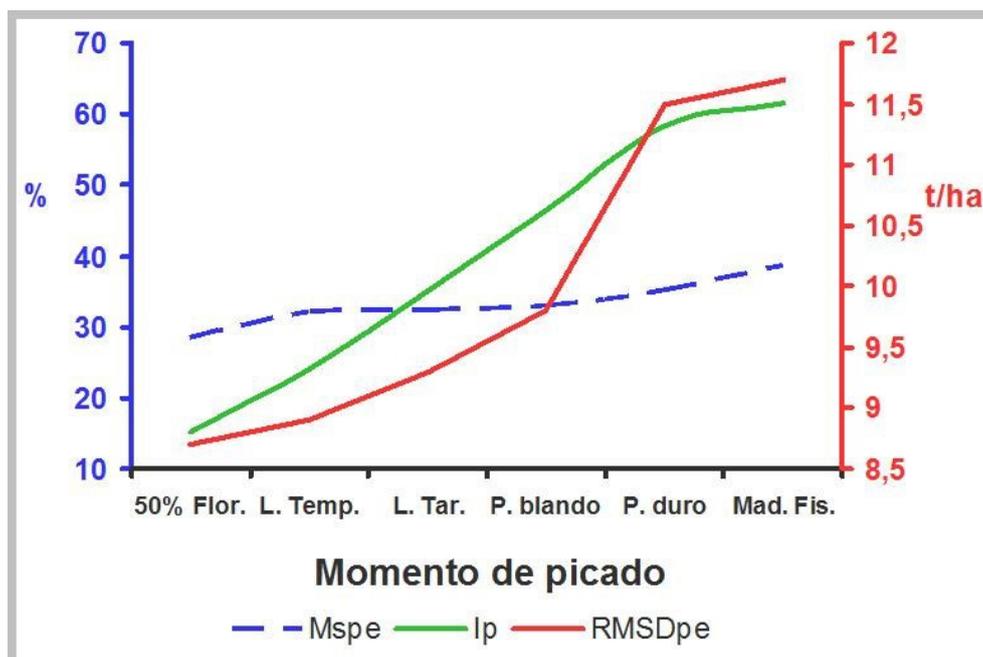
Efectuar la cosecha en el estado óptimo de madurez constituye uno de los factores que deben tenerse en cuenta para producir un silaje de alta calidad, aunque ello a veces puede verse dificultado por cuestiones operativas (el contratista llega tarde o cuando puede).

Cuando se cultiva sorgo para silaje, los factores críticos que gravitan sobre el estado óptimo de cosecha incluyen el contenido de materia seca de planta completa, el rendimiento de materia seca total y la calidad nutricional de las fracciones.

Por otro lado, el momento de cosecha del material a ensilar es importante, puesto que ensilando forrajes con un alto contenido de humedad (> 75% de humedad) aumentan las pérdidas por escasa fermentación y excesivos efluentes que se traduce en una pérdida de nutrientes. Por otro lado, el corte tardío determina mayor dureza del grano (complica el aprovechamiento en el tracto

gastrointestinal) y pérdida de calidad en panoja y resto de la planta. El conocimiento de la variación de la calidad en el componente vegetativo (tallos+hojas) no sólo es importante por la calidad final del ensilado, sino también en aquellos casos en que se utilice el residuo remanente (rastrojo) de un cultivo para grano.

El estado de grano pastoso duro sería el momento en el que se logra el mayor rendimiento de materia seca de planta entera, compatible con la mayor calidad de cada una de sus fracciones (panoja y tallo+hojas).



Mspe: Contenido de MS de planta entera (%), Ip: Proporción de panoja (%), RMSDpe: Rendimiento de MS digestible de planta entera.

Estrategias de doble y multipropósito

La alternativa de rebrote que ofrecen en mayor o menor medida la totalidad de los tipos morfológicos de sorgo, posibilita una multiplicidad de estrategias que combinan el corte para silo de planta entera y la utilización del rebrote posterior. Por ejemplo, un mismo lote sembrado con un híbrido silero puede ser aprovechado de tres maneras diferentes, un sector del lote puede ser destinado a silaje de planta entera y otro sector se puede dejar en pie para ser aprovechado como diferido. Esta estrategia genera tres forrajes con distintas características: 1) Silaje de planta entera; 2) Rebrote del sector del lote destinado a silaje (la magnitud del mismo dependerá de la fecha de corte), con un contenido de proteínas similar a un sorgo forrajero; y 3) Diferido en pie, cuya palatabilidad dependerá directamente del contenido de azúcares acumulados en la caña.

Por otro lado, si consideramos un híbrido granífero doble propósito, a las estrategias planteadas arriba se agrega la posibilidad de reservar otro sector del lote para cosechar grano.

Una posibilidad adicional consiste en efectuar un aprovechamiento temprano (mediados de Enero) de los híbridos sileros, graníferos y graníferos doble propósito, cuya estructura de planta simularía un forrajero de pastoreo tipo sudan (pero a una densidad menor), donde el principal atributo sería fibra de calidad (mas notorio si es BMR) y contenido medio de proteínas. Este primer aprovechamiento coincidiría en los materiales de ciclo intermedio a corto, con el estado de panoja embuchada (E5).

El rebrote generado podría aprovecharse como silaje de planta entera, lo cual quedaría determinado por el ciclo del híbrido y el contenido de grano del mismo al momento del corte.



Dicha estrategia es una buena alternativa para sileros de gran altura, puesto que con el primer aprovechamiento, la altura final al momento de ensilar estará disminuída en 50-60 cm, minimizando el riesgo de vuelco a final de ciclo.

Ensilado con eficiencia: manteniendo la calidad nutricional del cultivo en pie hasta la boca del animal

*Ing. Agr. José Peiretti
Módulo Manejo de Forrajes Conservados
INTA Manfredi*

La verdad sobre el quebrador de granos de las picadoras

La buena rentabilidad actual de la ganadería argentina, sumada a la competitividad por el uso de la tierra, coloca a los productores ganaderos frente a la necesidad de ajustar al máximo todos los parámetros de la cadena productiva, para mejorar puntos de rentabilidad. Por lo tanto hay que esforzarse en acompañar la buena genética de los rodeos de carne y leche con una alimentación de los mismos que respalde y acompañe dicho potencial productivo. Objetivo: máxima productividad en kg/ha de materia seca digestible en pasturas y cultivos de forrajes conservados. Esto asegura un buen aprovechamiento de un recurso caro, como es la tierra en Argentina. El segundo objetivo es aplicar un proceso de corte, acondicionado, almacenaje de forraje, con la mínima pérdida, para luego integrarlo a las raciones balanceadas con metodología y tecnología, que aseguren la máxima conversión en kg de carne o leche.

Si utilizamos en nuestro planteo alimenticio forrajes conservados de alta calidad, podemos incrementar el margen del establecimiento, con calidad en la alimentación de los animales y ahorro de tiempo y dinero.



Figura 1. Elaborar forrajes conservados de alta calidad permite aumentar el margen del establecimiento, al acompañar el potencial productivo del rodeo con alimentos de calidad.

Está ampliamente demostrado que cuando incluimos algún concentrado energético y harinas de alto contenido proteico a la alimentación del rodeo, los promedios productivos se elevan, pasando, por ejemplo, de 20 a 40 litros de leche por día en ganado lechero, o llegando incluso hasta 1,5 kilos de ganancia diaria de peso en rodeos de carne. De ahí la tendencia hacia los planteos intensificados, con alta suplementación con granos y harinas proteicas.

Al incorporar el grano a la alimentación animal, es fundamental quebrar los mismos para que sean aprovechados por el animal. Si no sometemos a los granos a algún proceso que altere su capa externa resistente, los mismos comienzan a aparecer en las fecas, lo cual es sinónimo de dinero y

energía gastados en producir los granos, tirados en el piso, sin llegar a digerir el almidón contenido en los mismos.

Los granos en el silo de planta entera

La técnica del ensilaje permite al productor ganadero balancear la oferta forrajera a lo largo del año, cubriendo las deficiencias estacionales o las causadas por fenómenos climáticos. Las ventajas económicas del ensilaje se traducen en mayor eficiencia y en un incremento en el volumen cosechado para transformación en leche y carne.

Pero siempre debemos considerar que cuando hablamos de silo de planta entera de maíz o de sorgo, estamos haciendo referencia a una forma alternativa de cosechar y guardar granos, los cuales con esta técnica vienen acompañados de un alto volumen de materia verde por hectárea al momento de confeccionar el silo, pero manteniendo la parte más nutritiva en los granos.

Entonces cuando destinamos un lote a silo de picado fino, siempre debemos manejarlo hacia la máxima producción y aprovechamiento de los granos, esto toma más vigencia a partir del alto costo del uso de la tierra en Argentina. El costo de MS/ha de silaje es inversamente proporcional al rendimiento del lote a ensilar. El objetivo de la siembra de un lote para silaje debe ser obtener la máxima productividad.

El desarrollo genético en híbridos de maíz tipo stay green, solucionó el problema de hacer coincidir un estado óptimo de madurez, con un adecuado contenido de humedad de la planta a ser picada. Antes la planta llegaba demasiado seca al momento de picado, si se retrasaba el mismo para lograr un mayor rendimiento en grano, lo cual resultaba en un picado desuniforme y en una mala calidad de fermentación y almacenaje, por una ineficiente compactación. El otro camino de desarrollo tecnológico, el de la maquinaria agrícola, solucionó el problema del grano entero.

El sistema procesador de granos, integrado en las picadoras, es un elemento que permite aprovechar la energía aportada por el grano a nivel ruminal (Figura 2), ya que las bacterias pueden atacar más fácilmente el sustrato debido al quebrado de los granos. Otra de las ventajas, es el aumento de la población bacteriana debido al efecto de laceración de los tallos que producen los rodillos, por lo que se facilita el inicio de la fermentación, mejorando la calidad total del silo.



Figura 2. El quebrado de los granos en la elaboración del silo, permite aprovechar la energía disponible en los mismos.

Este tipo de implementos deja solo un 1,5 % de granos sin dañar en maíces con alta producción de grano, aún cuando se trate de un picado con un tamaño superior a los 15 mm.

Mecanismos procesadores de grano

En los diferentes modelos y marcas de picadoras, el mecanismo procesador de granos se encuentra ubicado en un posición posterior al cilindro picador de la máquina.

Consiste en dos rodillos acanalados que se encuentran entre el cilindro picador y la unidad de lanzamiento o expulsión entre los que pasa el forraje y que poseen una velocidad de giro diferencial del 20%, ejerciendo el quebrado de los granos (Figura 3).

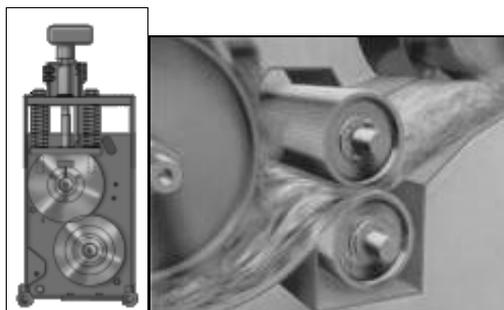


Figura 3. Esquema del mecanismo partidor de granos.

La forma y tamaño que poseen los granos de maíz y sorgo, hacen que sea bastante más complicado realizar el quebrado de este último, pero los nuevos modelos han evolucionado en diseño de los dientes y rodillos del sistema quebrador para hacer más eficiente el procesamiento del sorgo, sin perder energía digestible ni capacidad operativa de las picadoras.

Se debe tener en cuenta que el requerimiento de potencia de este tipo de aditamentos en las picadoras es alto y es por ello que los diseños de avanzada permiten retirar con facilidad estos rodillos en el caso que no resulte necesaria su utilización, con el consiguiente aumento de la capacidad de trabajo y disminución de la potencia consumida.

Actualmente no solo las máquinas autopropulsadas cuentan con este equipamiento, también a algunas máquinas de arrastre con cabezales de tres surcos para maíz se le puede poner el procesador de grano, aumentando de esa forma sus prestaciones.

Algunos consejos al momento de picar el lote

- § Maneje el lote a picar con la mejor tecnología disponible para lograr el máximo rendimiento en kg/ha de materia seca disponible (cantidad y calidad), esto mejora el costo de uso de la tierra en forma significativa.
- § En casos excepcionales, como cultivos enmalezados, trabaje con el cabezal a mayor altura para disminuir las roturas, aumentar la capacidad de trabajo y mejorar la calidad y contenido energético del material picado, ya que solo se picará la fracción de la planta de maíz o sorgo de mayor calidad.
- § Mantener el filo de las cuchillas y la correcta distancia de la contracuchilla, reduce el consumo de combustible, aumenta la capacidad de trabajo y mantiene uniforme el tamaño de picado.
- § Realice el picado de pasturas cuando el forraje tenga entre el 65% y 75% de humedad, en maíz trabaje entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de línea de leche (35% de humedad del grano de maíz).
- § Trabaje con un tamaño de picado uniforme: en pasturas entre 3 y 4 cm. En maíz y sorgo entre 1,5 y 2 cm (mejor fermentación del silo), mayor facilidad de eliminación del aire en el almacenaje.
- § Si observa material deshilachado, ajuste la luz de la contracuchilla.

- § Si observa que de la jirafa vuela material, realice un nuevo servicio a la máquina.
- § Durante el picado de maíz y sorgo utilice el quebrador de granos, regulado de manera que provoque el partido o alteración de todos los granos.

Solo el forraje de calidad que llega a la boca del animal garantiza eficiencia en la producción de carne y leche. Una mejor conversión de kg/MS de silo en carne y leche baja los costos de producción y aumenta la renta y competitividad de la ganadería bovina.

¿Cómo y dónde planificar el silo?

El silaje de maíz o sorgo picado fino es uno de los sistemas de almacenaje más importantes en la ganadería moderna. Esto se debe a que es un alimento que produce altos rindes por hectárea con un alto valor energético, tiene una cosecha rápida, un bajo costo de producción por kg de MS digestible y si se lo elabora correctamente, se lo puede hacer con un bajo nivel de pérdidas. Como regla general se indica que el mejor maíz para picado fino es el de alto rendimiento en grano.

Para asegurarnos de realizar un silaje de alta calidad nutricional, siempre se deben picar lotes que presenten por lo menos entre un 25 a 35% de grano sobre la base de materia seca, lo que permite un incremento de la carga animal en los períodos de escasez y por lo tanto una mejora en los niveles de aprovechamiento de un recurso caro y escaso como es la tierra, frente al incremento de la competitividad del sector agropecuario.

Al momento de pensar en la elaboración de un silo aéreo, no se debe perder de vista que este tipo de estructura de almacenaje se aconseja para cultivos que vayan a exceder los 800.000 kg de materia verde. Eso se debe a que este tipo de estructura presenta un alto porcentaje de pérdidas en su llenado, estabilización y suministro, las cuales se ven diluidas mientras mayor sea la cantidad de material conservado.

Si el volumen del lote a ensilar no es tan grande, en ese caso se debería pensar en optar por una estructura como el silo bolsa, donde no es necesario armar la totalidad de la longitud de la bolsa, y si se elabora en forma adecuada se logran muy buenos valores de fermentación.

La elaboración de silos aéreos es una técnica que comprende variados aspectos, el primero y fundamental, es una buena planificación del mismo, para que al aplicar los aspectos agronómicos recomendados por los especialistas, estos se expresen de la mejor manera.

Al respecto, el primer punto de la planificación que el productor debe tener en cuenta, es la ubicación que tendrá el silo aéreo, pensando en una estructura que sea de fácil amortización en el establecimiento y que sea utilizado durante varias campañas; pensar siempre en la cantidad de años que se usará este recurso y el nivel de inversión necesario de acuerdo al grado de utilización del silo dentro de la ración. El lugar donde se planifica el silo aéreo a la vez debe ser práctico a los fines de la elaboración de la ración, facilitando el trabajo de acoplados y mixers.

Siempre priorizar en la construcción de un silo, la elaboración del piso antes que la elaboración de las paredes. Esto es lógico, si se piensa que el silo debe ser suministrado todos los días, un piso de material o bien compactado nos ayudará a no depender del mal tiempo. En lo posible evitar darle más de un frente de extracción al silo, ya que esto aumenta su superficie expuesta y por consiguiente las pérdidas.

En lo referente al diseño del silo aéreo, tener siempre presente la cantidad de animales a alimentar y la cantidad de silo que demandará la ración de cada uno de ellos. Se debe extraer diariamente entre 30 y 40 cm de profundidad del silo y recordar que un silo aéreo **de buena elaboración y compactación** posee una densidad de entre 650 y 750 kg/m³.

Una de las mayores pérdidas en los silos aéreos esta formada por la superficie expuesta al medio ambiente, por lo tanto siempre se deben planificar silos aéreos **lo más altos posibles**, dejando su longitud como una variable dependiente del rendimiento obtenido por el cultivo a picar en cada campaña. Entonces la mejor forma de ir compactando el silo aéreo (cualquiera sea su diseño: puente, bunker o torta), es haciendo en sucesivas capas de cierta inclinación, para favorecer que los



tractores encargados de la compactación, puedan trepar en forma correcta para extraer todo el oxígeno de la masa del silo (muy aconsejable en esto es usar tractores con reversor de avance). Entonces se puede ir definiendo la altura y el ancho de la estructura, dejando variable la longitud al volumen obtenido del lote picado. **Siempre priorizar la altura del silo.**

En caso de no disponer de tractores con reversor de avance para realizar la compactación del silo, **el ancho debe ser no mayor a aquel que permita girar con los tractores en su parte superior sin tener que estar bajando hasta el piso**, ya que ello aporta tierra al silo y eso es sinónimo de pérdidas de calidad nutricional del silo.

Elegir siempre trabajar con sistemas de extracción que no alteren la superficie expuesta del silo, evitando de esta forma la menor entrada posible de aire al mismo.

Por último, es fundamental cuando se trabaja con este tipo de estructuras de almacenaje, realizar cuando sea posible el tapado del silo con nylon, luego de la extracción diaria, para evitar mayores pérdidas y fermentaciones indeseables.

La incorporación del silaje picado fino de maíz o sorgo de alta calidad en la elaboración de una ración totalmente mezclada (o TMR), es fundamental como herramienta para aportar energía a la mezcla y aumentar la carga animal por hectárea.

Aditivos bacterianos para silajes

Ing. Agr. Ph.D. Oscar C. M. Queiroz

El objetivo de la conservación del forraje es mantener la calidad original de la planta ensilada a través de la fermentación. Para lograr este objetivo, son de importancia fundamental establecer una condición anaerobia y de fermentación deseable. Comúnmente son empleados los inoculantes para silo para obtener tal resultado. Una gran variedad de aditivos están disponibles, los cuales tienen diferentes modos de acción y por ende distintos propósitos. Este artículo describe los principales aditivos bacterianos usados actualmente en el mercado, de manera de transmitir información útil para la elección de este tipo de producto.

Aditivos bacterianos

Los aditivos bacterianos o inoculantes contienen cepas de bacterias seleccionadas que fermentan los azúcares simples en ácido láctico, acidificando rápidamente el medio, o en ácidos con poder antifúngico que inhiben el crecimiento de hongos y levaduras que causan deterioro del material. Estas bacterias son clasificadas como homolácticas o heterolácticas, respectivamente. Ambos tipos pueden ser usados para mejorar la calidad de silaje, aunque tienen diferentes funciones y actúan en distintas fases del proceso de ensilaje.

Bacterias homolácticas

Las bacterias homolácticas fermentan glucosa hasta ácido láctico de manera muy eficiente desde el punto de vista energético. En la fermentación homoláctica, a partir de un mol de glucosa son generados 2 moles de ácido láctico y 2 moles de adenosina trifosfato (ATP). El camino metabólico de la fermentación homoláctica, Embden-Meyerhof, genera alta recuperación de energía (99.3%) y materia seca (100%) (Kung y col., 2003; White, 2007).

Lactobacillus plantarum: El uso de bacterias homolácticas era común desde el final de la década de los 70 (Kung y col., 2003). En aquella época, la mayoría de los inoculantes fueron desarrollados con el criterio de Whittenbury (1961), el cual recomendaba que los inoculantes bacterianos debían ser capaces de crecer vigorosamente y dominar la población natural durante la fermentación, ser homofermentativos y altamente tolerantes al medio ácido, para que se produzcan cantidades significativas de ácido láctico. El microorganismo que reunía todas estas características era el *Lactobacillus plantarum*, el cual hasta hoy es la bacteria más comúnmente utilizada en inoculantes bacterianos comercializados. *Lactobacillus plantarum* es una bacteria Gram positiva, con forma de bastón, que se encuentra en comida fermentada y silaje (Kung y col., 2003). La capacidad de sobrevivencia del *L. plantarum* y sus propiedades fisiológicas y bioquímicas hacen que sea un perfecto candidato, a los criterios de Whittenbury, para inoculantes de silaje (Archibald y Fridovich, 1981).

Lactobacillus plantarum fue inicialmente clasificado como una bacteria homofermentativa obligatoria, basado en su capacidad de convertir 1 mol de glucosa en 2 moles de ácido láctico, por la vía Embden-Meyerhof. Actualmente, *L. plantarum* es clasificado como una bacteria heterofermentativa facultativa, ya que en la ausencia de glucosa, *L. plantarum* puede fermentar pentosas hasta ácido láctico, gas carbónico y ácido acético por vías heterofermentativas (Holzer y col., 2003). El suplemento inadecuado de glucosa también reduce la concentración de fructosa-1,6-bisfosfato, un activador esencial de la enzima lactato deshidrogenasa (Pahlow y col., 2003).

El nuevo proceso de clasificación se fundamenta en la comparación filogenética del ácido ribonucleico ribosomal 16 (ARNr 16S) y es más preciso que el método tradicional que evalúa las características fisiológicas y bioquímicas del microorganismo. Todavía, *L. plantarum* es considerado

como una bacteria homofermentativa cuando la glucosa no es un factor limitante. Así, en silajes con adecuada concentración de azúcares, *L. plantarum* normalmente sintetiza exclusivamente ácido láctico, que causa una re-oxidación del NADH, permitiendo una repetición continua de la vía Embden-Meyerhof y del metabolismo de los carbohidratos (McDonald, 1991).

Lactobacillus plantarum ha sido usado con éxito en la reducción del pH de silajes con alta capacidad de buffer. Filya y colaboradores (2007) reportaron que la aplicación de 3 cepas de *L. plantarum* redujo el pH de silaje de alfalfa de 5.08 en silos no tratados para 4.43, en promedio, en silos tratados con las tres cepas. Además de reducir el pH, la relación entre la concentración de ácido láctico y ácido acético fue aumentada en más de dos veces, lo que indica una actividad mucho más homoláctica. Conaghan y colaboradores (2010) demostraron un aumento en la concentración de ácido láctico en silaje de ryegrass de 22 g/kg de materia seca (MS) y reducción del pH en el orden de unas 5 veces cuando el material era tratado con *L. plantarum*.

***Pediococcus pentosaceus*:** *Pediococcus pentosaceus* es una bacteria homoláctica, Gram positiva y anaerobia facultativa, usada como inoculante de silaje. Así como *Lactobacillus plantarum*, es una bacteria con tolerancia a la acidez y es capaz de producir ácido láctico (Garvie, 1986; Axelsson, 1998). *P. Pentosaceus* crece más activamente que *L. plantarum* y otras bacterias del silo cuando el pH está entre 5 - 6.5 y el oxígeno residual está presente durante las primeras etapas de fermentación (Kung y col., 2003; McDonald, 1991). Algunas cepas de *Pediococcus* se desarrollan bien en silos con elevada concentración de MS y baja actividad de agua (Tanaka y Ohmomo, 2000). Estas características permiten a la cepas de *Pediococcus* comenzar la acidificación del silaje durante la fase inicial, en los primeros días de fermentación, cuando el crecimiento de cepas de *Lactobacillus* es menos vigoroso por el alto pH. Debido a estas características, algunos inoculantes en el mercado tienen en su formulación ambas bacterias: *P. pentosaceus* y *L. plantarum*, para que se puedan complementar los nichos de crecimiento y acelerar la tasa de acidificación del silaje (Lin y col., 1992). La capacidad de desarrollo de cepas de *Pediococcus* fue constatada por Cocconcelli y colaboradores (1991) los cuales usaron análisis de ADN para verificar la colonización de *P. pentosaceus* y *L. plantarum* en silaje de maíz. Los investigadores observaron que la población de *Pediococcus pentosaceus* era máxima después de un crecimiento exponencial durante las 12 primeras horas de fermentación, mientras que el crecimiento de *L. plantarum* solamente ocurrió después de 48 horas. Cai y colaboradores (1999) inocularon alfalfa y ryegrass con cepas de *Pediococcus acidilactici* o *Pediococcus pentosaceus* a 25 o 48°C. Los investigadores reportaron que la calidad del silaje conservado a 25 °C fue mejorada gracias a la disminución en las pérdidas de MS y gases, y a la reducción de los productos de la fermentación indeseable (secundarios) tales como amonio y ácido butírico. De manera similar, esto fue observado con menos intensidad en silos mantenidos a 48 °C, lo que sugiere que *P. pentosaceus* puede ser menos eficaz como inoculante de silaje en áreas subtropicales y tropicales.

***Enterococcus faecium*:** *Enterococcus faecium* es un productor importante de ácido láctico en las primeras etapas de fermentación, así como *Pediococcus pentosaceus*. Estas bacterias son Gram positivas, anaeróbicas facultativas y pueden crecer en un pH entre 4.5 - 9.6. Cai (1999) evaluó el efecto de *Enterococcus* y *Lactobacillus* en silos de alfalfa y gramínea. Los silajes inoculados con *Lactobacillus* tuvieron menor pH, ácido butírico, amonio, pérdidas gaseosas y de MS en relación a los silos sin inoculante, mientras que este efecto no fue observado en silos tratados con las cepas de *Enterococcus*. El autor reportó que la posible falta de respuesta al inoculante con *Enterococcus* fue el resultado de una baja capacidad de crecimiento de este en un pH por debajo de 4.5. Sin embargo, *P. pentosaceus* y *Enterococcus* spp. son usados como inoculantes homolácticos en conjunto con *L. plantarum* para: 1) dominar el inicio de la fermentación y rápidamente empezar la reducción de pH, previniendo así la fermentación secundaria 2) reducir el pH a niveles que favorezcan el crecimiento de *L. plantarum* y otros *Lactobacillus*. Filya y colaboradores (2007) estudiaron el efecto de inoculantes bacterianos en la fermentación de silaje de alfalfa. Los tratamientos usados como inoculantes fueron:

dos cepas de *E. faecium* aplicadas por separado; mezcla de *E. faecium* y *L. plantarum*; mezcla de *E. faecium*, *L. plantarum* y *P. pentosaceus*. La combinación de *E. faecium* y *L. plantarum* redujo el pH, aumentó la concentración de ácido láctico y bajó la concentración de etanol (fermentación secundaria causada por enterobacteria y levaduras). Sin embargo, la adición del *P. pentosaceus* no causó un aumento en la eficiencia del inoculante comparado con el tratamiento con solo *Enterococcus* y *Lactobacillus*. Esta investigación demostró la complementariedad del efecto de *L. plantarum* y *E. faecium* en la fermentación del silaje.

Efectos de los inoculantes homolácticos

El efecto de los inoculantes con bacterias homolácticas en la calidad del silaje fue revisado por Kung y Muck (1997). En general, las bacterias homolácticas causan una rápida disminución del pH que es acompañado de un aumento en la concentración de ácido láctico, lo que a su vez causa una reducción de la proteólisis, deaminación y potencial para el surgimiento de fermentación etanólica, butírica o acética. El control en la fermentación secundaria puede ocasionar un aumento en la recuperación de MS al final de la fermentación (Kung, 2003). De esta manera, el principal beneficio del uso de bacterias homofermentativas es reducir las pérdidas de energía, nutrientes y MS asociadas con la fermentación secundaria. Es importante tener en cuenta que el uso de bacterias homolácticas no resulta en mejor estabilidad aeróbica del material. Kung y Muck (1997) reportaron que además de no tener efecto positivo en la estabilidad aeróbica, a veces esta termina siendo peor en silos tratados exclusivamente con inoculantes homofermentativos. Esto puede ocurrir porque el ácido láctico no tiene poder anti fúngico, por lo que no puede impedir el desarrollo de hongos y levaduras una vez que el material está expuesto al aire. Sin embargo, los ácidos propiónico y acético pueden reducir la población de hongos y levaduras y así aumentar la estabilidad durante largos periodos de tiempo (Moon, 1983; Huisden y col., 2009).

Estabilidad aeróbica del silaje

El término estabilidad aeróbica es frecuentemente usado para expresar cuánto tiempo el silo se mantiene sin señales de deterioro microbiano una vez que es expuesto al aire. Durante la fase de exposición aeróbica, levaduras tolerantes a la acidez utilizan ácido láctico como sustrato para su crecimiento, lo que resulta en un aumento de pH a niveles que permiten el desarrollo de otros hongos y agentes de deterioro y microorganismos patogénicos. (Adesogan y Queiroz, 2009; Queiroz y col., 2011). La respiración de estos microorganismos genera un rápido metabolismo de nutrientes acompañado por aumento en las pérdidas de MS y aumento en temperatura (Henderson y col., 1979; Cai, 1999). La baja estabilidad aeróbica es un efecto observado no solamente en el frente del silo (Pitt y Muck, 1993). El aire puede penetrar cerca de 4 metros dentro de la masa de silaje, por lo que el silaje puede empezar a deteriorarse varios días antes que esté expuesta en el frente del silo (Parsons, 1991).

El criterio de Whittenbury no tenía en consideración, como inoculante ideal, la inhabilidad del ácido láctico para reducir el crecimiento de hongos y la deterioración aeróbica. Probablemente, en la década de los 60, los problemas de estabilidad eran menos importantes debido al pequeño tamaño de los silos usados. Con el paso del tiempo, el incremento en los sistemas de producción y el uso de silos de gran capacidad hicieron esenciales el mantenimiento de la estabilidad y reducción de las pérdidas.

Bacterias heterolácticas

Las bacterias heterofermentativas producen ácido láctico y otros productos como etanol, CO₂, y ácido acético durante la fermentación de la hexosa (Oude Elferink y col., 2001).

Inocular con bacterias heterolácticas puede causar pérdidas de energía y MS. Por ejemplo, se ha reportado pérdidas de MS del 1.7% con el uso de bacterias heterolácticas, mientras que el mismo material ensilado con cepas homolácticas resultaron en pérdidas de 0.7% (McDonald, 1991). Sin

embargo, la vía heteroláctica puede ser de interés, ya que esta produce agentes anti fúngicos como acetato y propionato (Oude Elferink y col., 2001; Krooneman, 2002). Los inoculantes heterolácticos han sido usados para reducir hongos y levaduras y aumentar la estabilidad aeróbica de silos de maíz, sorgo y ryegrass. (Kung y Ranjit, 2001; Tabacco y col., 2011; Driehuis y col., 2001; Huisden y col., 2009). El acetato producido por las bacterias heterofermentativas puede también reducir la fermentación de etanol producida por las levaduras, inhibiendo el crecimiento fúngico en forrajes con alta concentración de azúcares.

Lactobacillus buchneri: *Lactobacillus buchneri* es el inoculante heterofermentativo más comúnmente usado en el mercado. *Lactobacillus buchneri* es una bacteria Gram positiva, con forma de bastón, no forma esporas y presenta respiración anaeróbica. *L. buchneri* tiene la propiedad de poder producir ácido acético en ambiente ácido. Oude Elferink y colaboradores (2001) describieron el camino metabólico usado por esta bacteria para convertir ácido láctico en ácido acético, 1,2-propanodiol, y trazos de etanol en condiciones libres de oxígeno. Ellos reportaron también que la conversión de ácido láctico hasta acético es muy dependiente de las condiciones ambientales como pH y temperatura. Todas las cepas de *L. buchneri* evaluadas en este estudio metabolizaron el ácido láctico cuando la temperatura aumento de 15 a 25°C. Sin embargo, cuando las temperaturas pasaron de 30°C, solamente una cepa continuo trabajando, y a 35°C ninguna tenia efecto. La concentración de pH también tiene un efecto importante en la efectividad del inoculante. A pH de 5.8 la concentración de ácido láctico libre para conversión no fue alterada por 200 horas, mientras que la reducción del pH de 4.3 para 3.8 aumentó el metabolismo del ácido.

Lactobacillus buchneri ha sido usado para aumentar la estabilidad aeróbica del maíz, cebada, alfalfa, sorgo, caña de azúcar, gramíneas y otros cultivos (Filya, 2003; Huisden y col., 2009; Pedroso y col., 2005). Kleinschmit y Kung (2006b) realizaron un meta-análisis con 33 estudios para evaluar el efecto de *L. buchneri* en silos de maíz. Los autores observaron un aumento en la concentración de acetato, reducción de lactato y consecuente disminución de levadura. Los efectos de *L. buchneri* en silo de maíz fueron dependiente de la dosis de inoculante, con dosis de 100.000 siendo más efectiva que dosis por debajo de los 100.000.

Aunque la producción de ácido propiónico se evidencie en silos tratados con *L. buchneri*, esta bacteria no es responsable directa por la síntesis de este ácido. La combinación de ácido propiónico y acético resulta en un efecto anti fúngico sinérgico, lo cual aumenta la estabilidad del silo. Driehuis y colaboradores (1999) observaron que el silo de maíz tratado con dosis crecientes de *L. buchneri* resultaron en concentraciones crecientes de los ácidos acético y propiónico además de 1-propanol, y no el 1, 2-propanediol normalmente esperado por el metabolismo de *L. buchneri*. Además, la inoculación con *L. buchneri* de 1×10^6 cfu/g resultó en un aumento de 10 veces de ácido propiónico y 3 veces de ácido acético en relación al silaje no tratado. Este cambio en el perfil fermentativo genero una estabilidad aeróbica de 792 horas contra apenas 42 horas del Control. Los autores estipularon que el 1, 2-propanediol estaba siendo convertido en 1-propanol y ácido propiónico por otro microorganismo. Esta hipótesis fue confirmada por Krooneman y col. (2002), que aislaron una nueva cepa de bacteria heteroláctica, conocida como *Lactobacillus diolivorans*. Estas cepas coexisten con *L. buchneri* y convierten 1,2-propanediol en 1-propanol y ácido propiónico. La presencia de ácido propiónico es el resultado de una coexistencia entre las dos bacterias y es por esto que el aumento de este ácido en silos tratados con *L. buchneri* es tan inconsistente.

Inoculantes de doble propósito

El rol complementario de las bacterias homolácticas y heterolácticas en la fermentación del silaje ha llevado al desarrollo de inoculantes que contienen ambos tipos de bacterias, de manera de mejorar la fermentación y la estabilidad aeróbica del silaje. Estos inoculantes “doble propósito” o “combos” han sido usado exitosamente para mejorar la preservación de los silos de maíz, alfalfa, sorgo y pasto Bermuda (Filya, 2003; Schmidt y col., 2009; Schmidt y Kung, 2010). Kleinschmit y Kung (2006a)

observaron que los silos de maíz tratados con una mezcla de *L. buchneri* (4×10^5 cfu/g) y *P. pentosaceus* (1×10^5 cfu/g) tenían menor concentración de NH_3 , mayor concentración de acetato y mayor estabilidad aeróbica comparado con silos no tratados luego de 361 días de fermentación.

Conclusiones generales

El uso correcto de los inoculantes bacterianos requiere entender los propósitos específicos de las diferentes cepas bacterianas. Como regla general, los inoculantes con bacterias homolácticas son usados para mejorar la fermentación del silo, mientras que los inoculantes con bacterias heterolácticas son utilizados para incrementar la estabilidad aeróbica. Además de comprender la función de cada cepa, la concentración y la tasa de inoculación son de fundamental importancia para la efectividad del producto. El aumento de la demanda por inoculantes desde el sector productivo debería fomentar a sectores académicos y privados de manera de promover el desarrollo de inoculantes cada vez más específicos (de acuerdo al cultivo), efectivos y multifuncionales.

Bibliografía

1. Adesogan, A. T., and O. C. M. Queiroz. 2009. Silage pathogenicity and implications for the ruminant production chain. Pages 225–241 in Proceedings of the International Symposium on Forage Quality and Conservation. M. Zopollato, G. B. Muraro and L. G. Nussio, FEALQ, Piracicaba, SP.
2. Archibald, F. S., and I. Fridovich. 1981. Manganese and defenses against oxygen toxicity in *Lactobacillus plantarum*. *J. Bacteriol.* 145:442–451.
3. Axelsson, L. 1998. Lactic acid bacteria: classification and physiology. Pages 1–72 in: *Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects*, 2nd ed. S. Salminen and A. Von Wright, Marcel Dekker Inc, New York.
4. Cai, Y. 1999. Identification and characterization of *Enterococcus* species isolated from forage crops and their influence on silage fermentation. *J. Dairy Sci.* 82:2466–2471.
5. Cai, Y., Y. Benno, M. Ogawa, and S. Kumai. 1999. Effect of applying lactic acid bacteria isolated from forage crops on fermentation characteristics and aerobic deterioration of silage. *J. Dairy Sci.* 82:520–526.
6. Cocconcelli, P. S., E. Triban, M. Basso, and V. Bottazzl. 1991. Use of DNA probes in the study of silage colonization by *Lactobacillus* and *Pediococcus* strains. *J. Appl. Microbiol.* 71:296–301.
7. Conaghan, P., P. O’Kiely, and F. P. O’Mara. 2010. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. *J. Dairy Sci.* 93:628–643.
8. Driehuis, F., S. J. W. H. Oude Elferink, and S. F. Spoelstra. 1999. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *J. Appl. Microbiol.* 87:583–594.
9. Driehuis, F., S. J. W. H. Oude Elferink, and P. G. Van Wikselaar. 2001. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass For. Sci.* 56:330–343.
10. Filya, I., R. E. Muck, and F. E. Contreras–Govea. 2007. Inoculant effects on alfalfa silage: Fermentation products and nutritive value. *J. Dairy Sci.* 90:5108–5114.
11. Garvie, E. I. 1986. Genus *Pediococcus*. Pages 1075–1079 in *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 2, 9th ed. Williams and Wilkins, Baltimore, MD.
12. Henderson, A. R., J. M. Ewart, and G. M. Robertson. 1979. Studies on the aerobic stability of commercial silages. *J. Sci. Food Agric.* 30:223–228.
13. Holzer, M., E. Mayrhuber, H. Danner, and R. Braun. 2003. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends Biotechnol.* 21:282–287.
14. Huisden, C. M., A. T. Adesogan, S. C. Kim, and T. Ososanya. 2009. Effect of applying molasses or inoculants containing homofermentative or heterofermentative bacteria at two rates on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 92:690–697.
15. Krooneman, J., F. Faber, A. C. Alderkamp, S. J. H. W. Oude Elferink, F. Driehuis, I. Cleenwerck, J. Swings, J. C. Gottschal, and M. Vancanneyt. 2002. *Lactobacillus diolivorans* sp. nov., a 1,2–propanediol–degrading bacterium isolated from aerobically stable maize silage. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 52:639–646.
16. Kung, L., and R. E. Muck. 1997. Animal response to silage additives. Pages 200–210 in *Silage: Field to feedbunk*. NRAES-99. Proc. N. American Conf. Hershey, PA. 11–13 Feb. Northeast Reg. Agric. Eng. Serv., Coop. Ext., Ithaca, NY.
17. Kung, L. and N. K. Ranjit. 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *J. Dairy Sci.* 84:1149–1155.

18. Kung, L., M. R. Stokes, and C. J. Lin. 2003. Silage additives. Pages 31305–3060 in *Silage Science and Technology*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.
19. Lin, C. 1992. Epiphytic microflora on alfalfa and corn; Lactic acid bacteria succession during the pre-ensiling and ensiling periods; and the effect of additives on microbial succession on silage fermentation. Ph.D. diss. Kansas State University, Manhattan, KS.
20. McDonald, P., N. Henderson, and S. Heron. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Chalcombe Publications, Bucks, UK.
21. Moon, N. J. 1983. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. *J. Appl. Bacteriol.* 55:454–460.
22. Oude Elferink, S. J. W. H., J. Krooneman, J.C. Gottschal, S. F. Spoelstra, F. Faber, and F. Driehuis. 2001. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:125–132.
23. Pahlow, G., R. E. Muck, F. Driehuis, S. J. W. H. Oude Elferink, and S. F. Spoelstra. 2003. Microbiology of ensiling. Pages 31–93 in *Silage Science and Technology (Agronomy Series No. 42)*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and H. J. Harrison, eds. American Society of Agronomy. Madison, WI.
24. Parsons, D. J. 1991. Modeling gas flow in a silage clamp after opening. *J. Agric. Eng. Res.* 50:209–218.
25. Pitt, R. E., and R. E. Muck. 1993. A diffusion model of aerobic deterioration at the exposed face of bunker silos. *J. Agric. Engr. Res.* 55:11–26.
26. Queiroz, O. C. M., A. T. Adesogan, and S. C. Kim. 2009. Can bacterial inoculants improve the quality of rust-infested corn silage? *J. Anim. Sci.* 87 (Suppl. E). p 543, Abstr. 663.
27. Queiroz, O. C.M., M. B. Rabaglino, A. T. Adesogan. 2011. Silage pathogenicity and implications for the ruminant production chain. Pages 225–241 in *Proceedings of the International Symposium on Forage Quality and Conservation*. M. Zopollato, Muraro, G. B., Nussio, L. G., FEALQ, Piracicaba, SP, Brazil.
28. Tabacco, E., F. Righi, A. Quarantelli, and G. Borreani. 2011. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. *J. Dairy Sci.* 94:1409–1419.
29. Tanaka, O., and S. Ohmomo. 2000. Effect of inoculation with *Pediococcus* sp M–9 on ensiling. *Grassl. Sci.* 46:153–157.
30. White, D. 2007. *The physiology and biochemistry of prokaryotes*. Vol. 3rd edn. Oxford University Press., Oxford, New York.
31. Whittenbury, R. 1961. An investigation of the lactic acid bacteria. Ph.D. thesis. Univ. of Edinburg, UK.

Calidad de silaje

Ing. Agr. Juan L. Monge
Ing. Agr. Gustavo Clemente

La calidad de los silajes siempre se ve asociada a los resultados que se obtienen de un análisis de laboratorio, esto es muy válido, pero no debe olvidarse que lo que se está mostrando es un momento y/o un estado del mismo.

La calidad es dinámica en todo el proceso que involucra la producción de un forraje conservado hasta que este llega a transformarse en productos animales. Es por esto, que la intención es abordar la calidad, pero desde el punto de vista de sus posibles modificaciones por condiciones generadas en los diferentes momentos, desde la siembra, hasta la boca del animal.

Partir de un buen cultivo, con buenos contenidos de grano y digestibilidad, determinarán el punto más alto de la calidad que se podría obtener en un forraje conservado. La eficiencia de cada proceso definirá cuanto de la calidad inicial llega a la boca del animal y cuanto es convertido en carne, leche, lana, etc.

Lograr un alto rendimiento y calidad, implica tareas agronómicas planeadas, desde la elección del híbrido, y controladas, que permitan obtener cultivos libres de malezas, plagas y enfermedades.

Un buen híbrido debe brindar:

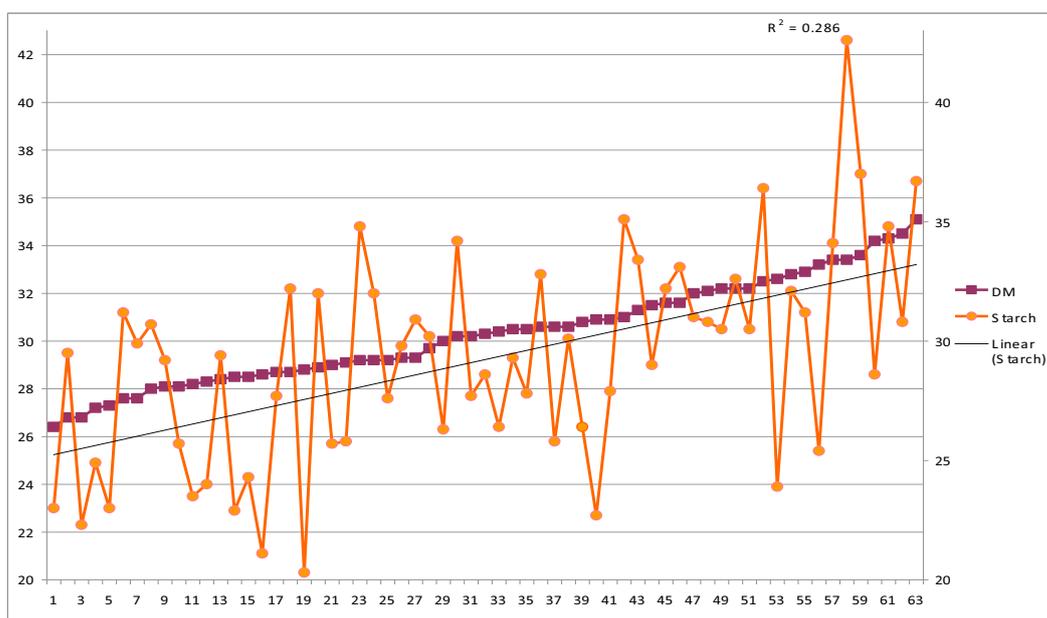
- Alto rendimiento de forraje**
- Alta calidad de forraje**
- Resistencia a enfermedades**
- Textura blanda de grano**
- Secado equilibrado entre planta-espiga**
- Resistencia a insectos**
- Relación humedad/alto rendimiento**

Adversidades por ataque de pájaros, insectos, enfermedades, estrés, sumado a la contaminación (hojas muertas, tierra, fecas), condicionarán los procesos fermentativos y/o redirigirán los mismos.

Cosechar en el momento óptimo es fundamental, ya que en éste se define el contenido de materia seca con que se almacenará el material en la estructura del silo. La materia seca es por excelencia la variable a conocer y manejar, ya que determina (en conjunto con otras variables) el proceso de conservación y es un actor fundamental hasta que llega al animal.

Para la cosecha, se recomiendan rangos de materia seca entre 35 y 40%, dependiendo del tipo de material que se trate, la estructura de almacenaje y las condiciones ambientales para su desarrollo. Cosechar más húmedo o más seco puede condicionar un proceso fermentativo eficiente, modificando la calidad del forraje conservado.

Por otra parte, existe una relación entre el contenido de materia seca y la acumulación de almidón. La caída de la calidad del resto de planta, es compensada por el volumen y la calidad aportados por el grano.



La correlación más grande con la cantidad de almidón del silo de maíz es con la materia seca total de la planta (Schcolnik, E. 2011)

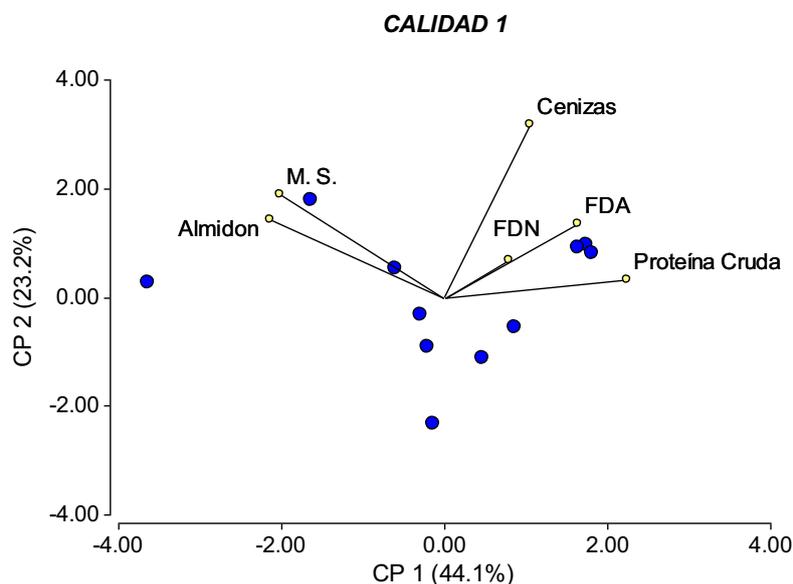
Definir la altura de corte determinará para diferentes situaciones, el contenido de materia seca, el cual será mayor a medida que se coseche más alto (considerando que el agua se acumula en la base del tallo); el volumen a cosechar, a medida que levantemos la plataforma, el volumen será menor, pero se optimizará la calidad nutricional y la pureza del material.

A partir del análisis de silajes de maíz (n= 46) de un establecimiento de producción comercial de leche, se presenta en la siguiente tabla de promedios, donde se observa que el incremento de la materia seca de híbridos, con alto contenido de grano, presentaron menores niveles de FDA y mayores niveles de almidón.

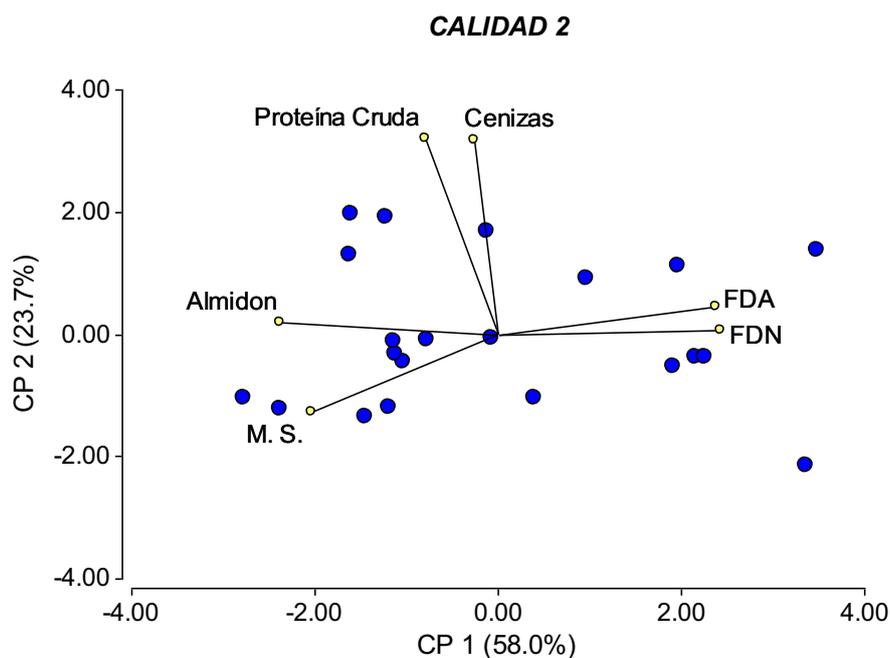
Los grupos fueron conformados mediante análisis discriminantes, lo cual permitió delimitar los silos en función del contenido de almidón.

Calidad	%MS	%Almidón	%PB	%FDN	%FDA	%Cenizas
1	46.31	26.20	7.23	32.05	17.93	6.72
2	42.40	22.56	7.35	37.55	19.95	7.37
3	38.71	17.72	7.07	42.68	22.90	6.70

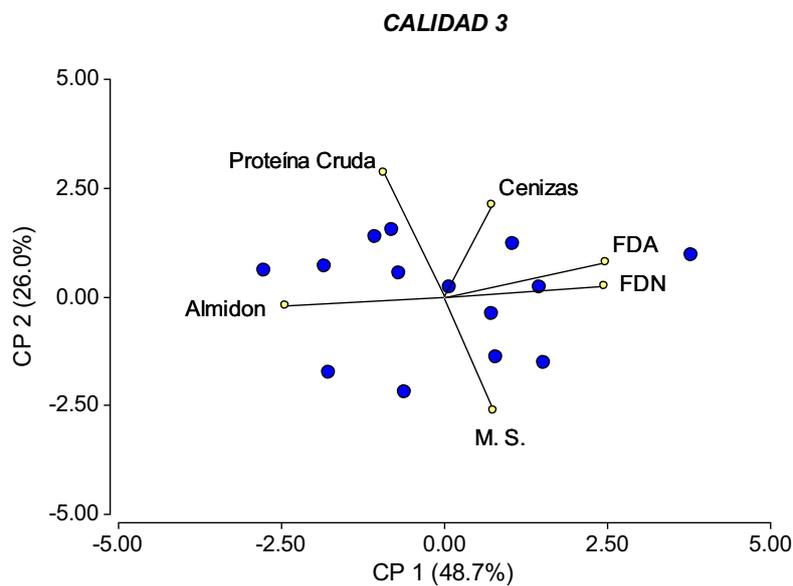
Analizando gráficamente estas variables en su conjunto, para cada grupo de calidad establecido, se observa cómo se comportan las variables a medida que se modifica el contenido de materia seca.



En el grupo de materiales denominados “**CALIDAD 1**” (seleccionados con más de 25% de almidón), se observa que el contenido de materia seca tiene una relación positiva con el contenido de almidón e inversa con los parámetros de pared celular, tanto parcialmente digestible e indigestible (FDN y FDA), lo que demuestra que la cantidad de grano y el peso de los mismos, diluyen la pérdida de calidad del stover.



Para el grupo de materiales denominados “**CALIDAD 2**” (seleccionados entre 25 y 22% de almidón), se observa que el contenido de materia seca tiene una relación positiva con el contenido de almidón, en menor cuantía que para el grupo de calidad 1; existiendo la relación inversa más marcada con los parámetros de pared celular, siendo más pronunciada para la FDA (Lignifica) que FDN (celulosa, hemicelulosa), o la sumatoria de ambas.



En el grupo de materiales denominados “**CALIDAD 3**” (seleccionados con menos de 22% de almidón), se observa que el contenido de materia seca no tiene alta relación con el contenido de almidón y/o con los parámetros de fibra (FDN y FDA), si presenta una relación inversa con el contenido de proteína, ya que el menor contenido de materia seca está relacionado con los estados fenológicos más tempranos, donde los componentes vegetativos tienen más participación que los reproductivos. La menor participación almidón, se relaciona con un incremento de los parámetros de pared celular, tanto digestible como indigestibles.

Confección del silo

Involucra factores determinantes que afectaran la calidad del forraje conservado y el mismo en la etapas de extracción.

Una correcta elección del tipo de estructura es fundamental, para ello se debe conocer las limitantes para llevarla adelante, cuidarla y gestionarla adecuadamente. Es necesario conocer la demanda de ensilado para poder determinar las tasas de extracción acorde, y de esta forma realizar un dimensionamiento adecuado del silo.

Por otra parte, se deben considerar reglas generales a la hora de una buena confección, como:

- Procesar de manera homogénea el material y quebrar los granos de manera eficiente, evaluando mediante separador de partículas acorde a los objetivos de uso del forraje conservado.
- Utilizar aditivos en caso de ser necesario, cuando las condiciones óptimas están fuera de su rango (%materia seca, tiempo de exposición, etc).
- Compactar adecuadamente, logrando niveles óptimos de 240 KgMS/m³ o más, lo que permite reducir los niveles de oxígeno dentro de las estructuras, haciendo más eficiente el proceso fermentativo.
- Dar hermeticidad inmediatamente al sistema, tanto el correcto sellado de las bolsas, como el correcto tapado de silos aéreos, evitando la entrada de oxígeno que favorecerá el desarrollo de los microorganismos aeróbicos que consumen los nutrientes del material.

Si se cumplen con estas premisas, puede minimizarse la pérdida de calidad, la que permanecerá sin modificaciones en la estructura donde fue almacenado, mientras no se modifiquen las condiciones de humedad, hermeticidad y luz.

Almacenamiento. En esta etapa es cuando normalmente se analiza la calidad química del ensilado, se debe tener en cuenta que es “un” momento dado (es una foto), lo cual nos dice lo que tenemos “hoy”, pero no de donde se partió o con qué se va a terminar en el comedero. Mientras mas se conozcan y controlen cada uno de los procesos por los que atraviesa el forraje, mas representativa será esta información.

En grandes volúmenes almacenados (grandes estructuras o numerosa cantidad de bolsas), que se componen por mas de un lote y/o híbridos diferentes, un analisis obtenido de una muestra compuesta, probablemente no refleje lo que se está extrayendo y suministrando.



Esta imagen, refleja, para el contenido de materia seca, la diferencias en el forraje almacenado por estratos del silo en una misma estructura.

Extracción

Generalmente se identifica a esta etapa, sumado al suministro, como las que producen las mayores pérdidas en calidad y cantidad. Para minimizarlas, se debe recordar que el silo es una técnica que requiere anaerobiosis, y que cualquier cambio en esta condición, favorecera la dinámica del deterioro. Por ello, se deben tomar recaudos para reducir la tasa de ingreso de oxígeno, al igual que la actividad de los microorganismos que lo utilizan.

El primer factor, y muchas veces descuidado es la dimensión del frente que se presenta al aire, variable que se determina en la etapa de confección.



Si el silo que se muestra en la imagen es utilizado para alimentar a 600 vacas en ordeño, que consumen en promedio 12000 KgMV/día, se estaría removiendo no mas de 10 cm por día, con lo cual la tasa de ingreso de oxígeno es mayor a lo que se remueve diariamente y el material pierde calidad por la respiración de microorganismos. Estos frentes pueden incrementar su temperatura mas de 10°C por encima de la temperatura ambiente, valor al cual se estima que pierde 1% de materia seca por día.

Suministro

El material extraído de la estructura de almacenamiento debe llegar al animal en condiciones óptimas y ser consumido por éste en el menor tiempo posible. El tiempo de exposición del material (tiempo de carga, frecuencia y tiempo al suministro), el tipo y limpieza de la estructura de alimentación, entre otros, pueden modificar la calidad del forraje conservado.

El éxito de que la calidad obtenida en el cultivo, llegue con la menor pérdida a la boca del animal, estará en función cómo se los lleve adelante cada uno de los eventos que involucra producir un forraje conservado. "Calidad es hacer todo bien desde un principio".

La utilización de silajes en los sistemas ganaderos

*Ing. Agr. M. Sc. Marcelo De León
Área de Producción Animal
INTA EEA Manfredi*

Entre los principales factores relacionados a la intensificación de la producción de carne está la definición de la cadena forrajera y la carga animal a utilizar. El ajuste de la carga animal por el aporte de la pastura base, invariablemente nos mostrará la incapacidad de mantener un elevado número de animales durante el invierno, época del año en que las pasturas presentan muy bajo o nulo crecimiento.

Si el objetivo es hacer una invernada de corta duración (no más de 12 meses), se debe mantener un adecuado ritmo de ganancia de peso durante el invierno (Ej. 0,750 kg/día para novillos Británicos). El silaje de maíz o sorgo, pueden proveer un forraje con una concentración energética de 2,2 – 2,4 Mcal de Energía Metabólica (EM) por kg de Materia Seca (MS) con lo que se convierte en la alternativa más ventajosa, ya que los concentrados energéticos resultan más caros por Mcal de EM. Por otra parte, el rendimiento por hectárea de silaje de maíz o sorgo es el doble en energía respecto al de maíz o sorgo para grano y por lo tanto se necesitan menos hectáreas para cubrir las épocas de déficit permitiendo aumentar la carga animal sin disminuir las ganancias de peso durante la crítica época invernal. Además se puede disminuir al mínimo la necesidad de verdes invernales, los cuales pueden ser usados simplemente como suplemento proteico de los silajes.

La principal característica de los silajes de maíz y sorgo, que favorece su utilización en la producción de carne bovina, es su alto potencial de producción de forraje de buena calidad. Este aspecto es de fundamental importancia para la intensificación de los sistemas de producción, ya que uno de sus objetivos es el incremento de la carga animal, sin disminución en las ganancias de peso individuales, lo que permite además un mayor grado de utilización de las pasturas durante su ciclo de crecimiento con efectos directos sobre la productividad total del sistema.

Desde el punto de vista de las distintas estrategias de utilización de los silajes, se presentan una serie de alternativas, desde su uso como suplemento hasta su uso como único alimento, tanto en las épocas de restricción de oferta forrajera como en engordes a corral. En los casos en que se utilicen como principal fuente de alimentación, los silajes permiten la conformación de dietas totalmente balanceadas y acordes a distintos requerimientos animales y sistemas de producción.

Para la formulación de dietas en base a silajes de maíz o sorgo es necesario, en primer lugar, conocer el valor nutritivo del silo disponible, mediante el análisis de al menos las principales variables que lo definen (FDN, FDA, Dig., PB) a partir de lo cual se podrá planificar su corrección. Uno de los componentes que siempre es deficitario en estos silajes es su contenido proteico, por lo que se requiere de la adición de alguna fuente proteica que provea este nutriente. Por los mayores requerimientos proteicos de los animales jóvenes esta corrección es más importante en estos casos que con animales adultos. Existen por otra parte, numerosos productos que pueden realizar este aporte proteico y que tienen distintas características desde el punto de vista de su degradabilidad ruminal y aportes como proteína pasante. Para lograr un adecuado balance de la dieta y poder cubrir los requerimientos de los animales a alimentar, se considera necesario un análisis de aportes y necesidades a nivel de Proteína Metabolizable.

El otro aspecto que se puede corregir en la calidad de un silo, es su valor energético definido básicamente por su contenido en grano. Mediante la adición extra de grano, se puede incrementar el valor energético de un silo hasta alcanzar el necesario para lograr las ganancias de peso esperadas. Este aspecto cobra gran importancia en el caso de silajes de sorgos forrajeros que pueden proveer

una gran cantidad de forraje pero de menor valor que el silaje de maíz. Mediante la adición de distintas proporciones de grano, ya sea de sorgo molido, húmedo o maíz se han logrado ganancias de peso compatibles con invernadas de corta duración. Otro aspecto importante al considerar la confección de silajes de sorgo forrajero es el momento de corte, ya que el mismo es determinante del rendimiento y la calidad del ensilado a lograr y por lo tanto de la respuesta animal posterior durante su utilización. Debido a que siempre más del 50% del total del material ensilado corresponde a la planta (el resto es espiga o panoja), últimamente se está prestando especial atención a este componente generalmente de baja calidad

Si consideramos además las limitaciones climáticas y de suelos que se presentan en las zonas hacia donde se ha ido desplazando la ganadería en los últimos años, vemos que el cultivo de maíz se torna riesgoso o sus rendimientos son escasos. Es por ello que el cultivo de sorgo para la confección de silajes es una alternativa que despierta cada vez mayor interés ya que permite obtener mayores rendimientos y ofrecer mas seguridad. Sin embargo, el valor nutritivo y por lo tanto la respuesta de animales alimentados exclusivamente con silajes de sorgos suele considerarse inferior a la que se logra con silajes de maíz. Entre los principales factores que definen la calidad de un silaje de sorgo, se pueden mencionar, en primer lugar, el tipo de sorgo de que se trate, ya sea éste granífero, forrajero o tipo azucarado.

Para todos los cultivares, el momento de confección del silaje es determinante del rendimiento y la calidad del mismo. Esto se debe a los importantes cambios en la composición de la planta y en el contenido de grano que ocurren con el avance en el grado de madurez del cultivo. De esta manera hay que considerar que existe un estado óptimo para la confección del silaje de sorgo que variará según el tipo de sorgo de que se trate. Para sorgos graníferos, el principal factor a tener en cuenta es que el grano no se endurezca, o sea que no pase de grano pastoso. Para los sorgos forrajeros, el corte temprano no favorece la calidad del silo, ya que la planta debe tener un tenor de materia seca tal, y una cantidad de hidratos de carbono, que permita una buena condición de ensilado y al no haber aporte de grano por parte del cultivo, este factor no entra en juego.

El incremento de la utilización del sorgo para la confección de silajes se debe principalmente a su mayor adaptación a las condiciones ambientales de las regiones ganaderas (resistencia a la sequía y a suelos con limitantes), a su menor costo respecto al maíz y a la oferta de nuevos materiales genéticos de mayor productividad y calidad. Además, la utilización de silajes de sorgo se incrementó debido a los procesos de intensificación de la ganadería (tanto de carne como de leche) ya que su potencial de rendimiento y calidad, permiten aumentar la carga animal, sin disminuir las respuestas individuales y permite además una mejor utilización de las pasturas durante su ciclo de crecimiento, asegurando contar con el forraje necesario durante todo el año. El alto potencial de producción del cultivos de sorgo y la calidad forrajera que puede ofrecer como silajes, han convertido a esta tecnología en una herramienta estratégica para la producción de carne y de leche.

Entre los factores a tener en cuenta para lograr los mejores resultados, se encuentra en primera instancia el material genético o híbrido a elegir según el objetivo productivo, ya que hay diferencias importantes según la composición del cultivo. En este sentido los híbridos forrajeros o los fotosensitivos son los ideales para usar bajo pastoreo, los sileros o doble propósito son los que mejor se adaptan para la confección de silajes y los graníferos para la cosecha de grano o para silajes de alto valor nutricional por su alta proporción de grano. También se puede considerar la alternativa de usarlos como diferidos para el invierno con menor calidad que cosechados en el momento adecuado.

Rendimiento

El primer aspecto a considerar desde el punto de vista de los resultados posibles de obtener respecto al rendimiento (kg MS/ha), es que se presenta una gran variabilidad según la genética usada y las técnicas de cultivo empleadas, entre los principales factores sobre los cuales se puede tomar distinto tipo de decisión.

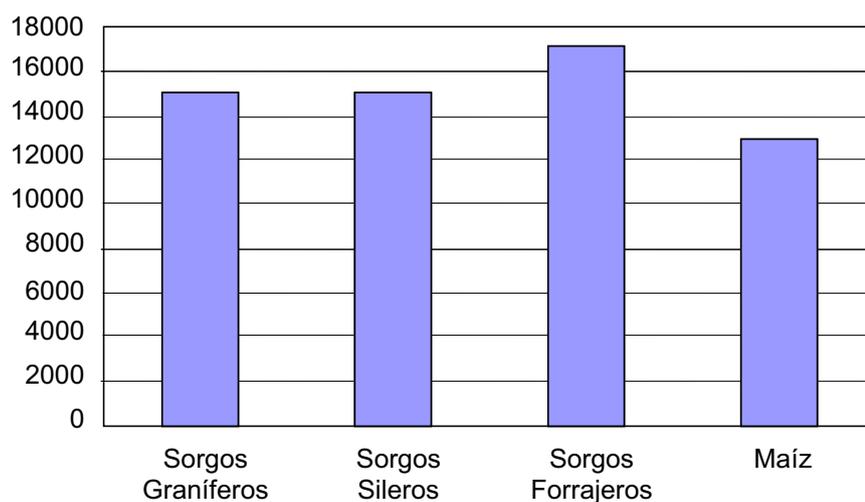
Como ejemplo, en el cuadro 1 se observan los resultados de la evaluación de híbridos de sorgo en las mismas condiciones destinados a la confección de silajes.

Cuadro 1: Rendimiento y composición de 24 híbridos de sorgo para la confección de silajes de planta entera (año 2012)

Grupo	Rendimiento kg MS/ha	Hoja %	Tallo %	Panoja %	Grados Brix
Granífero	16976 a	17,52 b	36,09 a	46,40 b	5,7 a
Doble Propósito	19066 b	16,64 b	42,09 b	41,27 b	5,3 a
Silero	16735 a	15,18 ab	65,83 c	18,99 a	10,6 b
Forrajero	17340 ab	12,46 a	67,30 c	20,24 a	8,3 b
Promedio	17411	16.62	43.66	39.72	6.48
Mínimo	13527	8.07	33.07	7.20	2.8
Máximo	20029	20.93	75.95	53.33	13.6
CV (%)	8.07	19.31	30.93	32.22	44.66

Los rendimientos promedios de 10 años de distintos tipos de cultivos de maíz y sorgos para silajes obtenidos en INTA Manfredi se presentan en el gráfico 1.

Gráfico 1. Rendimientos promedios de sorgos para silajes y maíz.



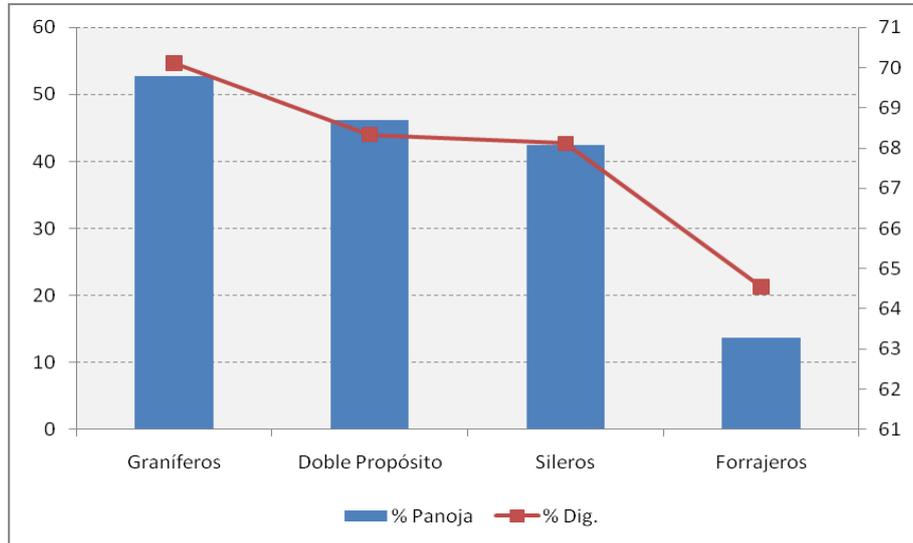
Calidad

La calidad del forraje conservado es el otro aspecto determinante del resultado final a obtener, al cual se le debe prestar especial atención. Los trabajos realizados en el INTA Manfredi, demuestran que la calidad de los silajes de sorgo está definida, en primera instancia, por su contenido de grano. En consecuencia, la elección del material a ensilar es determinante para lograr la respuesta animal deseada. Paralelamente, y cualquiera sea el genotipo y el contenido de grano, los silajes de sorgo poseen como factor común un bajo porcentaje de proteína bruta que normalmente oscila entre el 6 y 8%.

Si bien se observan relaciones generales entre el contenido de grano y la digestibilidad de los materiales según los distintos grupos de sorgos como se observa en el gráfico 2 y en el cuadro 2, esta

correlación disminuye cuando observamos la distribución de todos los materiales con su variabilidad individual como se observa en el gráfico 3.

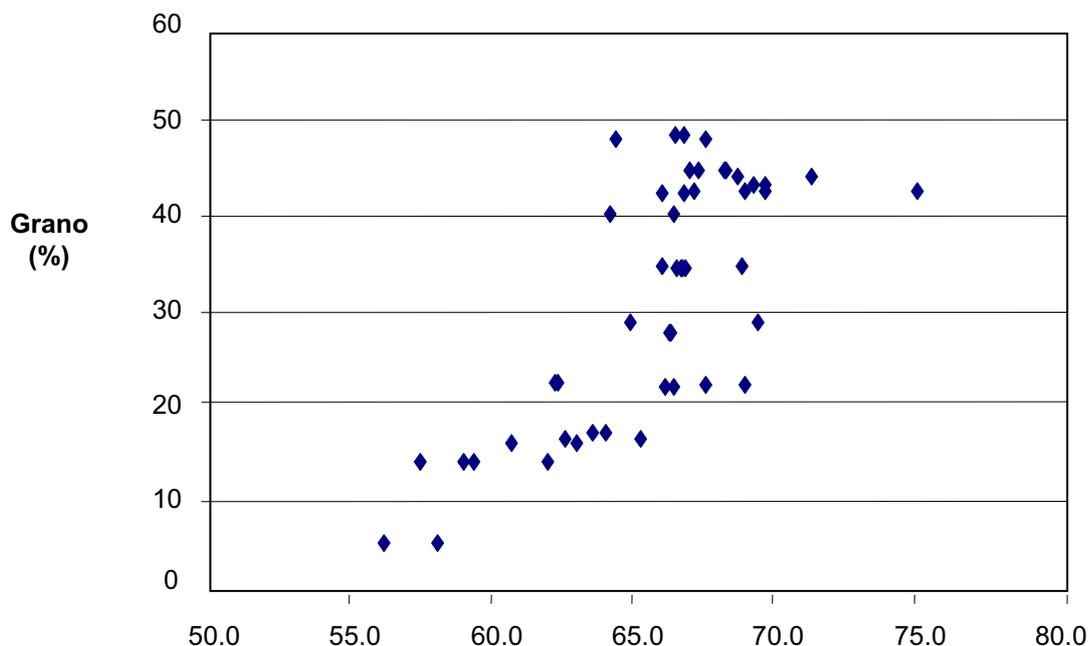
Gráfico 2: Porcentaje de panoja y de digestibilidad promedio de silajes de diferentes grupos de sorgos (2011)



Cuadro 2. Calidad de silajes de distintos tipos de sorgos (EEA Manfredi 2010)

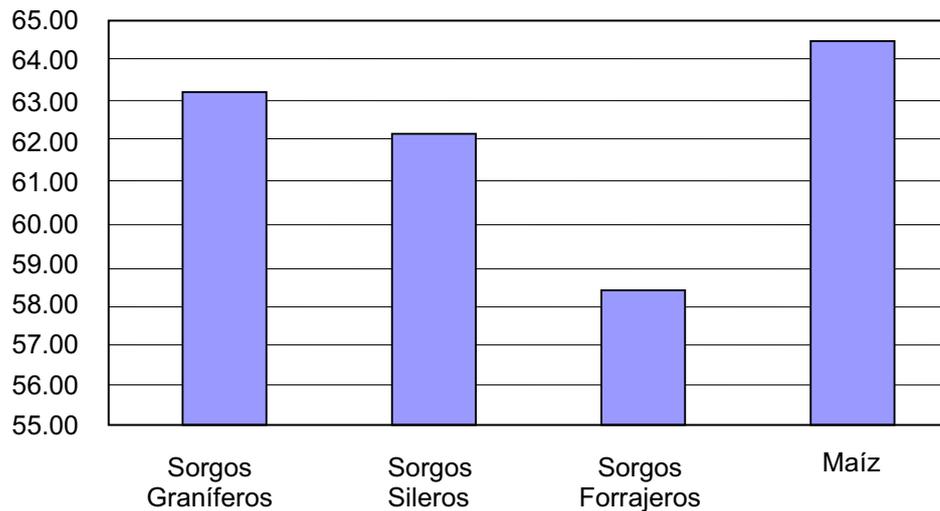
Grupo	MS %	PB %	FDN %	FDA %	Dig. %	Conc. E Mca/kgMS
Graníferos	35.7	8.9	47.1	27.0	69.0	2.5
Doble Propósito	33.2	8.3	52.5	31.1	66.2	2.4
Silero	28.7	7.8	58.0	35.2	63.4	2.3
Forrajero	33.0	6.9	65.5	40.4	59.8	2.2

Gráfico 3: Relación entre el contenido de grano y la digestibilidad de silajes de sorgo.



En el gráfico 4 se presentan los promedios de 10 años de la calidad de distintos tipos de silajes obtenidos en el INTA Manfredi y su comparación con silaje de maíz.

Gráfico 4: Digestibilidad de silajes de sorgos y maíz.



Otro aspecto determinante de la calidad del silaje, está relacionado al momento de confección del silo por los importantes cambios en composición de la planta y contenido de grano que ocurren con el avance en el grado de madurez. El estado óptimo para sorgos graníferos, es cuidar que el grano no se endurezca, o sea que no pase de grano pastoso. Además la planta debe tener un tenor de materia seca (35%) que permita una buena condición de ensilado

Respuesta animal

Es importante destacar que la relación entre la magnitud de los cambios en la digestibilidad de la dieta respecto a la respuesta animal nos muestra que un 10% de incremento en la digestibilidad de un alimento (por ejemplo: pasar de 55 a 60,5% de Dig.) provoca al menos un 100% de diferencia en la respuesta animal. Esto se da por cuatro efectos que se suman y potencian: la proporción del alimento aprovechado por el animal (el resto se pierde); la digestibilidad como determinante del consumo, la dilución del gasto fijo para mantenimiento y la eficiencia de síntesis de producto o energía neta retenida. Estos efectos se pueden determinar mediante los programas de cálculo de aportes y requerimientos nutricionales de las distintas categorías animales frente a alimentos de distinta calidad, que permiten predecir la respuesta animal de distintas dietas y evaluar el efecto de la calidad de los forrajes conservados y las dietas.

En este sentido también la falta de balance energético – proteico de las dietas, es una de las causas de pérdida de eficiencia en la transformación del forraje en carne. Lo que se debe buscar en primera instancia es la optimización del funcionamiento ruminal y de los procesos fermentativos bacterianos, tanto de los componentes energéticos como los proteicos. El impacto de los desbalances naturales en la composición de los distintos recursos forrajeros, ya sea por excesos o déficit de proteínas degradables en el rumen, muestra niveles de respuesta animal que son la mitad de lo que el alimento daría con dietas balanceadas. Dicho de otra manera, se puede duplicar la respuesta animal con la adecuada corrección de las dietas.

Por todo ello, para la formulación de dietas sobre la base de silajes de sorgo es necesario, en primer lugar, conocer el valor nutritivo del silo disponible. Esto es posible mediante el análisis de, al menos, las principales variables que lo definen y a partir del cual se podrá planificar su corrección.

Uno de los componentes que siempre es deficitario en estos silajes es su contenido proteico, por lo que se requiere de la adición de alguna fuente proteica que provea este nutriente. Existen numerosos productos que pueden realizar este aporte proteico, los cuales tienen distintas características desde el punto de vista de su degradabilidad ruminal y otros aportes, como proteína pasante. Para lograr un adecuado balance de la dieta y poder cubrir los requerimientos de los animales a alimentar, se considera necesario un análisis de aportes y necesidades a nivel de Proteína Metabolizable. Esta corrección se puede realizar con distintos concentrados proteico y según cual sea el aporte de proteína metabolizable, será la respuesta animal, como se puede observar en el cuadro 3.

Cuadro 3: Efecto del balance proteico de la dieta basada en silajes sobre el aumento diario de peso vivo (ADPV), el consumo diario de alimento (kg MS/animal) y la eficiencia de conversión (kg de MS de silaje/kg de ADPV).

Tratamiento	ADPV (g/an/día)	Consumo (kg MS/día)	Conversión Kg MS/kg PV
Testigo sin corrección proteica	206 a	5,7 a	21,8
Silaje + Urea	716 b	6,6 b	8,21
Silaje + Urea + Pellet de Girasol	955 c	7,5 c	7,27
Silaje + Pellet de Girasol	1059 c	7,6 c	6,76
Silaje + Semilla de Algodón + Urea	723 b	5,3 a	6,58

El otro aspecto que se puede corregir en la calidad de un silaje es su valor energético, definido básicamente por su contenido en grano. Los resultados obtenidos en el INTA Manfredi, que se presentan en el cuadro 4, muestran que la ganancia diaria de peso vivo (kg/an) de novillos alimentados con dietas en base a silajes de sorgos corregidos en su tenor proteico, tiene directa relación con el tipo de sorgo utilizado y por ende con la calidad de los mismos.

Cuadro 4. Consumo y aumento diario de peso vivo (ADPV) de novillos alimentados con silajes de cuatro tipos de sorgos (2010).

Grupo sorgos	Consumo (kg MS/an/día)	Consumo (% PV)	ADPV 104 días
Granífero	8.06	3.11	0.859
Doble Propósito	7.01	2.82	0.729
Silero	5.75	2.49	0.417
Forrajero	5.47	2.44	0.361

Estos silajes deben dejar de considerarse como una reserva forrajera de uso ocasional, para convertirse en un elemento estratégico en la planificación de sistemas de producción intensivos de alta producción y rentabilidad. El impacto final de la utilización de los silajes sobre la rentabilidad de



los sistemas ganaderos, es el resultado de la sumatoria de los efectos individuales que tienen el rendimiento de los cultivos, su calidad, la elección del momento de picado y el balance proteico de las dietas basadas en silajes.

En síntesis, la información presentada demuestra claramente que existen importantes diferencias productivas y económicas, cuando los sistemas ganaderos aplican eficientemente los paquetes tecnológicos disponibles buscando darles precisión a sus modelos productivos.

Emergencia agropecuaria: silaje de maíz-sorgo para pequeños productores

*Méd. Vet. Rubén Rodríguez
Ing. Agr. Eduardo Santos
Ing. Agr. Eduardo Orecchia*

Introducción

El arco noroeste de la Provincia de Córdoba ha sido escenario de una sequía histórica entre los años 2005 y 2013 que trajo como consecuencia una situación de “desastre agropecuario”. El indicador más duro que refleja cabalmente esta situación es la disminución de las existencias de bovinos, que según los datos oficiales¹ muestra una declinación del stock ganadero bovino de 163.000 a menos de 40.000 cabezas. Esto causó la desaparición de algunas explotaciones ganaderas empresariales que liquidaron sus existencias, las trasladaron a otras provincias y en algunos casos se retiraron definitivamente de la actividad vendiendo o abandonando los predios.

En el territorio quedaron como protagonistas los pequeños productores de ganaderías mixtas que desarrollan sus actividades combinando la cría de caprinos, bovinos y/o ovinos. Éstos fueron reduciendo las existencias de las distintas especies a un mínimo compatible con las posibilidades individuales de compras de forrajes.

Desde el punto de vista económico no tiene sustento, dado que se llegó a pagar por los alimentos introducidos hasta 3 pesos el kilo de materia seca. Este accionar se explica desde el sentir de estos productores familiares que piensan que liquidar sus rodeos y majadas es una decisión que los saca de la actividad. El retorno a la misma sería muy difícil ya que el pequeño capital resultante desaparecería rápidamente por las demandas diarias de subsistencia. Es por eso que resisten con la esperanza de un pronto cambio de la situación, más allá de todo análisis.

Los extensionistas del INTA, que son el primer frente de la institución en los territorios, motivados y comprometidos con esta crisis productiva, que también tenía su correlato social, comenzaron a buscar desde lo tecnológico algún tipo de paliativo a esta situación.

Se trasladaron las inquietudes a los investigadores y la línea de conducción de la EEA Manfredi, donde se encontró un rápido apoyo y colaboración. Se establecieron espacios de socialización e intercambio con los productores contenidos en los distintos programas del PROFEDER, en donde se propuso la idea de generar silaje de baja escala, en algunos casos microsilaes y al tiempo se llevaron a cabo las primeras demostraciones de consumo por las distintas especies de rumiantes.

Respuestas tecnológicas

En articulación con los actores públicos y privados se desarrollaron un conjunto de herramientas y equipos. Algunos se generaron en la Provincia de Córdoba y otros en Entre Ríos. Los mismos se detallan a continuación:

Herramientas desarrolladas en la provincia de Córdoba:

1) Picadora estática y dinámica con motor incorporado: Articulación Área de Agricultura de Precisión de EEA INTA Manfredi, Proyecto Regional Caprino, Mainero S.A. y financiamiento de Asociación Cooperadora de EEA INTA Manfredi. La Coordinación de este desarrollo estuvo a cargo del Ing. Agr. Mario Bragachini.

Esta picadora al tener motor incorporado no necesita de tractores de gran potencia. Puede ser utilizada usando para el arrastre un tractor pequeño, una camioneta y hasta con tracción a sangre.

¹ Información proporcionada por la Unidad Ejecutora Local de Vacunación Antiaftosa (UEL), con sede en Cruz del Eje.

En uso estático se reemplazan los picos maiceros por una tolva y se alimenta con material cortado a machete.

2) Embutidora para microsilajes con motor Omega AR 311: Articulación con empresa Industrias Metalúrgicas Omega, Área de Agricultura de Precisión INTA EEA Manfredi, Proyecto Regional Caprino (cordo 620051). Tiene una boca de 0,99 mts. de diámetro y se está usando para llenar bolsas de 3 a 20 m de largo. Está pensada para trabajar en complemento con la picadora estática-dinámica con motor incorporado o con picado generado por chipeadoras de las utilizadas para poda. Trabaja con bolsas de 100 a 130 micras desde hace una temporada. Este año entra en pruebas de campo para estudiar el llenado de tubos de silaje de 7 a 10 mts.

3) Picadora embutidora Omega AR 411 (con toma de fuerza de pequeños tractores): Articulación con la empresa Industrias Metalúrgicas Omega, Área de Agricultura de Precisión de INTA EEA Manfredi, Proyecto Regional Caprino. La industria desarrolla el equipo y recibe asesoramiento, como en los demás casos. La máquina trabaja con bolsas de 60 a 100 micras, de 1,3 m de largo y de 0,47 m de diámetro desde hace una temporada. La bolsa llena de picado pesa 60-70 Kg. Se usa en los casos en que se genera forraje en zona de riego y también en zonas de secano. La idea es que la máquina pueda ser manejada y transportada por dos o tres personas.

4) Picadora embutidora Omega AR 411/3 (muy parecida a la picadora embutidora Omega AR 411 con toma de fuerza de pequeños tractores), pero con diseño que permite trabajar con megatérmicas y verdes de invierno. Este año (2014) entra en pruebas de campo.

5) Segadora experimental Omega: Pensada para humanizar el trabajo de corte material. Este año entra en pruebas de campo.

6) Rueda picadora con cuchillas: Generada en UUE INTA Cruz del Eje. Modelo pensado para la gente de PROHUERTA.

7) Tambor compactador: Fue la primera herramienta desarrollada y mantiene su vigencia. Se trata de un tambor de 200 litros partido al medio, las mitades se articulan con bisagras y está provisto de sunchos para el cierre. Permite trabajar con bolsas de pocas micras y se logran unos 100 kg de material compactado.

8) Big Bag: Esta metodología está en la etapa de pruebas de campo. Consiste en revestir interiormente los Big Bag con las bolsas utilizadas en la Embutidora Omega AR 311 y cargarlas con aproximadamente 400 kg de silaje para poder ser transportadas a destino de consumo.

Herramientas desarrolladas en San José de Feliciano, provincia de Entre Ríos:

1) Chipeadora de las usadas para picar los residuos de poda: Los productores de la zona de San José de Feliciano basan el picado en la utilización de estas herramientas y tienen otras herramientas de picado en desarrollo.

2) Trípodes laneros: Trabajan con bolsas de 200 micras y el material es compactado por un hombre pisando. Generan bolsas de 300 kg.

3) Sunchos con prensa: Generan bolsas de 400-500 kg de picado.

Estas herramientas fueron probadas por los 200 productores locales afectados por la sequía y los 34 del área de Villa Dolores capacitados, en un área regional de riego de 20.000 hectáreas (sistemas del dique Cruz del Eje y Pichanas).

El marco de trabajo parecería indicar que las tecnologías propuestas estaban en condiciones de contribuir en forma sustancial a mitigar la situación de desastre agropecuario de los pequeños y medianos productores ganaderos mixtos de los distintos programas y proyectos de PROFEDER.

Sin embargo la realidad marcó un masivo fracaso de los cultivos de maíz y sorgo sembrados en forma individual y colectiva. Los cultivos producidos en secano por falta de lluvias y los de zona de riego por falta de agua en los diques.

En los últimos tres años se perdieron entre el 70 y 80 % de los materiales sembrados, los que se lograron fue porque dispusieron de algún aporte de agua de pozo. Éstos se caracterizaron por bajos



rindes en kilogramos de picado, sin embargo la conservación forrajera constituyó un aporte nutritivo estratégico en la coyuntura.

Ante esta realidad se definió la estrategia entre técnicos y productores que demandó un fuerte trabajo de gestión por parte de los primeros y mucho compromiso con los aportes de mano de obra por parte de los segundos, llegando a establecer como principales conclusiones que los silajes de baja escala y los microsilajes son un importante aporte a la cadena forrajera de las ganaderías de baja escala; la tecnología desarrollada es de interés en toda la geografía del país y el mundo, ya que los equipos desarrollados se han exportado a 13 países; y por último, la organización de productores es fundamental para encarar estos trabajos.

Uso de subproductos del destilado de granos en bovinos para carne

Autores: Arroquy¹, J.; Berruhet², F.; Martinez Ferrer³, J.; Pasinato⁴, A. y Brunetti³, M.

Proyecto Específico: Alimentación de Bovinos para carne

Andrea Pasinato (EEA Concepción del Uruguay)

Integrador: Estrategias para Ganadería Vacuna

Francisco Santini (EEA Balcarce)

Programa Nacional de Producción Animal

Anibal Pordomingo (EEA Anguil)

Introducción

La producción de biocombustibles surge ante la necesidad de fuentes de energía que reemplacen, al menos en parte, a los combustibles fósiles. En tal sentido, la bioenergía es una opción promisoriosa (Heinimo y Jungner, 2009), cubriendo en el año 2005 un 12% de la energía demandada mundialmente (RFA, 2012a).

Los biocombustibles son una fuente renovable de energía y se originan de la biomasa, así denominada ya que proviene de material de origen orgánico luego de sufrir diferentes procesos biológicos. Estos han adquirido mayor importancia dadas sus implicancias ambientales (mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)), económicas y sociales. En este sentido han permitido posicionar al sector agropecuario como proveedor de energía, generando empleo, inversión y valor agregado (SAGPyA, 2006).

Existen tres tipos de biocombustibles, los sólidos (madera y carbón vegetal), los gaseosos (biogás e hidrógeno) y los líquidos como el bioetanol y el biodiesel (GBEP, 2007). La bioenergía moderna está representada principalmente por estos últimos (FAO, 2008b) que se utilizan en el transporte, mezclados con los combustibles tradicionales en los motores convencionales, o bien solos en motores especializados (UNCSD, 2007).

De acuerdo a la materia prima utilizada en la producción, los biocombustibles líquidos se denominan, de primera o de segunda generación. En el primer caso, se utilizan para su elaboración, granos o semillas que por lo general requieren procesos simples para la obtención del combustible (Larson, 2008). Los principales productos dentro de esta categoría son el biodiesel y bioetanol, y representan el 15 y el 85% de la energía global producida a través de los biocombustibles respectivamente (FAO, 2008c).

Los biocombustibles de segunda generación utilizan como materia prima residuos lignocelulósicos no comestibles que están compuestos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina (USDOE, 2006). Se usan los residuos de empresas forestales o de la producción de cultivos alimentarios como tallos de maíz o cáscara de arroz, como así también sorgo, alfalfa o residuos de cosecha (Scott *et al.*, 2011 y Anandan *et al.*, 2012), plantas enteras de gramíneas y/o árboles plantados específicamente para producir biocombustibles.

En la presente revisión se describen las características nutricionales de los principales subproductos de la industria del destilado de granos para la producción de etanol, y su uso en la alimentación de bovinos para carne.

¹ Ing. Agr. (Ph.D.), INTA EEA Santiago del Estero, arroquy.jose@inta.gob.ar.

² Ing. Agr. INTA EEA Concepción del Uruguay

³ Ing. Agr. (M. Sc) INTA EEA Manfredi

⁴ Ing. Agr. (M. Sc) INTA EEA Concepción del Uruguay

2. Producción de bioetanol y sus subproductos

El bioetanol es el biocombustible que más se produce a nivel mundial (85% del total de biocombustibles), alcanzando en el 2011 *c.a.* 53 billones de litros (RFA, 2012a) lo que representa el triple de la producción del año 2000. Estados Unidos (51%) y Brasil (37%) lideran la producción mundial, seguidos por la UE (4%) (Principalmente Francia y Alemania), China (4%), Canadá (2%), India (1%) y los países restantes con solo el 2% (FAO, 2008c).

El bioetanol tiene un menor valor energético (66%) que el petróleo, pero debido a su mayor nivel de octanaje, la mezcla de ambos puede mejorar el rendimiento energético del combustible, y a la vez disminuir las emisiones de CO₂ y óxidos de azufre al ambiente (FAO, 2008c).

El etanol se obtiene a través de la fermentación y destilación de materiales que contienen alto contenido de azúcares libres como caña de azúcar, sorgo dulce o remolacha azucarera, o a partir de una sacarificación previa de polisacáridos como el almidón contenido en el grano de distintos tipos de cereales (cebada, trigo, maíz o sorgo) o como la celulosa contenida en materias primas lignocelulósicas (Molina, 2006). En Brasil se utiliza principalmente caña de azúcar en tanto que el maíz predomina en EUA (FAO, 2008a). Si se usan cultivos azucareros, el proceso consiste en extraerles el azúcar, para luego fermentar la glucosa, sacarosa y/o fructosa y producir etanol. La fermentación es un proceso bioquímico que llevan a cabo cultivos de levaduras específicos u otros microorganismos, dejando como producto final etanol y CO₂. El último paso es la destilación o purificación para lograr la concentración de etanol deseada. Si se remueve toda el agua se obtiene etanol anhidro.

El proceso con materiales ricos en almidón o celulosa es más complejo, dado que requiere en su instancia inicial una hidrólisis o sacarificación mediante la cual se desdoblamos los polímeros a su monómero constituyente, la glucosa. Este proceso se puede realizar utilizando enzimas amilolíticas o bien mediante el uso de ácidos y bases (Balt *et al.*, 2008). La fermentación posterior es similar a la expuesta y generalmente se utilizan para tal fin cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

El maíz y otros cereales pueden ser procesados mediante dos tecnologías: molienda en seco o en húmedo (Rausche y Belyea, 2006), según se presenta en las Figuras 1 y 2.

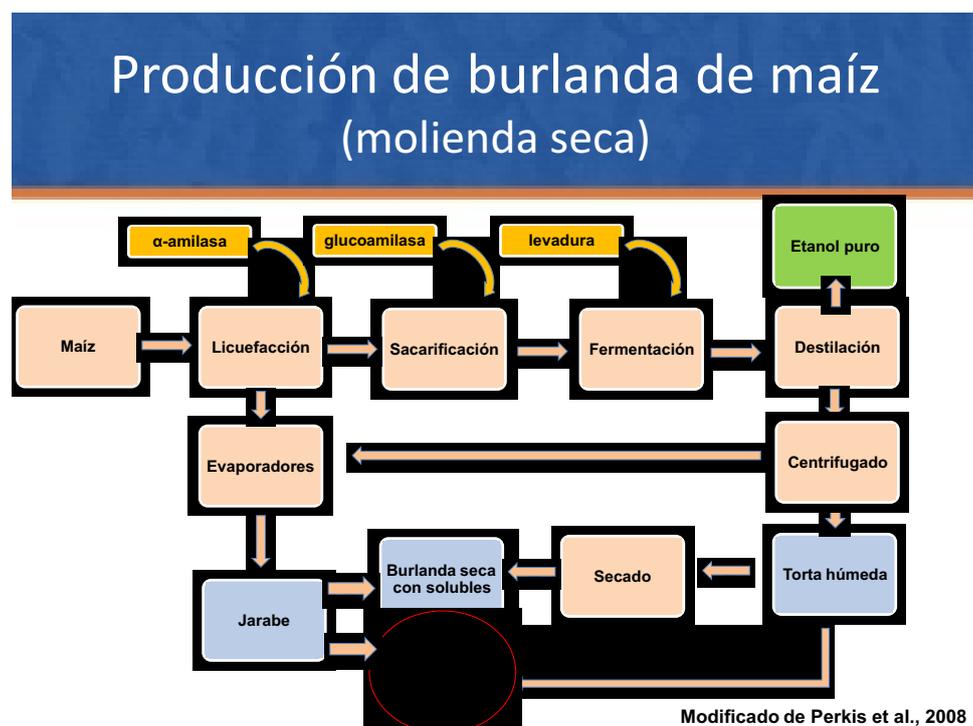


Figura 1. Proceso de molienda seca del maíz, productos y subproductos.

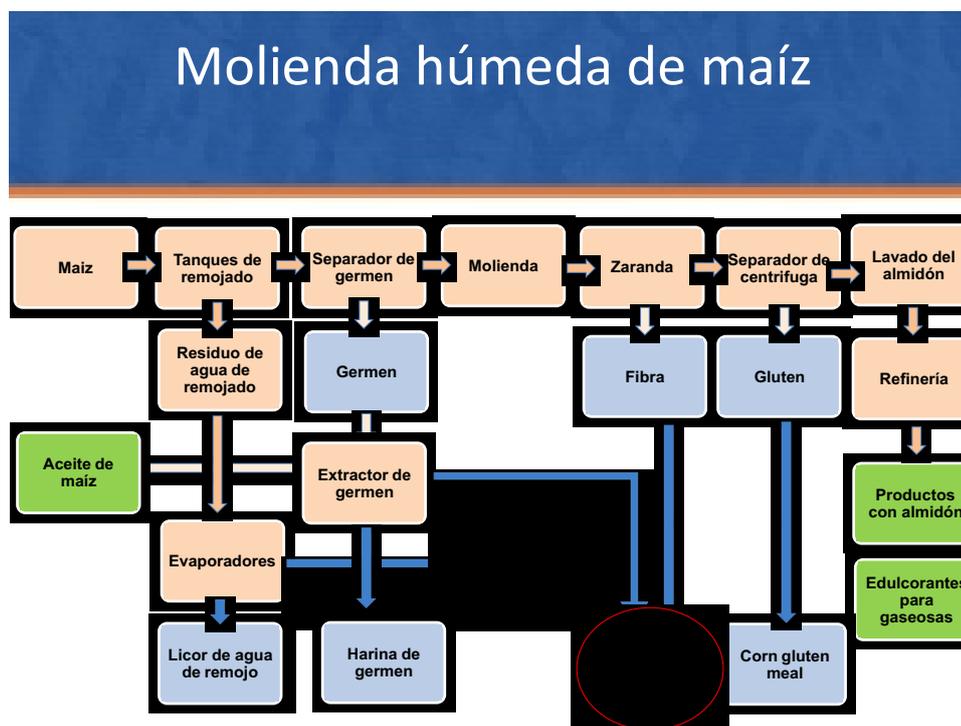


Figura 2. Proceso de molienda húmeda del maíz, productos y subproductos

Molienda seca

La molienda en seco se utiliza para obtener aceite, polenta, y harinas entre otros; y también es la tecnología de procesamiento más utilizada para obtener bioetanol. Esta molienda utiliza el grano entero por lo que el proceso demanda menos inversión inicial de capital que la molienda húmeda (Belyea *et al.*, 2010, Li *et al.*, 2012). La fermentación del grano genera dos subproductos básicos: una fracción compuesta por grano no fermentado (Granos destilados, GD), y una fracción líquida que contiene levaduras, partículas finas de grano y nutrientes en solución denominada “solubles”. También se genera anhídrido carbónico que se puede utilizar en bebidas y para congelar carnes.

Los subproductos de la molienda seca varían en denominación y calidad de acuerdo al proceso específico empleado y la materia prima utilizada. Estos subproductos pueden ser incorporados en la formulación de alimentos balanceados si están secos o bien directamente a las ración de los animales ya sea en su forma seca o húmeda.

De acuerdo al proceso específico empleado se pueden generar los siguientes subproductos de la molienda seca:

Granos destilados húmedos (GDH, o WDG-Wet Distillers Grains): producto con elevado contenido de agua compuesto por partículas de grano destilado no fermentado.

Granos destilados secos (GDS, o DDG-Dry Distillers Grains): están constituidos por el mismo residuo de los GDH sometido a un proceso de secado. El contenido de materia seca se encuentra en el rango de 85-90%.

Solubles de destilería condensados (SDC, o CDS-Condensed Distillers Solubles): constituido por la fracción líquida de la fermentación condensada, formando un jarabe de 25-45% de materia seca y alto contenido de fósforo (P- 1,57%) y azufre (S-0.92%) (Erickson *et al.*, 2007).

Granos destilados húmedos con solubles (GDHS, WDGS-Wet Distillers Grains plus Solubles): están compuestos por los GDH con el agregado de los solubles condensados, presentando 31-36% de materia seca. También se los denomina “Burlanda húmeda con solubles”.

Granos destilados secos con solubles (GDSS, DDGS-Dry Distillers Grains plus Solubles): Están constituidos por la mezcla de los GDS con los solubles condensados, y presenta entre el 85-90% de materia seca. También se los denomina “Burlanda seca con solubles”.

Otro producto que se comercializa en EUA es la “Burlanda modificada”, que se origina al secar parcialmente la burlanda húmeda hasta un contenido aproximado de 50% humedad (Di Lorenzo, 2013).

Molienda húmeda

En el caso de la molienda húmeda se separa el almidón del grano y posteriormente se lo fermenta. Se obtiene como principal producto el jarabe de maíz de alta fructosa, CO₂ y germen de maíz que se utiliza para obtener aceite. Se generan en el proceso dos subproductos principales, el “gluten feed” (GF) y el “gluten meal” (Gluten de maíz, GM). El primero es el residuo que queda luego de haber sido extraídos la mayor parte del almidón, del gluten y del germen, resultando un alimento alto en fibra y con 21-26% de proteína, no obstante su calidad es variable y dependiente de variaciones en el proceso de obtención. En tanto que el GM se genera en etapas posteriores del proceso donde se separa el almidón del gluten, el cual es centrifugado, filtrado y secado dando origen al subproducto (Dimeagro, 2009). Éste posee alto contenido en proteína (*c.a.* 60%) y baja fibra pero su costo es elevado como para incluirlo en las dietas de bovinos (Di Lorenzo, 2013). También se puede utilizar el almidón así obtenido para su posterior fermentación y obtención de etanol, generándose también subproductos como la burlanda húmeda con solubles y seca con solubles, aunque es un proceso más costoso y demanda mayor inversión en capital (Rausch y Belyea, 2006).

En EUA en el año 2011 se generaron 39 millones de toneladas de alimento para el ganado a partir de estos subproductos, utilizando el 3,2% del total de granos producidos en el mundo. Un tercio del maíz utilizado en la producción de bioetanol, regresa como alimento para el ganado (RFA, 2012a). En 2011 se destinó un 48% a la alimentación de bovinos de carne, un 32% a rodeos lecheros, un 11% a cerdos y un 8% a aves de corral (RFA, 2012b).

3. Composición química y nutricional de subproductos

La valoración nutricional de cualquier alimento se basa en dos factores principales, la composición nutricional y su variabilidad. En los subproductos la concentración de nutrientes presentes en la materia prima (granos) que no se consumen durante la producción de etanol (ej., materia grasa total o extracto etéreo, proteína bruta, fibra, minerales) se triplican (Klopfenstein *et al.*, 2008). La composición química y el perfil nutricional de los subproductos del destilado de granos es variable, tal como sucede con la mayoría de los subproductos agroindustriales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química de subproductos de la molienda seca del maíz

Componente (%)	Burlanda seca con solubles	Solubles condensados	Burlanda húmeda con solubles	Burlanda modificada
MS	90	25-45	31-36	46-51
PB	28-34	14-23	32-36	26-32
Lípidos	11	15-24	9-12	11-16
FDN	45	-	30-50	35-50
FDA	12	-	10-12	11-18
TND	87	95-120	90-110	90-110

Adaptado de Di Lorenzo, 2013

A continuación se presentan valores de burlanda producida en el país en una plata cordobesa.

Cuadro 2. Composición química de subproductos del maíz: Valores nacionales.

Subprod.	MS (%)	FDN (%)	FDA (%)	LDA (%)	Cenizas (%)	pH	P.B. (%)	EE (%)	NIDN (%)	NIDA (%/Nt)
Burlanda húmeda	31,61	35,78	8,92	0,27	4,98	3,97	23,63	-	-	1,46
Burlanda seca ¹	92,12	48,67	14,12	2,50	2,29	3,87	31,94	-	-	5,89
Burlanda seca ²	91,92	-	-	-	-	-	29,44	9,02	24,69	14,62
Burlanda nueva	28,58	31,30	9,77	-	-	-	27,07	-	-	-
Burlanda vieja	33,50	39,76	12,86	-	-	-	26,79	-	-	-

1. Brunetti, MA. 2013. Comunicación personal
2. Arroquy, J. 2013. Comunicación personal

La composición nutricional de estos productos está influenciada por varios factores entre los que se destacan: el tipo de grano y su calidad, el proceso de molienda, la extensión de la fermentación, las condiciones de secado, la extracción o no de aceite, y la cantidad de solubles generados en la fermentación que son incorporados al subproducto (Balyea *et al.*, 2010; Sharma *et al.*, 2007; Singh y Graeber, 2005). Respecto a esto último, en la Figura 3 puede verse que a medida que aumenta el nivel de incorporación de solubles condensados en el subproducto de la molienda seca disminuye la concentración de fibra en detergente neutro (FDN) y proteína bruta (PB), mientras que aumenta el contenido de extracto etéreo y energía (Corrigan *et al.*, 2007).

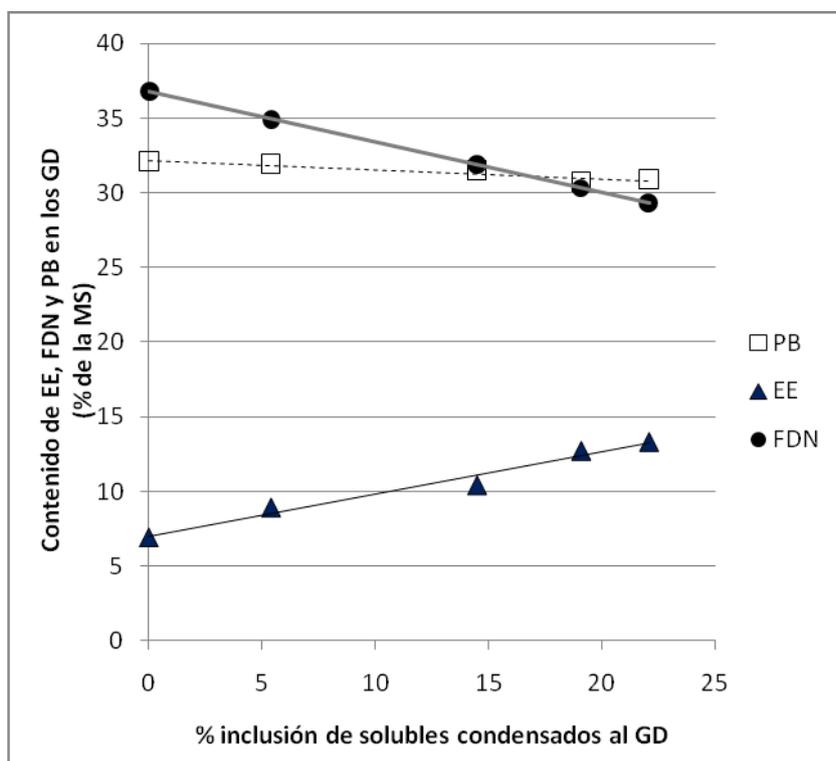


Figura 3. Cambios en la composición nutricional de los GD según el nivel de agregado de solubles condensados (Adaptado de Corrigan *et al.*, 2007).

Balyea *et al.* (2010) evaluaron 9 plantas productoras de etanol en EUA, y observaron que la mayor fuente de variación en la calidad se registraba entre lotes o partidas de granos dentro de una misma planta, debido a variaciones en las características composicionales y/o fisiológicas del grano de maíz y/o a las condiciones de procesamiento que afectan la fermentación del grano. La eficiencia de fermentación depende de las características del híbrido (Balyea *et al.*; 2010). A mayor cantidad de amilosa, es menor la eficiencia y por ende menor el rendimiento en etanol (Sharma *et al.*, 2007). Al respecto Singh y Graeber (2005), encontraron un 23% de variación entre la producción de etanol a partir de diferentes híbridos de maíz. Por otra parte, el tamaño de partícula del grano durante la fermentación es determinante de la calidad de la misma, por lo que todos aquellos factores que afectan la granulometría repercuten en la calidad del subproducto obtenido.

No obstante la mayor fuente de variación se da en el proceso utilizado, sea este en seco o húmedo, y los efectos interactivos dificultan la identificación y control de las fuentes de variación en el proceso y en consecuencia en la calidad de los GD resultantes.

El contenido de nutrientes varía entre estudios realizados y dentro de los mismos estudios (Liu, 2011) y sus diferencias no sólo son debidas a diferencias de procesamiento entre plantas, sino también dentro de cada planta y de cada lote, por lo que se recomienda que se realicen análisis periódicos.

Por lo general los nutrientes están más concentrados en los GD provenientes del proceso de molienda seca respecto a la húmeda debido a la mayor eficiencia de fermentación de la primera (Balyea *et al.*, 2010) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición química de subproductos de la molienda seca y húmeda (Adaptado de Di Lorenzo, 2013; Blasi *et al.*, 2001; NRC Dairy, 2001; NRC Beef, 2000)

Componente (%)	Molienda seca					Molienda húmeda		
	Grano Maíz	GDSS	SC	GDHS	GDSM	GF-húmedo	GF-seco	GM
Energía bruta (kcal/kg)	3891	4776	-	-	-	-	4334	5229
MS	86-88	90	25-45	31-36	46-51	32-44	90-92	-
PB	8,5-10,5	28-34	14-23	32-36	26-32	14-26	21-22	62.9
EE	4,2	11	15-24	9-12	11-16	3-5	2-3,3	1.2
FDN	10,8	45	-	30-50	35-50	-	-	12.9
FDA	3,3	12	-	10-12	11-18	-	-	7
TND	90	87	95-120	90-110	90-110	90	78	-
Almidón	-	7.3	-	-	-	-	21.5	8.3

GDSS= granos destilados secos con solubles, SC= solubles condensados, GDHS= granos destilados húmedos con solubles, GDSM= granos destilados secos con solubles modificados, GF= gluten feed. TND = Total de nutrientes digestibles

Contenido de humedad.

El elevado contenido de agua (o elevada humedad) de los GD genera limitaciones en su uso, ya que dificulta el almacenamiento prolongado, aumenta los costos de transporte y manipulación, e incorporado en dietas con elevado contenido de humedad (ej., silaje) puede limitar el consumo. Sin embargo, estudios realizados en Nebraska (EUA) estimaron un consumo similar entre húmedo y seco (Kononoff y Janicek, 2005). Los GD húmedos no duran frescos y palatables por períodos prolongados de tiempo. El tiempo de almacenaje varía con la temperatura ambiente, 5-7 días en verano y 12-14 días en invierno (Di Lorenzo, 2013). Por el contrario, si se secan a 90% de MS pueden ser almacenados por mucho más tiempo. Aunque se debe considerar que el secado puede producir alteraciones de la calidad nutricional del subproducto debido a la ocurrencia de reacciones de Maillard (Combinación de azúcares, aminoácidos, carbohidratos complejos y amidas por el sobrecalentamiento de alimentos con contenidos medio a altos de proteínas). Este fenómeno químico repercute en la coloración del subproducto obtenido, y en la digestibilidad de la PB y FDN (Robinson *et al.*, 2008). Un indicador indirecto y subjetivo de calidad, que permite evaluar el daño por calor durante el secado de la burlanda es el color. El color varía de amarillo dorado a marrón oscuro, diferencias atribuidas al color inicial del grano, la cantidad de solubles añadidos, al tiempo y temperatura de secado utilizados (Barragán Ramírez *et al.*, 2008). El color amarillo dorado está asociado a más alta digestibilidad y palatabilidad, mientras que un color marrón indicaría una menor digestibilidad y mayor contenido de NIDA (Nitrógeno insoluble en detergente ácido) (Donkin *et al.*, 2006). La temperatura de secado puede variar de 127 a 621°C, en función de la planta de producción, la cual puede reducir la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos, especialmente lisina.

El método de coloración se utiliza comercialmente, y permite caracterizar la calidad del proceso de secado rápidamente. En el mercado interno de Estados Unidos o en el comercio internacional se utilizan escalas de color (Figura 4) para calificar el grado de daño por calentamiento de los productos secados.

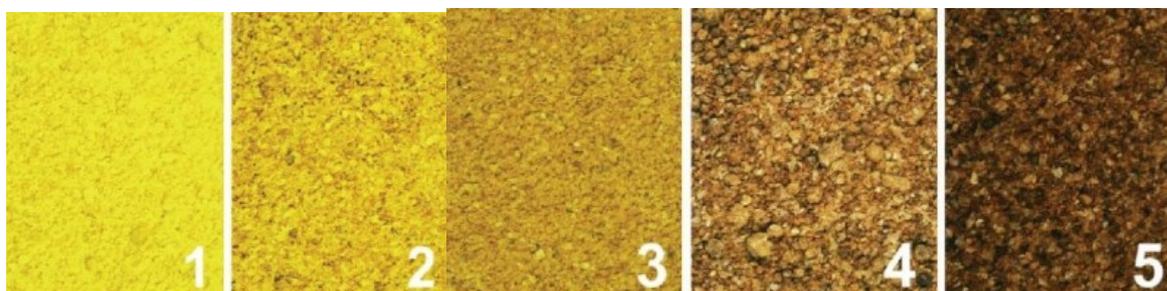


Figura 4. Escala fotográfica de colores para calificar el daño por calor en los GDSS (Adaptado de US Grain Council, 2012)

La escala varía de 1 a 5. A medida que aumenta el oscurecimiento, mayor es el contenido de N ligado a la FDA (NIDA) y el daño del secado sobre el material. En siguiente sección se discutirá la importancia nutricional del daño por temperatura.

Proteína y aminoácidos

La proteína de los alimentos puede ser utilizada en el rumen por los microorganismos (proteína degradable en rumen, PDR) o puede pasar al intestino sin degradarse (proteína no degradable en rumen, PNDR), donde es digerida y absorbida o desechada en heces.

El contenido de proteína depende de varios factores, tipo de molienda (Húmeda vs. Seca), tipo de grano, subproducto, y método de procesamiento. De la molienda húmeda, el GF generalmente tiene menor contenido de PB y mayor de PDR comparado con los subproductos de la molienda seca (solubles condensados; Cuadro 1). El gluten de maíz (GM), obtenido en la molienda húmeda, es el subproducto de mayor contenido proteico (*c.a.*, 60-66%) y de PNDR (60%).

Los productos de la destilería de granos tienen un contenido proteico que varía entre 14 y 40,7% de PB dependiendo del tipo de grano, subproducto, y el método de procesamiento de cada planta (Cuadro 2). A diferencia de lo que ocurre con otros nutrientes, la variabilidad entre plantas en el contenido de proteína bruta – dentro de cada tipo de subproducto – no es elevada. Los coeficientes de variación van de 0,92% (Buckner *et al.*, 2011) a 7,7% (Shurson *et al.*, 2001).

Cromwell *et al.* (1993) informaron no solo diferencias en el contenido de MS, cenizas, FDN, FDA y PB, sino también en el contenido y proporción de aminoácidos, debido a que el aporte proteico no está dado solamente por el contenido de nitrógeno que posee la materia prima, sino además por el aporte de las levaduras que fueron incorporadas para la fermentación. Belyea *et al.* (2004) sugirieron que el aporte de proteína por parte de las levaduras fue un 50%.

Los rumiantes requieren en primer término PDR para optimizar los procesos digestivos ruminales. Por lo tanto, limitaciones en la disponibilidad ruminal de proteína influyen sobre la digestibilidad de la dieta y la producción de proteína microbiana. Una vez cubiertas las necesidades de PDR, con el fin de incrementar la producción y mejorar la eficiencia es necesario aumentar la disponibilidad de proteína metabolizable en intestino. En este sentido incrementos en el nivel y la proporción de PNDR impacta positivamente sobre la productividad animal, y en particular cuando se desean alcanzar niveles elevados de producción (NRC, 1996; Gutierrez-Ornela y Klofeinstein, 1991). En el pasado el uso de harinas de origen animal en la formulación de raciones permitía elevar el estatus de PNDR con respecto a las harinas proteicas de origen vegetal, las cuales son comúnmente bajas en PNDR. Sin embargo a partir de brotes de encefalopatía esponjiforme bovina (BSE) se ha limitado el uso de subproductos de origen animal. En la actualidad los GD surgen como una alternativa de reemplazo de las harinas de origen animal para elevar el contenido de PNDR en dietas para bovinos. En el Cuadro 4 se presentan los valores de proteína y PNDR de diferentes alimentos.

Cuadro 4. Contenido proteico, degradabilidad ruminal y digestión intestinal y total de la proteína en distintos subproductos de la molienda del maíz. Di Lorenzo 2013 (adaptado de Kelzer *et al.*, 2007)

Ingrediente	%PB	PNDR (% PB)	Digest. intest. (%PB)	PB dig. en tracto total (%PB)
Afrecho de maíz	13,5	20,7	65,8	93,1
Germen de maíz	16,3	16,5	66,8	94,5
Gluten feed húmedo	26,7	11,5	51,1	94,4
Gluten feed seco	26,7	11,5	51,1	94,4
Gluten meal	66,3	59,0	-	-
Burlanda seca (GDSS)	28,9	56,3	91,9	95,4
Burlanda húmeda (GDHS)	29,9	44,7	93,1	96,9
Harina de soja	49,9	24,3	93,0	-
Harina de sangre	95,5	70,9	80,0	-

Si bien generalmente se asume que los subproductos derivados de la molienda seca de la producción de etanol contienen elevado contenido de PNDR y bajo de PDR, la bibliografía muestra un amplio rango de variación en el contenido de PDR y/o PNDR. Por ejemplo, la proporción de PDR varía de 38% a 71% de la proteína bruta con valores de PNDR que oscilaban desde 15 y 52% de la PB (Kleinschmit *et al.*, 2007; Nuez-Ortín y Yu, 2009; Mjoun *et al.*, 2010; MacDonald *et al.*, 2007 y Belyea *et al.* 2010). Otros autores estimaron contenidos de PNDR superiores a 57% de la PB (Brouk *et al.*, 1994; Erickson *et al.*, 2005).

El incremento en PNDR está fundamentado en dos factores principales que alteran la degradabilidad de la proteína durante la manufactura de subproductos. En GD húmedos y secos las fracciones proteicas más digestibles se consumen durante la fermentación para producción de etanol, además a los GD secos se le suma la formación de compuestos de Maillard durante el secado. Sin embargo, Kononoff y Janicek (2005) y Erickson *et al.* (2005) sugieren que el contenido de PNDR es similar o ligeramente superior en los residuos húmedos que en los secos. Erickson *et al.* (2005) estimaron valores generales de PNDR que variaban entre 60 y 70% de la PB. Cavalho *et al.* (2005) en estudios con granos secos de destilería, sugieren que si bien representan una buena fuente de PNDR, en ciertos casos puede ser baja su digestibilidad intestinal.

En este sentido el N insoluble en detergente ácido (NIDA) es un indicador objetivo que permite cuantificar en laboratorio el nivel de daño que sufre la proteína contenida en GD secados. Al respecto se reportaron valores de NIDA que van de 13,3 hasta 56 % de PB para los granos de destilería originados del trigo y valores de entre 9,1 y 34,4 % PB para los provenientes de la destilación del maíz (Nuez-Ortín y Yu, 2009; Mjoun *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2012). El amplio rango de variación en el contenido de PDR y PNDR se origina en los diferentes procesos llevados a cabo en cada una de las plantas de destilación, en especial en el proceso de molienda y secado (Spiehs *et al.*, 2002; Belyea *et al.*, 2004; Li *et al.*, 2012).

Los granos de destilería provenientes del maíz poseen en general menos proteína que los de sorgo (Urriola *et al.*, 2009) y trigo (Philippeau y Michalet-Doreau, 1999; Mustafa, *et al.*, 2000; Schingoethe, 2006). Los GD de trigo poseen hasta 41% de PB (Stein y Shurson, 2009). En general los GD de maíz tienen mayor proporción de PNDR que los provenientes de trigo. No obstante, algunos autores han reportado valores de NIDA superiores a los observados en maíz, que van desde 13,3 a 56% (Nuez-Ortín y Yu, 2009; Mjoun *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2012).

Por otra parte, si bien los microorganismos ruminales sintetizan proteína microbiana con un perfil de aminoácidos apropiado para mantener niveles moderados de producción (Santos y Santos, 1998),

en los sistemas intensivos de producción la baja disponibilidad y digestibilidad de los aminoácidos dietarios puede limitar la productividad en bovinos para carne.

De modo similar a lo que sucede con otros nutrientes, la concentración de aminoácidos en los granos de destilería se incrementa con respecto al grano original. Los GD de sorgo tienen menor contenido de lisina y arginina, similar de metionina y superior de triptófano (aprox. 40%) que los GD de maíz (Stein y Shurson, 2009). Por su parte, los GD de trigo presentan valores similares de lisina y metionina que los de maíz y sorgo (Stein y Shurson, 2009).

El proceso de destilado y secado de los diferentes granos puede alterar la biodisponibilidad de los aminoácidos comparado con el grano en su estado original. Stein y Shurson (2009) observaron que la digestibilidad de aminoácidos variaba significativamente entre granos y dentro de un mismo tipo de grano. Estos autores observaron que la digestibilidad de la lisina era la más variable entre distintos productos de destilados de grano debido a que este aminoácido es el más sensible al daño por calor (Cromwell *et al.*, 1993; Stein *et al.*, 2006). En general, los otros aminoácidos presentes en estos subproductos tienen un 10% menos de digestibilidad comparado con el grano original. La variabilidad en la digestibilidad de aminoácidos, con la excepción de la lisina, tiene un rango similar a otros ingredientes. En general la digestibilidad de los aminoácidos en destilados de granos de sorgo y trigo es similar a lo observado en GD de maíz (Urriola *et al.*, 2009; Widyaratne y Zijlstra, 2007; Lan *et al.*, 2008).

En el Cuadro 5 se presentan los valores promedios de los aminoácidos en los subproductos de maíz, en tanto que en el Cuadro 6 se presentan valores de digestibilidad para la lisina, metionina y treonina.

Cuadro 5. Composición de aminoácidos del maíz y sus subproductos (% base fresca. Adaptado de Stein, 2011).

Aminoácidos (%)	Maíz	GDSS	GDS	GM	GF
Arginina	0,39	1,16	1,15	0,95	0,95
Histidina	0,23	0,72	0,68	0,61	0,61
Isoleucina	0,28	1,01	1,08	0,79	0,79
Leucina	0,95	3,17	3,69	1,86	1,86
Lisina	0,24	0,78	0,81	1,02	1,02
Metionina	0,21	0,55	0,56	0,32	0,32
Fenilalanina	0,38	1,34	1,52	0,87	0,87
Treonina	0,26	1,06	1,10	1,21	1,21
Triptófano	0,09	0,21	0,22	0,16	0,16
Valina	0,38	1,35	1,39	1,12	1,12
Alanina	0,58	1,94	2,16	1,48	1,48
Ácido aspártico	0,55	1,83	1,86	1,44	1,44
Cisteína	0,16	0,53	0,54	0,43	0,43
Ácido glutámico	1,48	4,37	5,06	2,7	2,7
Glicina	0,31	1,02	1,00	1,03	1,03
Prolina	0,70	2,09	2,50	1,61	1,61
Serina	0,38	2,18	1,45	0,73	0,73
Tirosina	0,27	1,01	-	0,64	0,64

GDSS: granos destilados secos con solubles, GDS: granos destilados secos, GM: gluten meal, GF: gluten feed.

Cuadro 6. Valores de concentración y digestibilidad de los aminoácidos digestibles de los subproductos de destilería del maíz (Adaptado de Stein, 2007).

Aminoácidos	Total (%)	Digestibilidad	% Digestible
Lisina	0.72-0.93 $\bar{x} = 0.83$	53.20-68.62 $\bar{x} = 63.50$	0.43-0.63 $\bar{x} = 0.52$
Metionina	0.49-0.55 $\bar{x} = 0.51$	84.12-88.30 $\bar{x} = 85.89$	0.42-0.46 $\bar{x} = 0.44$
Treonina	0.95-1.05 $\bar{x} = 0.98$	68.83-77.46 $\bar{x} = 73.65$	0.66-0.77 $\bar{x} = 0.72$

Carbohidratos

En la molienda seca el 97-99% de los carbohidratos no estructurales (i.e., almidón) son consumidos durante la fermentación de los granos, mientras que en los subproductos de molienda húmeda el almidón remanente es sustancialmente mayor (c.a. 18 a 26%; Blasi *et al.*, 2001). Por su parte, los carbohidratos estructurales no son fermentados, incrementándose significativamente su contenido en comparación con el material original. La FDN remanente del proceso de destilación de alcohol es altamente digestible lo cual permite su uso en dietas ricas en almidón o forrajes (Schingoethe, 2007). Kaiser (2006) sugiere que el proceso de fermentación para la producción de etanol mejora la digestibilidad de la fibra. No obstante se debe considerar que esta fibra no es considerada fibra efectiva ya que no estimula la salivación ni la rumia (Di Lorenzo y Galyean, 2010).

El reemplazo de almidón por fibra digestible podría reducir los problemas de acidosis que comúnmente se dan con dietas ricas en granos (Klopfenstein *et al.*, 2011).

Los GD de maíz en promedio poseen entre 32 y 49% de FDN (Spiehs *et al.*, 2002; Al-Swaiegh *et al.*, 2002; Anderson *et al.*, 2006), y puede llegar a valores de 72% (Ojowi *et al.*, 1997; Mustafa *et al.*, 2000), y 11-18% de FDA (Spiehs *et al.*, 2002; Kleinschmidt *et al.*, 2007). Los contenidos de FDN y FDA de los destilados de sorgo, cebada, y trigo son similares a los informados para maíz.

La variabilidad en el contenido de FDN y FDA es significativamente mayor a la de otros nutrientes. Shurson *et al.* (2001) observaron coeficientes de variación de 5 hasta 54% en el contenido de FDA en GD de maíz dentro de cada planta de destilado. Sin embargo, más recientemente Belyea *et al.* (2010) informaron una menor variación en el contenido de FDA entre partidas dentro de cada planta (CV%: 2,8 a 5,9%).

Materia Grasa total o extracto etéreo

En general el contenido de materias grasas es tres a cinco veces mayor en los subproductos de la molienda seca que en los subproductos de la molienda húmeda (Cuadro 1). Si bien el elevado contenido de lípidos en los GD aumenta la concentración de energía de estos productos, debe considerarse que en rumiantes niveles elevados de lípidos afectan negativamente el consumo voluntario y la digestibilidad de la fibra (Hess *et al.*, 2008). Esta característica restringe el nivel de inclusión dietario de estos subproductos en rumiantes. El contenido de extracto etéreo en los GD varía entre 7 a 14% (Spiehs *et al.*, 2002; MacDonald *et al.*, 2007; Walter *et al.*, 2010). En este aspecto existe variabilidad dentro de plantas y entre plantas que van desde el 1,8 y el 19,1% (Shurson *et al.*, 2001; Belyea *et al.*, 2010; Buckner *et al.*, 2011). En el caso de los GD secos, otro aspecto a considerar es que el secado puede alterar el perfil lipídico por oxidación durante el proceso. Se debe considerar que en algunos casos se realiza una extracción de aceite sobre el subproducto dejando un contenido mínimo de lípidos.

Energía

El contenido de energía de los subproductos depende del tipo de molienda. En los subproductos de la molienda húmeda (ej.GF) el contenido energía es similar o inferior al de los granos (NRC, 1996),

mientras que los GD con o sin solubles de la molienda seca tienen un contenido de energía generalmente superior al de los granos. Resultados experimentales han demostrado que pueden incluirse reemplazando granos en raciones de terminación, y actuando como fuente primaria de energía. Ham *et al.* (1994) en un experimento de terminación observaron que los GD con solubles proveían 21% más de energía neta (ENg) que el maíz partido. Stock *et al.* (1999) concluyeron en su revisión que los GD tienen en promedio 9% más de energía que el grano, con valores que pueden superar hasta el 24% en maíz.

Minerales

El contenido de cenizas oscila entre 4,8 y 9% (Blasi *et al.*, 2011; Spiehs *et al.*, 2002) para subproductos de la molienda húmeda y seca respectivamente. Los GD tienen elevado contenido de fósforo y azufre. Ambos minerales usualmente provienen de los solubles. Un valor muy elevado de P es indicador de que se le agregó una proporción alta de solubles. En comparación con el grano de maíz, el contenido de fósforo es tres veces superior en los GD. Los niveles elevados de ciertos minerales deben ser considerados para su utilización, a los fines de minimizar su excreción para reducir los riesgos de contaminación con los mismos. Durante el proceso se utilizan diferentes compuestos que pueden modificar la composición mineral del subproducto. Por ejemplo, el hidróxido de sodio se utiliza para la limpieza de los equipos (Liu, 2011). Además, el contenido de azufre puede verse elevado cuando se utiliza ácido sulfúrico para controlar el pH de la fermentación, también se incrementa con el aumento de la inclusión de solubles en el subproducto. Un elevado porcentaje de azufre en los subproductos incrementa la incidencia de casos de polioencefalomalacia (Uwituze *et al.*, 2011) y disminuye la ganancia diaria de peso (Drewnoski y Hansen, 2013). En los GD el contenido de azufre puede llegar a duplicar o quintuplicar a los niveles de requerimientos de azufre de bovinos para carne.

El contenido de fósforo de los granos destilados de la molienda seca oscila entre 0,89 y 1,02% (NRC, 2001; Spiehs *et al.*, 2002), y los provenientes de la molienda húmeda presentan contenidos ligeramente inferiores (c.a. 0,16 a 1%). El proceso de fermentación de los granos para producir alcohol no solo aumenta la concentración sino también la disponibilidad del P (Spiehs *et al.*, 2002; Crowell *et al.*, 1972). El contenido de calcio en el grano es generalmente bajo (0.01%, Stein, 2011), y en los GD aumenta entre 50 y 100% su concentración. Los GDSS presentan una concentración de 0.03% de calcio, en tanto que el GM y GF poseen 0.05 y 0.22% respectivamente (Stein, 2011). Sin embargo el contenido sigue siendo bajo para los requerimientos de determinadas categorías vacunas, sobre todo al considerarlo en conjunto con el fósforo. De modo similar a lo que sucede con otros nutrientes, la concentración de minerales varía entre años, cultivos, región, y de acuerdo al ajuste de la fermentación que tienen las distintas plantas de procesamiento (Spiehs *et al.*, 2002). Dichas concentraciones algunas veces pueden conducir desordenes metabólicos y/o pueden llegar a contener mayores niveles en las heces, provocando así contaminaciones en el suelo.

4. Uso de subproductos y respuesta animal

En la Argentina, los subproductos de la molienda húmeda se utilizan en raciones de bovinos para carne desde hace varios años. Sin embargo el uso de los subproductos de la molienda seca es incipiente, y aunque ha tenido un vertiginoso crecimiento en los últimos años, en la actualidad su utilización está circunscripta a áreas cercanas a las plantas de producción. En los países donde se utilizan desde hace más de una década, los granos de destilería se incluyen comúnmente en las dietas como una fuente de energía y proteína, reemplazando en parte al concentrado (Schingoethe *et al.*, 1999; Liu *et al.*, 2000; Anderson *et al.*, 2006) y como suplemento de dietas a base de forraje voluminoso. Por su elevado contenido de fibra pueden suplantar también, al menos en parte, al forraje voluminoso en dietas concentradas, aunque se reitera que debe considerarse su bajo aporte de fibra efectiva. El uso de GD húmedo mejora la condición de la ración al favorecer el mezclado en dietas secas (ej. base de grano y heno), disminuyendo el polvo y la selección. En dietas húmedas (ej.

silajes) la utilización de GD puede ser limitado debido al elevado contenido de humedad, que en algunos casos puede llegar a limitar el consumo (Di Lorenzo, 2013).

En la Argentina la información relacionada con el uso de GD en ganado bovino para carne es escasa, y las recomendaciones actuales de uso se basan en información generada en el extranjero. En este sentido, si bien la tecnología de las plantas de producción de etanol nacionales es similar a la utilizada en otras partes del mundo, se ha descrito en otros países que existe variabilidad en el proceso de producción entre plantas, así como en la materia prima utilizada (diferencias entre híbridos, efecto del ambiente, etc.; Shurson *et al.*, 2001; Belyea *et al.*, 2010); lo cual generaría subproductos con cierto grado de variación asociado a las características locales de producción. Aunque la información externa es de utilidad local, es necesario trabajar en la caracterización nutricional de los GD producidos regionalmente, y avanzar en la evaluación de la respuesta animal al incluir estos subproductos en dietas de sistemas de alimentación nacionales.

Subproductos de destilados de grano en la alimentación a pastoreo

En condiciones de pastoreo o en dietas a base de forraje voluminoso los subproductos de granos destilados son excelente fuente de proteína, energía, y minerales para suplementar categorías de cría, recria (terneros/as, y novillitos) y engorde (vaquillonas y novillos).

Forrajes de mediana y baja calidad

En los forrajes de baja calidad, típicamente rastrojos y pasturas diferidas al invierno, la proteína, y en particular aquella fracción degradable en rumen (PDR), es el primer limitante nutricional. Una vez corregida dicha deficiencia, si el objetivo es alcanzar niveles de ganancia de peso superiores, la disponibilidad de energía y proteína metabolizable (PM) comienzan a limitar la productividad animal. El aporte de energía se realiza comúnmente mediante la suplementación con concentrados energéticos (ej., granos ricos en almidón), y el aumento de la PM mediante el suministro de suplementos con elevado contenido de proteína no degradable en rumen (PNDR).

Los granos de destilería tanto de la molienda seca (granos destilados con o sin solubles) como de la húmeda (gluten feed, gluten meal) tienen una concentración proteica elevada, y un contenido energético, dependiendo del subproducto, ligeramente inferior o superior a los granos. Por su bajo contenido de almidón se puede utilizar en niveles relativamente altos sin afectar negativamente la utilización del forraje base.

El GF por su contenido de PB (c.a. 26%), y en particular de PDR (c.a. 75% PDR) y de fibra de alta digestibilidad es un suplemento energético proteico apropiado para forrajes de baja y mediana calidad (DeHann *et al.*, 1983; Firkins *et al.*, 1985; Loy *et al.*, 1987). A diferencia de la suplementación energética con granos, el uso de GF al no tener almidón tiene la ventaja de no ejercer efecto depresor sobre la digestibilidad de la fibra y el consumo de forraje. El almidón del grano favorece la flora ruminal amilolítica en detrimento de los microorganismos fibrolíticos, generando una deficiencia secundaria de proteína degradable en rumen que puede limitar la digestión de la fibra. La suplementación proteica con GF a vacas de cría con ternero al pie sobre pasturas de baja calidad (Fleck y Lusby, 1986) o rastrojo de maíz (Willms *et al.*, 1992) fue igual o más efectiva que suplementos a base de soja.

En terneros de recria, Oliveros *et al.* (1987) observaron que la suplementación de forraje de baja calidad con GF (40% reemplazo de forraje) prácticamente duplicó la tasa de aumento de peso y mejoró la conversión. Por otra parte, la mayor eficiencia de conversión la presentaron los animales que consumieron GF húmedo, seguidos por GF seco y finalmente los alimentados con maíz.

Los granos destilados provenientes de la molienda seca presentan características similares al GF, aunque con un contenido proteico y lipídico mayor. El mayor contenido de grasas en los GD y la variabilidad en el contenido de proteína degradable en rumen (PDR: 36 - 70% de la PB) ejercerían un efecto diferencial cuando se los compara con los productos de la molienda húmeda. Por ejemplo, en un estudio realizado por Laeflet (1998) se estimó menor consumo total en dietas a base de forraje de baja calidad en los tratamientos suplementados con GD con respecto a los suplementados con GF.

Loy *et al.* (2008) informaron un mayor aumento medio diario (AMD) y mejor conversión en vaquillonas al suplementar heno de gramíneas (8,7% PB) con GDSS que cuando se utilizó maíz partido (+4,7% urea) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Consumo, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia en vaquillonas suplementadas con grano de maíz partido vs. granos destilados con solubles secos (GDSS; Loy *et al.*, 2008).

Ítem	Nivel de suplementación, % del PV			
	BAJO (0.21%)		ALTO (0.81%)	
	Maíz con urea	GDSS	Maíz con urea	GDSS
Consumo, % PV				
Forraje	1.93	1.76	1.55	1.46
Total	2.03	2.05	2.43	2.35
Ganancia de peso, g/d ¹	360b	490a	710b	890a
Conversión, kg alimento/ganancia de peso ¹	16.1b	12.0a	10.0b	7.8 ^a

¹ Medias seguidas por letras distintas entre Maíz con urea vs. GDSS dentro de cada nivel de suplementación difieren entre sí (P<0,01)

Jenkins *et al.* (2009) al suplementar novillitos consumiendo un pastizal natural de baja calidad (8,8% PB, 67,4% FDN y Digestibilidad *in vivo* MS: 48.9%) con cuatro niveles de GDSS (31.6% PB, 32,8% FDN y 11% EE) observaron un incremento lineal en el aumento medio diario (AMD) en respuesta a la suplementación con GDSS hasta 0,75% del peso vivo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Aumento medio diario de peso vivo (AMD) y conversión del suplemento en novillitos pastoreando forraje de baja calidad suplementados con granos de destilería (Adaptado de Jenkins *et al.*, 2009)

Parámetros	Nivel de suplementación con GDSS, % PV				EEM	Prob.
	0	0.25	0.50	0.75		
AMD, g/d	266	484	643	784	38	Lineal, P<0.01
g AMD/ kg MS suplemento (GDSS)	-	427	369	338	-	-

En un estudio similar con forraje de baja calidad, pero con niveles superiores de suplementación con GDSS (0, 0,3, 0,6 y 1.2% PV), Gadberry *et al.* (2010) observaron que el AMD de un período de suplementación de 82 días se incrementó, respecto al control, en 400 y 540 g con la suplementación al 0,3 y 0,6% del PV respecto al control sin suplementación. En tanto que el nivel más elevado de suplementación de GDSS mejoró el AMD en 832 g (50 vs 882g; Cuadro 9).

Cuadro 9. Aumento medio diario de peso vivo (AMD) y conversión del suplemento en novillitos pastoreando forraje de baja calidad durante el invierno (Adaptado de Gadberry *et al.*, 2010)

Parámetros	Nivel de suplementación con GDSS, % PV				EEM	Prob.
	0	0.3	0.6	1.2		
AMD, g/d	50	450	590	882	20	Cúbica, P=0.01
g AMD/ kg MS suplemento (GDSS)	-	670	440	320	30	Cuadrática, P=0.03

Como era de esperar, la eficiencia de uso de los GDSS como suplemento (g de aumento de peso/kg de suplemento suministrado) es inversamente proporcional al nivel de inclusión. En términos generales, en los niveles menores de suplementación por cada gramo de suplemento se obtuvo una respuesta en AMD de 170 a 220 g. Mientras que en los niveles intermedios (0,5-0,6%), la respuesta fue de 73 a 74 g de AMD por gramo de suplementación con GD. En los niveles superiores (i.e., 0,75-1,2%) por cada gramo de suplementación con GD la respuesta al suplemento en AMD fue de 27 a 45 g. Este comportamiento en la respuesta animal (AMD y conversión) a niveles crecientes de GDSS (% del PV) puede verse en la Figura 5.

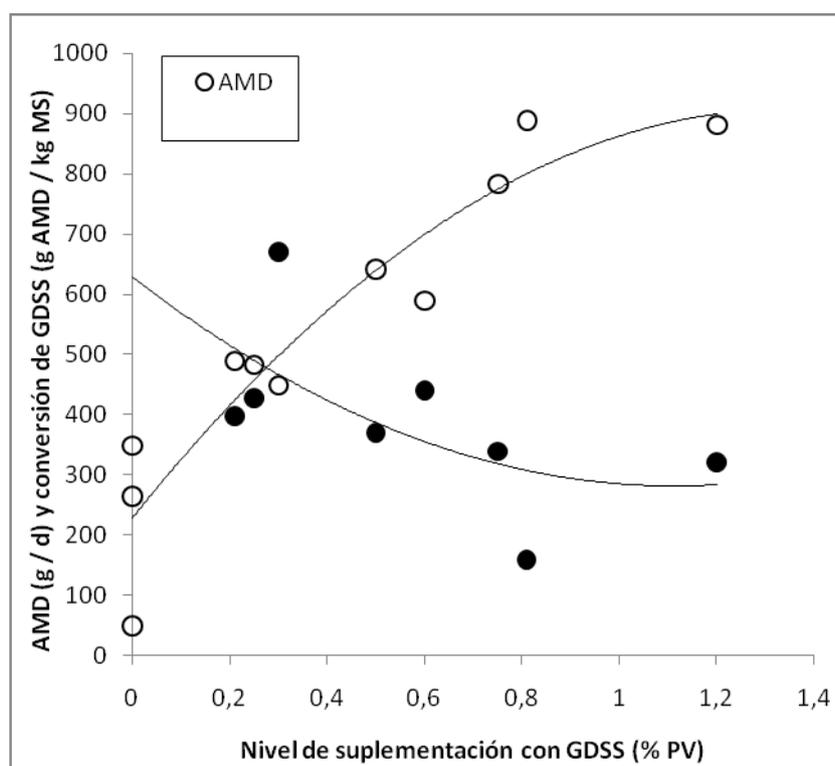


Figura 5. Aumento medio diario (AMD) y conversión de suplemento según el nivel de GDSS suministrado (En base a Loy *et al.*, 2008; Jenkins *et al.*, 2009 y Gadberry *et al.*, 2010)

En general, la suplementación con GD disminuye el consumo de forraje (Leupp *et al.*, 2009) y aumenta la ganancia de peso (McDonald *et al.*, 2007). A medida que aumenta el nivel de consumo de los GD se incrementa el contenido de grasa, que reduce linealmente el consumo (McDonald *et al.*, 2007) y puede llegar a afectar negativamente la digestión de la fibra (Hess *et al.*, 2008). Con niveles superiores al 1% PV de GD el contenido de lípidos en la dieta puede comenzar a limitar la productividad animal y reducir la eficiencia del suplemento mediante un efecto depresor en la digestibilidad de la fibra y el consumo de forraje que no compensaría el incremento del consumo de energía a través de la grasa ingerida. En este sentido, se ha indicado que un contenido de lípidos superior al 6% disminuye significativamente el consumo en dietas a base de forrajes (Doreau y Chilliard, 1997).

Además de la suplementación de pasturas de baja calidad, los GD pueden también ser un suplemento efectivo para mejorar la utilización de rastrojos y/o residuos de cosecha. Jordon *et al.* (2001) evaluaron niveles crecientes de GF húmedo suministrados hasta el 1% PV en novillitos pastoreando rastrojo de maíz. En este estudio estimaron que la suplementación con GF aumentó la receptividad, mejoró la ganancia de peso y la conversión. En un estudio similar Gustad *et al.* (2006) utilizaron GDSS como suplemento y observaron un incremento cuadrático en un rango de ganancias

de peso que fueron desde 0,45 a 0,90 kg en respuesta a la suplementación. Estos autores, además observaron una disminución lineal en el consumo de rastrojo de maíz por la suplementación con GD, y sugieren que niveles superiores de suplementación al 1.1% no aumentarían significativamente la ganancia de peso.

Forrajes de buena calidad

La suplementación con GD aumenta la ganancia de peso tanto en forrajes de baja como de alta calidad (Morris *et al.*, 2006; MacDonald *et al.* 2007; Gadberry *et al.*, 2010) en respuesta al incremento en proteína metabolizable y energía (Islas y Soto-Navarro, 2011, Martínez-Pérez *et al.*, 2013).

Los forrajes de alta calidad (i.e., verdes de invierno, alfalfa, gramíneas templadas perennes) normalmente no tienen grandes limitantes en cuanto al contenido de PB, aunque si en el aporte de proteína metabolizable. En general, una de las limitantes para optimizar las ganancias de peso en forrajes de alta calidad es el exceso de NNP (Nitrógeno no proteico) y proteína rápidamente degradable (c.a. >50% del N total), y el bajo contenido de carbohidratos no estructurales. En este tipo de forrajes se demostró que el suministro de proteína pasante mediante la suplementación con gluten de maíz u otra fuente (harina de algodón, harina de plumas) mejoró la retención de N (Phillips *et al.*, 1995) y la ganancia de peso (Arelovich *et al.* 2003). En este sentido, si bien los verdes tienen elevados contenidos de PB son deficientes en el aporte de proteína metabolizable intestinal bajo ciertas condiciones de desbalance. Por lo tanto los GDSS o GDSH en base a su alto contenido de PNDR (c.a. 70% de la PB) se convertirían en un recurso importante para la suplementación de los forrajes de alta calidad. Por otra parte, la elevada digestibilidad de la fibra de los GD es de importancia al momento de suplementar forrajes de buena calidad.

En verdes de trigo, Horn *et al.* (1995) probaron que la suplementación con fibra de alta degradabilidad (i.e., cascarilla de soja) fue más efectiva para mejorar la ganancia de peso y la conversión que los suplementos a base de almidón como el grano de maíz. Islas y Soto-Navarro (2011) utilizaron granos de destilería en suplementación en pastoreo de verdes invernales en una proporción de 0, 0.2, 0.4 y 0.6% del PV. La suplementación hasta 0.6% del PV aumentó el consumo de lípidos sin efectos adversos sobre la digestión de la FDN.

Por otra parte, varios estudios evaluaron el impacto de la suplementación con GD sobre pasturas perennes templadas durante la estación de crecimiento (Greenquist *et al.*, 2009; Griffin *et al.*, 2009, 2012). Greenquist *et al.* (2009) observaron que en pasturas de cebadilla la suplementación con 2,3 kg de GDSS aumentó 35% la ganancia de peso en novillos de 330 kg de PV respecto al control sin suplementación (AMD: 680 vs. 920 g/d). Griffin *et al.* (2012) realizaron un meta-análisis de 13 experimentos (38 tratamientos) para evaluar el efecto de la suplementación con GD sobre la respuesta animal y la tasa de sustitución de consumo de forraje. Los autores observaron un incremento en el AMD en respuesta a la suplementación con GD con solubles (Figura 6 controlar). A medida que se incrementó el nivel de suplementación el consumo de forraje disminuyó linealmente (Cuadro 10). La tasa de sustitución de forraje por suplemento fue de c.a. 200 g/kg GDSS para los niveles más bajos de suplementación y de 480 g/kg GDSS en el nivel más elevado de suplementación (c.a. 1.2%).

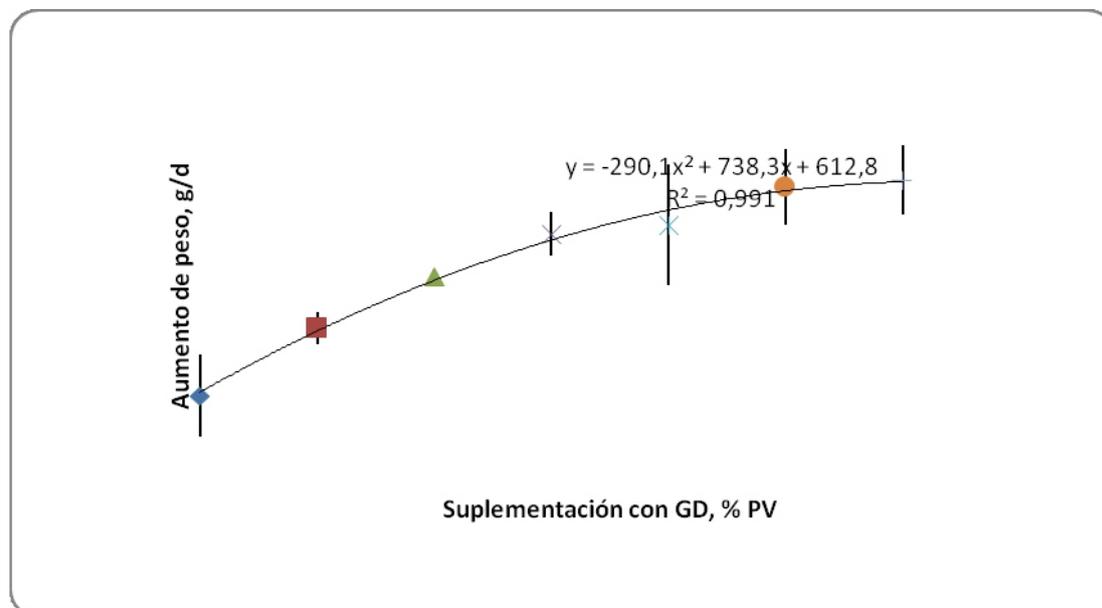


Figura 6. Aumento medio diario de peso vivo en respuesta a niveles crecientes de suplementación con granos de destilería sobre pasturas perennes en crecimiento (Adaptado de Griffin *et al.*, 2009)

Cuadro 10. Efecto del nivel de suplementación con GD sobre el consumo y la tasa de sustitución de forraje (Adaptado de Griffin *et al.*, 2012)

	Nivel de suplementación con GDSS, kg MS/d						Contrastes, Valor P	
	0	0.7	1.4	2.0	2.7	3.4	Lineal	Cuadrático
Consumo de forraje, kg MS/d	5.8	5.6	5.4	5.1	4.7	4.1	<0,01	<0,01
Consumo de suplemento, kg MS/d	-	0.7	1.4	2.0	2.7	3.4	0,31	<0,01
Sustitución, g forraje/kg suplemento	-	200	270	330	400	480	-	-

Reproducción

Desde el punto de vista reproductivo la suplementación preparto de vaquillonas para cría con fuentes de lípidos y proteína no degradable en rumen puede optimizar la actividad reproductiva y acelerar el inicio de la pubertad. La inclusión de lípidos hasta alcanzar niveles del 3% de la MS en dietas a base de forraje es recomendado para obtener el máximo beneficio de los lípidos sin afectar la utilización de los componentes dietarios restantes (Hess *et al.*, 2008). Al utilizar fuentes de PNDR (Patterson *et al.*, 2003) o lípidos (Lammoglia *et al.*, 1997; Bellows *et al.*, 2001) en hembras de gestación avanzada, se informaron mejoras en las condiciones de gestación e índice de preñez respecto al control.

Por esto los GD podrían ser beneficiosos en vaquillonas ya que poseen buena proporción de lípidos y elevada fracción de PNDR. Engel *et al.* (2008), compararon la inclusión de GDSS o de cascarilla de soja en dietas a base de heno de gramíneas en vaquillonas con preñez avanzada. Las vaquillonas que recibieron suplementación con GDSS tuvieron mayor tasa de preñez que las que recibieron cascarilla. Los autores atribuyen el efecto positivo de la suplementación con GDSS al mayor aporte energético y de proteína pasante con respecto a la cascarilla de soja. La utilización de GD en la recría de vaquillonas podría afectar también positivamente el inicio de la pubertad a través de un mayor aporte de grasa (Hess *et al.*, 2008). Los autores recomiendan la suplementación con grasa en vaquillonas de remplazo por 60 a 90 días antes del comienzo del servicio cuando el desarrollo de las mismas es normal. Sin embargo, concluyen que la suplementación con grasa en vaquillonas sobrealimentadas demora la pubertad.

Winterholler *et al.* (2012) evaluaron tres niveles de suplementación con GD, un control negativo (sin suplementación) y un control positivo (suplemento a base de harina de algodón y afrechillo de trigo) en vacas de cría durante la gestación y lactancia. En la mayoría de los parámetros evaluados el control positivo no difirió de la suplementación con GD. Sin embargo, niveles crecientes de GD aumentaron linealmente tanto el peso como la condición corporal al parto y posparto, y fueron superiores al control negativo.

Martin *et al.* (2007) contrastaron el uso de un suplemento a base de GD más solubles (i.e., Alto PNDR) con un suplemento basado en GF (i.e., bajo PNDR) en vaquillonas en desarrollo alimentadas a base de heno de pastura (8-11% PB). Los suplementos se diferenciaron sólo en el balance de PDR o PM según NRC (2000). Los autores concluyeron que los GD, al menos para los niveles de suplementación utilizados como fuente de proteína y energía, permitieron ganancias de peso moderadas, pero no adelantaron la edad de la pubertad.

Subproductos de destilados de grano en la alimentación a corral

Los granos de destilería tanto de molienda seca como de la molienda húmeda han sido ampliamente evaluados en dietas de corral como fuente de proteína, energía y fósforo.

Recrías a corral

En raciones de crecimiento o recría fueron evaluados ambos tipos de subproductos (molienda húmeda y seca). Varios estudios mostraron mejor productividad animal en dietas de recría con elevado contenido de forraje utilizando GF como fuente energética que utilizando granos. El valor energético del GF en relación al grano de maíz es mayor en dietas con alta proporción de forraje. El elevado contenido proteico, y el bajo contenido de lípidos y almidón del GF permitirían utilizarlo en proporciones elevadas, reemplazando efectivamente una gran proporción de grano en dietas de crecimiento.

Ham *et al.* (1995) observaron que el reemplazo del 100% de la porción de grano de maíz en raciones de recría por GF aumentó la ganancia de peso y la eficiencia de conversión en 16%. Recientemente, Segers *et al.* (2013) evaluaron la respuesta en ganancia de peso y en parámetros de la res en dietas de recría con 75% de silaje de maíz (8,6% PB) utilizando tres fuentes proteicas diferentes: GF, GDSS, y un concentrado a base de 40% harina de soja + 60% de espiga de maíz picada. Los animales suplementados con GDSS o el concentrado tuvieron mayor ganancia de peso y mejor eficiencia de conversión que los alimentados con GF. Sin embargo, ni el área de ojo de bife, ni la grasa dorsal o intramuscular se afectó por el uso de una u otra fuente proteica.

En dietas de recría, una de las ventajas en el uso de GD es la reducción del contenido de almidón de la dieta mediante el reemplazo de granos por estos subproductos, lo cual según Vasconcelos *et al.* (2009) reduciría la deposición de grasa intramuscular en la etapa de recría. Reinhardt *et al.* (2007) en un meta-análisis (21 experimentos) concluyeron que la grasa intramuscular decrece cuando el nivel de GD supera el 23% de la ración.

Terminación a corral

En animales en terminación el objetivo es maximizar el consumo de energía para obtener el grado de engrasamiento deseado. En este sentido, existen diferencias en el contenido energético entre los subproductos de la molienda húmeda (GF) comparados con los de la molienda seca. Los primeros tienen un menor aporte de energía que los GD de la molienda seca. Algunos estudios han demostrado que el reemplazo de maíz por GF en raciones de terminación a corral mejora el AMD c.a. 4,9% (Green *et al.*, 1987, Ham *et al.*, 1995, Firkins *et al.*, 1985, Richards *et al.*, 1998, Sindt *et al.*, 2000). Sin embargo otros estudios (Green *et al.*, 1987, Trenkle, 1987) observaron una reducción de 3,5% respecto al tratamiento control sin GF. Por otra parte, la conversión alimenticia muestra también resultados contradictorios, mejoras de c.a. 7.05% (Green *et al.*, 1987, Firkins *et al.*, 1985, Tenkle, 1987) o disminución de c.a. 5.05% (Ham *et al.*, 1995, Richards *et al.*, 1998, Sindt *et al.*, 2000). Además han sido reportadas diferencias entre GF húmedo vs. Seco. Firkins *et al.* (1985) observaron

que novillos alimentados con GF húmedo tuvieron menor consumo de MS (7%) y similar AMD, resultando en una mayor eficiencia alimenticia que los alimentados con GF seco. Los autores atribuyeron estas diferencias en consumo al mayor tamaño de partícula del GF seco, la cual habría afectado la tasa de pasaje y consecuentemente la extensión de la digestión.

Si se comparan los GD de la molienda húmeda con los de la molienda seca, estos últimos tendrían como ventaja en las dietas de terminación un mayor contenido energético y de PNDR que el GF.

El uso de GD en animales en terminación a corral se evaluó tanto como reemplazo del concentrado o de la fuente de fibra. Animales alimentados con GD con solubles húmedos presentaron mayor ganancia de peso que aquellos que recibieron GD secos en dietas de terminación (Erickson *et al.*, 2005). Estos autores sugieren que las ventajas del GDSH respecto al seco se deben mayormente a un mejor control de la acidosis.

La utilización del 30-40% GDSH en reemplazo de grano de maíz mejoró un 15 a 25% la conversión en dietas de terminación a corral (DeHaan *et al.*, 1982; Farlin, 1981; Firkins *et al.*, 1985; Fanning *et al.*, 1999; Larson *et al.*, 1993; Trenkle, 1997a,b; Vander Pol *et al.*, 2005a), debido al mayor valor energético de los GDSH (c.a., 102-127%).

El nivel de inclusión óptimo en las dietas es muy variable, existen datos que sugieren que un 33% de GD en dietas de terminación afectarían la calidad de la carne (Reinhardt *et al.*, 2007). Por su parte, Felix *et al.* (2011), evaluaron la inclusión de granos de destilería al 20 y 40% de la MS y concluyeron que un 20% pueden suministrarse sin efectos negativos sobre la calidad de la carne. Sin embargo, Eun *et al.* (2009) comprobaron que el nivel de inclusión no debería superar el 18.3%. En su estudio con niveles de inclusión dietaria de GDSS de hasta el 50%, Reed *et al.* (2006) no encontraron diferencias en respuesta animal y calidad de la carcasa.

Otros estudios sugieren no superar el 40% de inclusión de granos destilados en el total de la MS de la dieta (Larson *et al.*, 1993; Ham *et al.*, 1994; Al-Suwaiegh *et al.*, 2002) principalmente porque comienza a aparecer sintomatología en el animal relacionada con el alto nivel de lípidos y azufre de la dieta (Loza *et al.*, 2010). Leupp *et al.* (2008) reportaron una disminución del CMS con 45 y 60% de inclusión de GDSS en dietas al compararlas con un 15% de inclusión, estimando también que el total de AGV (ácidos grasos volátiles) producidos disminuía a partir del 30% de inclusión de GDSS. En contraste, Gibb *et al.* (2008) determinaron un aumento lineal en el CMS al incorporar mayor cantidad de GDSS de trigo (20, 40 y 60%) en dietas de terminación de vaquillonas cruza británicas base grano de cebada.

El efecto sobre el CMS es variable en función de las características nutricionales de la dieta base y del GD utilizado (maíz o trigo principalmente). En el caso de la eficiencia alimenticia o de conversión, algunos estudios sugieren que la misma aumenta para los niveles más altos de GDSS, 17.5% en dietas de crecimiento y 18.3% en dietas de terminación (Eun *et al.*, 2009). En concordancia Beliveau *et al.* (2007) y Bunckner *et al.* (2007) estimaron que a partir del 20% de inclusión de GD en dietas de terminación a base de maíz, se incrementaba de forma cuadrática la EC en novillos.

En un meta-análisis realizado por Klopfenstein *et al.* (2008) se sintetizó el resultado de varios experimentos y se concluyó que el AMD presentaba un comportamiento cuadrático con el incremento de GDSS en la ración. Para la eficiencia de conversión la respuesta fue cúbica y concluyeron que con un nivel de inclusión del 20-30% de GDSS en la dieta se estimó la máxima ganancia de peso, mientras que la máxima eficiencia de conversión se obtuvo con un nivel de inclusión del 10 al 20%. En este estudio, también reportaron que con GDSH la máxima tasa de ganancia de peso y eficiencia de conversión se alcanzaba a niveles de uso superiores a la de GDSS, y que la disminución en el valor alimenticio en respuesta al incremento del consumo de destilados fue mayor en los GDSS comparado con los GDSH.

Para Van der Pol *et al.* (2006) la máxima EC se estimó con 40% de inclusión de GD, en tanto que otros estudios sugieren que los niveles óptimos se encuentran entre 20 y 30% para dietas de terminación (Benson *et al.*, 2005; Buckener *et al.*, 2008).

Por su parte, McKinnon y Walker (2008) estimaron que un nivel de inclusión del 25% de GDSS de trigo fue suficiente para cubrir los requerimientos de proteína para el crecimiento de novillos. Al incorporar 25-50% de GDSS de trigo en dietas base grano de cebada rolada estimaron un incremento del AMD y de la EC. Sin embargo, Beliveau y McKinnon (2008) no encontraron efectos sobre el AMD, CMS y EC al agregar 23% de GDSS de trigo en dietas de terminación.

Otro estudio llevado a cabo por Walter *et al.* (2010) sobre novillos cruza, probó el efecto de GDSS de trigo y maíz sobre la performance productiva y rendimiento de la carcasa a faena en dietas a base de cebada. Estimaron que el CMS se incrementaba para GDSS de trigo y disminuía para los de maíz a medida que aumentaba la inclusión en la dieta de 20 a 40%, similar a lo encontrado por Gibb *et al.* (2008); sin efectos sobre el AMD. Estos resultados podrían asociarse al incremento en el EE en la dieta producto de la incorporación de GDSS de maíz y su efecto depresor del consumo (Zinn y Jorquera, 2007). Sin embargo, cuando la dieta fue en base a maíz, no se observó ese efecto depresor sobre el CMS como resultado de la inclusión de GDSS de maíz. Buckner *et al.*, (2008) tampoco encontraron efectos sobre el CMS al incorporar un 40% de burlanda seca de maíz, en tanto que Benson *et al.* (2005) estimaron un incremento cuadrático al incorporar 35% del subproducto en dietas base maíz.

Eun *et al.* (2009) probaron la inclusión de GDSS en dietas de crecimiento y terminación de novillos cruza, en niveles de 10.5 y 17.5% para las dietas de crecimiento y de 11.4 y 18.3% en terminación sobre dietas en base de granos de cebada. En ningún caso se afectó la respuesta productiva con una tendencia a mejorar el AMD y reducir el CMS, sin diferenciarse significativamente entre ellos. Tampoco se afectó el peso de la carcasa a faena.

En la Figura 7 y 8 se muestra la relación entre niveles crecientes de inclusión de GD en dietas de terminación y el AMD y eficiencia de conversión, basada en 214 tratamientos provenientes de 54 publicaciones científicas. La proporción de ingredientes en los experimentos seleccionados cubre el rango de inclusión de alimentos principales: 0 a 60% GD, 8 a 93% concentrado, y 0 a 20% forraje voluminoso. Esta base de datos incluyó GD mayoritariamente de maíz, y una proporción baja representada por sorgo, trigo, cebada y triticale. En la Figura 7 se puede observar, como fue descrito previamente, la existencia de un rango de variación muy amplio en respuesta animal ante distintos niveles de inclusión de GD. Sin embargo se observa que niveles de inclusión hasta el 40% de GD incrementa el AMD en raciones de terminación a corral, y cuando la proporción de GD supera este valor el AMD disminuye. Por su parte la eficiencia de conversión (Figura 8) también muestra una relación cuadrática respecto al nivel de inclusión dietario, sin embargo alcanza la eficiencia óptima con una proporción del 30%.

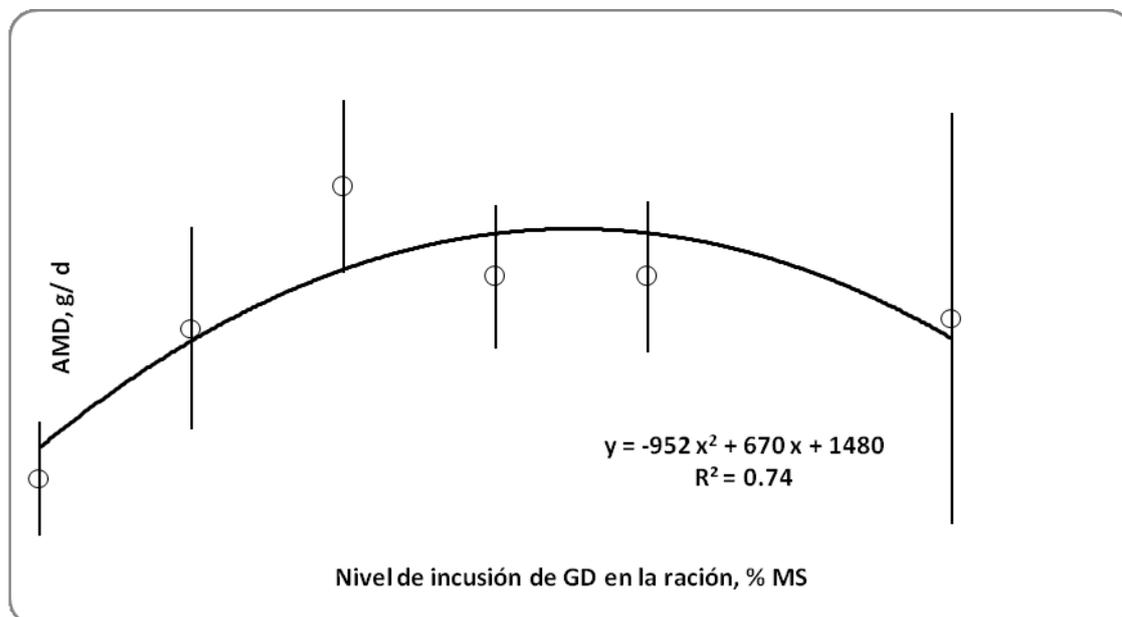


Figura 7. Nivel de inclusión de GD en raciones de terminación y aumento medio diario de peso vivo (54 artículos científicos con 214 tratamientos y 882 unidades experimentales).

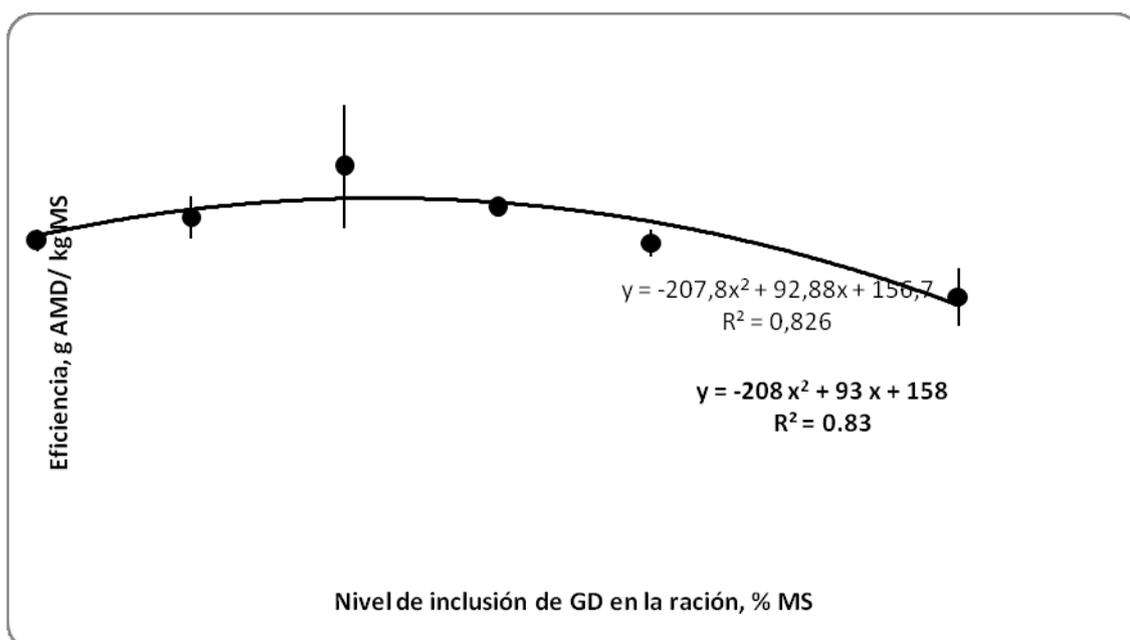


Figura 8. Nivel de inclusión de GD en raciones de terminación y eficiencia de conversión (54 artículos científicos con 214 tratamientos y 882 unidades experimentales).

De modo similar a lo observado por Klopfeinstein *et al.* (2008), de la base de datos recopilada surge que los niveles de inclusión óptimos no parecen ser los mismos para AMD y eficiencia de conversión.

Desórdenes metabólicos

En cuanto a desórdenes metabólicos, el uso de GDSS de trigo o maíz no afectó la incidencia de abscesos hepáticos en novillos (Beliveau y Mckinnon. 2008; Gibb *et al.*, 2008 y Walter *et al.*, 2010). Klopfeinstein (1996) no observó abscesos hepáticos severos en animales que recibieron hasta el 40% de GDSH, en tanto que el grupo control (sin granos de destilería) los presentó en tres oportunidades,

sin diferenciarse significativamente. Esto se podría atribuir a la mejora en el pH ruminal generada por el consumo de los granos de destilería al poseer bajo almidón y alta fibra (Galyean y Defoor, 2003; Klopfeinstein *et al.*, 2008).

4. Uso de subproductos y calidad de la carne

El color de la carne es un factor determinante de la aceptación por parte del consumidor. Al oxidarse los lípidos que ésta contiene se producen radicales libres que resultan en una decoloración parduzca de la carne y en la aparición de olor y sabor rancios (Yang *et al.*, 2002).

Los GD contienen tocoferoles, sustancias naturales conocidas como poderosos agentes antioxidantes (Gordon *et al.*, 2002), y también pigmentos amarillos conocidos como xantofilas (Roberson *et al.*, 2005), los cuales pueden mejorar o preservar ciertos atributos de coloración de la carne durante su conservación. Al respecto, Koger *et al.* (2010) encontraron que las dietas que contenían GDSS poseían mayores niveles de alfa-tocoferol respecto a las que tenían GDHS, no obstante esto no se tradujo en mayores niveles de este compuesto en la carne. Por su parte, Roeber *et al.* (2005) relacionaron el uso de GD en novillos Holstein con una mayor coloración roja (valores de a^* , según sistema de medición CIELAB; CIE, 1978) de la carne en comparación con dietas a base de grano de maíz. Además observaron que con 10-25% de GDHS o GDSS de maíz se mantenía o mejoraba ligeramente la vida útil de la carne, sin efectos en la palatabilidad; pero que con 40-50% de inclusión de GD se perjudicaba la estabilidad en la coloración de la carne. Esto podría deberse a que elevados niveles de inclusión de GD incrementan fuertemente la cantidad de AGPI en la carne, aumentando su susceptibilidad a la oxidación con posibles efectos en la estabilidad, en la coloración, rancidez y desarrollo de sabores desagradables (Aalhus y Dugan, 2004). Así, al evaluar la aceptación del consumidor, Roeber *et al.* (2005) determinaron que un mayor porcentaje de la carne proveniente de animales alimentados con un 40% de GDS secos o húmedos fue considerado moderadamente inaceptable por el consumidor. La carne proveniente de animales que recibieron un 25% de GDS presentó una mejor coloración, más roja, respecto a los que recibieron 0% o 50% de GDS.

Por su parte Gill *et al.* (2008), estudiaron el efecto de la incorporación de GD (15% de la MS), secos y húmedos, de maíz y de sorgo, en dietas a base de maíz para novillitos cruza, y estimaron que la dieta no afectó los atributos sensoriales de la carne, con resultados variables en la coloración de la misma según el tiempo de sacrificio del animal. Mientras que al comparar los efectos del uso de GDSS de maíz y trigo, al 20 y 40%, Aldai *et al.* (2010) encontraron que el tratamiento control a base de cebada presentó una coloración de carne más oscura y una menor terneza que los demás tratamientos. La terneza, palatabilidad, intensidad de sabor y atractivo fueron mayores en la carne proveniente de los animales que consumieron GDSS de maíz ubicándose los de trigo en valores intermedios.

Kropf *et al.* (2003) sugieren que un nivel de inclusión del 40% de GD en dietas de terminación a base de maíz, proporcionan una cantidad de carbohidratos suficientes para mantener el pH normal de la carne. A su vez, Koger *et al.* (2010) observaron que la inclusión de GDSS no afectó el contenido de glucógeno en el músculo *Longissimus dorsi*, el cual se asocia directamente con el color del músculo y su pH final (Lawrie, 1998), y a su vez repercute en el color final de la carne y su terneza (Dutson, 1983). Sin embargo, otro trabajo estableció un aumento lineal de la terneza miofibrilar y total de la carne a medida que aumentaba el contenido de GDS en la dieta de 0 a 75% de la MS (Deppenbusch *et al.*, 2009).

Wierenga *et al.* (2010) evaluaron la inclusión de 20, 25 y 30% de GDS de triticale en dietas de terminación sobre grano de cebada y sobre silaje de cebada. Al reemplazar grano de cebada por GDS se estimó un aumento de la grasa de la carcasa pero no así al reemplazar el silaje por GDS. Sobre una dieta basada en silaje de maíz y heno de alfalfa, Klopfeinstein (1996) tampoco encontró diferencias en espesor de grasa a faena respecto al control al incluir 52, 126 y 400 g/kgMS de granos de destilería húmedos en novillitos y terneros de feedlot. En tanto que en dietas a base de maíz partido y harina de soja, Koger *et al.* (2010) registraron un mayor espesor de la grasa dorsal en novillos alimentados

con 20 y 40% de GDS secos y húmedos, sin encontrar efectos en la grasa intramuscular (marmoreo). Estos resultados concuerdan con lo estimado por Klopfenstein *et al.* (2008) quienes observaron un efecto cuadrático en el aumento del espesor de la grasa a medida que aumentaba la inclusión de GDS en la dieta de 10 a 30%. En contraste a estudios previos en que no se observaron diferencias en el espesor de grasa sobre novillos (Ham *et al.*, 1994; Lodge *et al.*, 1997; Vander Pol *et al.*, 2004) ni vaquillonas (Vander Pol *et al.*, 2004) al utilizar GDSS. Por su parte, Gibb *et al.* (2008) observaron un descenso en el espesor de la grasa al aumentar el nivel de GDSS a 60%, sin afectar el rendimiento al gancho. Contrariamente, Benson *et al.* (2005) y Walter *et al.* (2010) estimaron un aumento del rendimiento al gancho al aumentar el nivel de GDSS de maíz en una dieta a base cebada, hasta 26 y 35% respectivamente en novillos.

Al-Suwaiegh *et al.* (2002), Beliveau y Mckinnon (2008) y Depenbusch *et al.* (2009) tampoco detectaron efectos de la inclusión de GDS en la grasa de marmoreo. De la misma manera, Meyer *et al.* (2010) observaron que la inclusión de GDSS de trigo y cebada, solos o en combinación con harina de colza como fuente proteica, no afectaron la calidad de la carcasa en machos Holstein. Sin embargo, Eun *et al.* (2009) estimaron una tendencia a aumentar la grasa de marmoreo y disminuir el área de ojo de bife en novillos británicos cruza.

Otro aspecto importante a considerar en calidad de carne son los cambios en composición que pueden inducirse a través de alimentación, siendo los más importantes desde el punto de vista de la salud humana, aquellos relacionados con la cantidad y tipo de ácidos grasos presentes en la carne vacuna. Se ha estudiado la efectividad de diferentes estrategias alimenticias para manipular el perfil lipídico tendientes a reducir la proporción de ácidos grasos saturados (AGS), fundamentalmente el ácido palmítico (C16:0) y aumentar la proporción de AG poli-insaturados (AGPI), en especial aquellos de la familia omega-3 (Ω 3). Además, la reducción de la relación AGS/AGPI, mantener por debajo de 4 la relación omega-6/omega-3 (Ω 6/ Ω 3) y maximizar la concentración del isómero cis-9, trans 11 del ácido linoleico conjugado (CLA) por sus potenciales efectos contra el cáncer, han sido estudiadas por ser consideradas de gran interés y prioridad institucional en la última década, y pueden consultarse en diferentes publicaciones editadas por INTA (Martínez Ferrer, 2010; Pordomingo *et al.*, 2013). A continuación, se resumen algunos trabajos en los que se estudiaron los efectos de la inclusión de GD, diferentes niveles y tipos, y su interacción con la dieta base, sobre los cambios inducidos en el perfil de AG de la carne vacuna.

Aldai *et al.* (2010b) al comparar dietas a base de grano de cebada con y sin el agregado de GDSS de maíz o trigo, encontraron que la carne proveniente de animales alimentados con burlanda de trigo tenían un perfil de ácidos grasos más favorable que la proveniente de los que consumían burlanda de maíz, debido a un incremento de la relación Ω 6/ Ω 3. La inclusión de GDSS de maíz también provocó un mayor contenido de AG trans 18:1 y sus isómeros, lo cual sería positivo, por ser precursores endógenos de CLA. La dieta no afectó el contenido AGS ni de CLA en la grasa dorsal de los animales; pero sí afectó el contenido de AGPI, siendo mayor al utilizar GDSS, resultados que concuerdan con Dugan *et al.* (2008) y Koger *et al.* (2010). Depenbusch *et al.* (2009) concluyeron que al aumentar el contenido de GD con solubles en la dieta se incrementaba el contenido de ácido linoleico y el total de AGPI Ω 6.

La inclusión de 40% de GDS respecto a un 20% de la MS redujo las cantidades de C17:0, C18:1c9 y algunos AG monoinsaturados (AGMI) y mejoró la cantidad total de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), sin cambios significativos en los isómeros cis-9 y trans-11 del CLA (Koger *et al.*, 2010).

Beaulieu *et al.* (2002), Felton y Kerley (2004) y Koger *et al.* (2010) no encontraron ninguna influencia de la dieta sobre el contenido de CLA, a diferencia de Depenbusch *et al.* (2009a) quienes sí observaron un incremento en el contenido de CLA al incluir GDSS en la dieta. Por su parte Gill *et al.* (2008), informaron que la inclusión de GD (15% de la MS) de maíz y sorgo en su forma seca presentó una mayor concentración de CLA en la carne respecto a la forma húmeda de dichos GD. En general el suministro de cualquier tipo de GD incrementó la relación Ω 6: Ω 3 respecto a la dieta base, presentando el GD de maíz los mayores valores. Algunos autores estimaron que a medida que se

incrementaban los niveles de GD (seco y húmedo; maíz y sorgo) se reducía linealmente el contenido de AG de cadena ramificada y aumentaba el contenido total e individual de AG trans en la grasa dorsal (Gill *et al.*, 2008; Van der Pol *et al.*, 2009). La variabilidad en la respuesta encontrada entre distintos trabajos podría deberse a que el perfil de AG de la carne es más sensible a la cantidad de lípidos dietarios cuando los mismos presentan cierta resistencia a la biohidrogenación ruminal (Rule *et al.*, 1994).

6. Compuestos antinutricionales

6.1 Micotoxinas

En los GD las micotoxinas están presentes principalmente debido al procesamiento de granos que ya vienen contaminados, y que durante el proceso de fermentación o secado no se metabolizan (Liu, 2011). El nivel de estas puede afectar a las levaduras en la fermentación y disminuir el rendimiento de etanol, por lo que alteraría aún más la concentración de cada nutriente. De hecho, la concentración de micotoxinas presentes en el grano se triplica en los GD. Este es un punto importante, ya que si el nivel de micotoxinas presentes en la burlanda es alta, el grado de consumo sería restringido y se debería mezclar con otros ingredientes en la dieta que diluyan su concentración (García *et al.*, 2008).

Las micotoxinas son metabolitos secundarios de hongos que afectan negativamente la salud, crecimiento, y reproducción en mamíferos. Las aflatoxinas (B1, B2, G1 y G2) son las más tóxicas y son producidas por especies de *Aspergillus*. La formación de aflatoxinas se da generalmente en cultivos que crecen bajo condiciones de estrés hídrico y altas temperaturas, o bajo condiciones de almacenaje de alta humedad. Por otra parte, el deoxivalenol (DON o vomitoxina) es una micotoxina producida por *Fusarium graminearum*, el mismo que produce la Zearalenona (metabolito con actividad estrogénica). Este hongo sobrevive en los residuos de cultivos previos, y ciertas condiciones climáticas (alta humedad) favorecen el crecimiento del hongo en la planta de maíz. En general durante el almacenamiento no es una fuente potencial de producción de DON o zearalenona (Richard, 2000) si se almacena con humedad menor de 14%. En un estudio (Zhang *et al.*, 2009) realizado en el cinturón maicero de EUA si bien se observó presencia de vomitoxina, zearalenona, aflatoxinas, y toxina T-2, la frecuencia y concentración de estas micotoxinas fueron bajas.

6.2 Azufre

El exceso de azufre (S) en dietas para rumiantes (c.a., >0,4% S de la MS; NRC, 1996) puede generar problemas neurológicos como la poliencefalomalacia (PEM). Sin embargo el efecto subclínico por elevado contenido de azufre es quizás económicamente más relevante. Drewnoski *et al.*, (2013) evaluaron dietas de terminación con niveles moderados (0,3%) y elevados (0,6%) de azufre. En este estudio estimaron una disminución de c.a. 18% en AMD y la eficiencia de conversión en los primeros 42 días de alimentación en el tratamiento con 0,6% S respecto al de 0,3% S (Cuadro 11). En todo el período de alimentación (98 días) en el tratamiento con elevado S se redujo el AMD y la eficiencia de conversión respecto al que presentaba S moderado, c.a. 15% y 14% respectivamente. Estas diferencias en desempeño animal estuvieron asociadas con un menor consumo y mayor concentración ruminal de sulfhídrico en el tratamiento de S elevado.

Cuadro 11. Respuesta animal a raciones de terminación con niveles moderados (0,3%)y elevados (0,6%) de azufre (Adaptado de Drewnoski *et al.*, 2013)

Días en alimentación	Azufre dietario, %		EEM	Valor P
	0.3	0.6		
	Aumento medio diario, kg/d			
0-42 d	2.61	2.13	0.15	0.04
43-98 d	1.86	1.59	0.08	0.02
0-98 d	2.20	1.85	0.11	0.05
	Eficiencia de conversión, g AMD/ kg MS			
0-42 d	220	180	12.6	0.01
43-98 d	148	132	8.9	0.01
0-98 d	178	153	8.9	0.05

El S consumido es reducido por las bacterias a sulfuro de hidrógeno, y su acumulación en el rumen puede tener efectos tóxicos. Adicionalmente el S en exceso interfiere en la absorción y metabolismo del cobre. Bajo estas condiciones es necesario incrementar los niveles de Cu cuando se suministran elevados niveles de S por largos períodos de tiempo. Vanness *et al.* (2009) en una revisión de varios estudios con GD mostraron que la incidencia de PEM aumentó cuando el S en la dieta aumentó de 0,4 a 0,56% en dietas concentradas (6-8% forraje voluminoso). En dietas con alto contenido de S y almidón rápidamente fermentable (>30%), y bajo contenido de fibra efectiva, la incidencia de PEM aumentó (Drewnoski *et al.*, 2011). Vanness *et al.* (2009) estimaron que niveles de inclusión de GD elevados (40% MS) aumentaba el nivel de azufre por encima de los niveles máximos tolerantes para PEM. El contenido de S es altamente variable entre GD y varía entre 0,31 y 1,93% (US Grain, 2012). Sin embargo el manejo de la alimentación y el nivel de fibra dietaria, reducen la incidencia de toxicidad por azufre. A nivel nacional es importante evaluar el contenido y la variabilidad de S en los GD, así como las situaciones en las que son utilizados dichos granos (aguas con elevado nivel de sulfatos, dietas a base de forraje o concentrados, reservas forrajeras, etc.).

7. Conservación y manipulación de subproductos húmedos y secos

En general, el almacenamiento de los GD es dificultoso, especialmente cuando tienen solubles, por lo que la conservación mediante el ensilado es una alternativa interesante de evaluar (Anderson *et al.*, 2009)

Los subproductos expuestos al aire durante 3 a 14 días se deterioran en la parte superficial del almacenaje. La estabilidad depende de la temperatura ambiente, a temperaturas elevadas se deteriora más rápidamente. Tanto los GD húmedos como el GF húmedo tienen pH ácido, c.a. 4,0-4,5. Con esta acidez, la fermentación es potencialmente mínima. En base a estas características si el aire es totalmente excluido, el material se puede almacenar indefinidamente. Sin embargo, existe intercambio de aire en la parte superficial del almacenaje. La principal limitante en el almacenaje de GD húmedos (35% MS) es la dificultad en la compactación del material durante el mismo.

Materiales absorbentes (ej., forrajes o granos secos) pueden utilizarse para aumentar el volumen y el contenido del material a almacenar. Los GD húmedos modificados (50% MS) parecen tener suficiente densidad para el embolsado. Pueden embolsarse sin compactación, aunque este método es menos eficiente en la relación volumen-área de almacenaje, sumado a que se producen algunos bolsones de aire que deterioran el material. El embolsado bajo presión (300 psi) puede generar ruptura de las bolsas pocos días después de embolsado. Erickson *et al.* (2005) proponen el uso de diluyentes voluminosos secos para mejorar el almacenamiento. Por ejemplo, heno de gramíneas, alfalfa, paja de trigo, rastrojo de maíz e incluso cáscara de maní para ser usado en cría. Los autores recomiendan utilizar niveles de 5% de paja o rastrojo de maíz (c.a., 12,5% en base seca) para embolsar GD húmedos. Para mezclas con henos de mejor calidad, como henos de gramíneas templadas, debe incrementarse la proporción de heno en la mezcla hasta 6 o 6,5% (c.a., 15% en base

seca) de la mezcla total. Con henos de alfalfa, los autores recomiendan utilizar 22,5% de heno y 77,5% de GD húmedos.

La conservación es uno de los puntos críticos en el uso de estos subproductos, ya que si bien se recomiendan determinadas alternativas de manejo, no hay información sobre lo que sucede con el almacenamiento durante períodos prolongados.

8. Implicancias y conclusiones

La concentración de nutrientes presentes en el material original (ej., extracto etéreo, proteína bruta, fibra, y minerales) que no se consumen durante la producción de etanol se triplican en el subproducto resultante, sin embargo, como sucede con la mayoría de los subproductos agroindustriales, su composición nutricional es variable debido al proceso de molienda, el tipo de grano, la extensión de la fermentación, condiciones de secado, y cantidad de solubles incorporados en el subproducto. La variación en la composición es uno de los factores más importantes a tener en cuenta cuando se pretende valorizar nutricionalmente estos productos. En este sentido, es importante remarcar la necesidad de evaluación de los GD a nivel nacional de modo tal que la industria procesadora logre la mayor eficiencia en sus procesos industriales y el productor pueda contar con productos de estabilidad composicional.

Los subproductos de la molienda húmeda (ej., GF) tienen menor concentración de nutrientes que los provenientes de la molienda seca. Ambos subproductos en su estado original presentan elevado contenido de humedad (c.a. 45 a 75%) que limita su uso bajo determinado tipo de raciones y su conservación por períodos prolongados.

Los productos de destilería (molienda seca o húmeda) son una excelente fuente de proteína para la alimentación animal. Los de la molienda seca son particularmente ricos en proteína no degradable en rumen, aunque existe un rango amplio de variación que debe ser tenido en cuenta al momento de formular raciones. Por otra parte, el proceso de secado altera la disponibilidad de la proteína ruminal y en algunos casos la disponibilidad intestinal de aminoácidos.

Con respecto al contenido de energía, los subproductos provenientes de la molienda seca tienen mayor aporte energético que los granos. Mientras que los de la molienda húmeda (ej. GF) tienen comúnmente un contenido energético similar o levemente inferior al de los granos.

La concentración de los minerales se triplica, aunque el contenido de azufre puede verse quintuplicado en las plantas que utilizan ácido sulfúrico para controlar el pH de la fermentación. En estos casos es importante prestar particular atención porque niveles elevados de azufre dietario reducen la productividad animal y en casos extremos causan toxicidad.

Los granos de destilería son una excelente fuente de proteína, energía, y minerales para suplementar rodeos de cría, recria, y engorde bajo pastoreo. En forrajes de baja y mediana calidad tanto los GD provenientes de la molienda seca o húmeda utilizados como suplementos energético-proteicos mejoran sustancialmente la productividad y eficiencia en comparación con los suplementos tradicionales a base de harinas de oleaginosas y granos. Por su parte, el GF debido a su bajo contenido de almidón puede utilizarse a niveles relativamente elevados sin afectar adversamente la utilización del forraje base. Los GD de la molienda seca se complementan perfectamente con los forrajes de baja calidad debido a su elevado aporte de proteína y PNDR. Sin embargo, la elevada concentración de grasa limita su nivel de uso como suplemento. Niveles superiores al 1 o 1,1% (MS/PV) deprimen la utilización del forraje y no representan un beneficio significativo en el desempeño animal.

En forrajes de alta calidad, los GD son una excelente fuente de PNDR y fibra digestible que como suplementos incrementan el estatus de proteína metabolizable y de energía (a través del extracto etéreo y fibra digestible) lo que repercute directamente en una mejora sustancial en la respuesta animal.

En la recria a corral una ventaja de los GD, además del aporte de proteína y PNDR, es el bajo contenido de almidón lo que reduciría la deposición de grasa intramuscular en esta etapa de

alimentación. Este efecto se manifiesta particularmente cuando los niveles de GD superan el 23% de la ración.

La respuesta al uso de GD en corrales de terminación es variable, sin embargo de los trabajos revisados se observa que hasta un 40% de inclusión mejora la ganancia de peso. Mientras que la eficiencia de conversión alcanza su óptimo con niveles cercanos al 30%. La variabilidad en respuesta animal depende de la gran variabilidad que tienen los subproductos en composición (tipo de grano, procesamiento, región, tipo de híbrido, etc). A esto debe sumarse el tipo y nivel de concentrado de la dieta base, así como el tipo y nivel de forraje voluminoso que interactúan con los distintos tipos de granos de destilería.

Es imperante avanzar en materia de investigación a nivel nacional a fin de generar información de valor para el productor ganadero, asesores técnicos y empresas relacionadas con la nutrición animal, a la vez que sea desencadenante de futuros trabajos experimentales.

9. Bibliografía

- Aalhus, J. L., & Dugan, M. E. R. 2004. Spoilage, factors affecting (b) oxidative and enzymatic. In W. K. Jensen, C. Devine, & M. Dikeman (Eds.), Encyclopedia of meat sciences. 1330–1336. Oxford: Elsevier.
- Al-Suwaiegh S, Fanning K C, Grant R J, Milton C T y Klopfenstein T J. 2002. Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. *J Anim Sci* 2002, 80:1105-1111.
- Aldai, N, Aalhus, J, Dugan, M, Robertson, W, McAllister, T, Walter, L, McKinnon, J. 2010a. Comparison of wheat- versus corn-based dried distillers' grains with soluble on meat quality of feedlot cattle. *Meat Science* 84: 569-577.
- Aldai, N, Dugan M, Aalhus J, McAllister T, Walter L, McKinnon J. 2010b. Differences in the trans-18:1 profile of the backfat of feedlot steers fed wheat or corn based dried distillers' grains. *Anilam Feed Science and Technology*. 157:168-172.
- Anandan,S., Hazda Zoltan, A., Khan,D., Ravia, Michael Blümmel. 2012. Feeding value of sweet sorghum bagasse and leaf residues after juice extraction for bio-ethanol production fed to sheep as complete rations in diverse physical forms. *Animal Feed Science and Technology* 175:131– 136.
- Anderson, J. L., D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur, and A. R. Hippen. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:3133-42.
- Anderson, J., Kalscheur, K., Garcia, A., Schingoethe, D. and Hippen, A. 2009. Ensiling characteristics of wet distillers grains mixed with soybean hulls and evaluation of the feeding value for growing Holstein heifers. *J Anim Sci* 87:2113-2123.
- Arelovich, H.M., Arzadún, M.J., Laborde, H.E. y Vasquez, M.G. 2003. Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high quality hay. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 105:29-42.
- Balat, M., Balat, H. y Oz, C. 2008. Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science* 34: 551-573.
- Beaulieu, A, Drackley J, y Merchen N. 2002. Concentrations of conjugated linoleic acid (*cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. *J. Anim. Sci.* 80:847–861.
- Beliveau, R.M., McKinnon, J.J., Racz, V.J., 2007. Effects of wheat based distillers grains in a barley ration on the performance and carcass quality characteristics of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 85 (Suppl. 1), 411
- Beliveau R.M y McKinnon J.J. 2008. Effect of titrated levels of wheat-based dried distillers grains with solubles on performance and carcass characteristics of feedlot steers. *Can. J. Anim. Sci.* 88: 677_684.
- Bellows, R.A., Grings EE, Simms DD, Geary TW, y Bergman JW. 2001. Effects of feeding supplemental fat during gestation to first-calf beef heifers. *Prof. Anim. Sci.* 17:81–89.
- Belyea, R, Rausch, K, Tumbleson, M. 2004. Composition of corn and distillers dried grain with solubles from dry grind ethanol processing. *Bioresource Technology.* 94: 293-298.
- Belyea, R, Rausch, K, Clevenger, T, Singh, V, Johnston, D y Tumbleson, M. 2010. Sources of variation in composition of DDGS. *Animal Feed Science and Technology.* 159: 122-130.
- Benson, C.S., Wright, C.L., Tjardes, K.E., Nicolai, R.E. y Rops, B.D. 2005. Effects of feeding varying concentrations of dry distiller's grains with solubles to finishing steers on feedlot performance, nutrient management and odorant emissions. *South Dakota Beef Report.* 2005_13: 59_67.
- Blasi D. A.; Drouillard J.; Brouk M. J. and Montgomery, S. 2001. Corn gluten feed composition and feeding value for beef and dairy cattle. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Service. Kansas. EEUU.
- Brouk, M. J. 1994. Net energy for lactation and ruminal degradability of wet corn distillers grains. PhD Diss. South Dakota State Univ. Brookings.
- Buckner, C. D., T. L. Mader, G. E. Erickson, S. L. Colgan, K. K. Karges, and M. L. Gibson. 2007. Optimum levels of dry distillers grains with solubles for finishing beef steers. *Nebraska Beef Cattle Report.* MP90:36–38
- Buckner C. D., Wilken M. F., Benton J. R., Vanness S. J., Bremer V. R., Klopfenstein T. J., Kononoff P. J. y Erickson, G. E. 2011. Nutrient variability for distillers grains plus solubles and dry matter determination of ethanol by-products. Department of Animal Science, University of Nebraska, Lincoln 68583-0908 *The Professional Animal Scientist* 27 (2011):57–64
- CADER (Cámara Argentina de Energías Renovables). 2012. Evolución del mercado de biocombustibles en Argentina. Disponible: <http://www.cader.org.ar/informes-y-estudios/evolucion-del-mercado-de-biocombustibles-en-la-argentina.htm>. 07/03/2013
- CARBIO (Cámara Argentina de Biocombustibles). 2013. Exportaciones argentinas de biodiesel. Disponible: http://www.carbio.com.ar/es/?con=bio_estadisticas. 07/05/2013.
- Cavalho, L, Melo, D, Pereira, C, Rodrigues, A, Cabrita, A y Fonseca, A. 2005. Chemical compositions, in vivo digestibility, N degradability and enzymatic intestinal digestibility of five protein supplements. *Animal Feed Science and Technology.* 119: 171-178.
- CIE. 1978. International commission on illumination, recommendations on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms. Supplement N°15 to CIE publication N°15 (E-1.3.1) 1971/(TO-1.3). Bureau Central de la CIE, Paris, France.
- Corrigan, M., G. Erickson, T. Klopfenstein, K. Vander Pol, M. Greenquist, and M. K. Luebbe. 2007. Effect of corn processing method and wet distillers grains inclusion level in method a diets. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 2):130.
- Cromwell, G. L., V. W. Hays, C. W. Schere and J. R. Overfield. 1972. Effects of dietary calcium and phosphorus on performance and carcass metacarpal and turbinate characteristics of swine. *J. Anim. Sci.* 34:746.
- 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
- DeHaan K. A., Klopfenstein T., Stock R., Abrams S. y Britton B. 1982. Wet distillers byproducts for growing ruminant. *Nebraska Beef Cattle Research Report MP43 Nebraska Cooperative Extension Service, Lincoln, Nebraska.* Pp 33-35.
- Depenbusch, B. E., C. M. Coleman, J. J. Higgins, and J. S. Drouillard. 2009a. Effects of increasing levels of dried corn distillers grains with solubles on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of yearling heifers. *J. Anim. Sci.* 87:2653–2663.
- Depenbusch, B, Loe E, Sindt J, Cole N, Higgins J, y Drouillard J. 2009b. Optimizing the use of distillers grains in finishing diets containing steam-flaked corn. *J. Anim. Sci.* 87:2644–2652.
- Di Lorenzo, N y Galyean, M. 2010. Applying technology with newer feed ingredients- Do the paradigms apply?. *J Anim. Sci.* 88 (E. Suppl): E123-E132.

- Di Lorenzo, N. 2013. Uso de subproductos de la producción de etanol en nutrición animal. En 4º Jornada Nacional de Forrajes Conservados Ediciones INTA. 2013.
- DIMEAGRO (Dirección de Mercados Agroalimentarios). 2009. Sub-productos de la Industria de la Molienda Húmeda del Maíz. Gluten feed Gluten meal. Disponible: http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Prod_Animal/Documentos/2009/GLUTEN%20FEED-GLUTEN%20MEAL.pdf. 05/03/2013.
- DOREAU, M. y CHILLARD, Y. (1997) Effects of ruminal or postruminal fish oil. *Reprod. Nutr. Dev.*, 37: 113-124.
- Drewnoski E., Richter E. L., y Hansen S. L. 2012. Dietary sulfur concentration affects rumen hydrogen sulfide concentrations in feedlot steers during transition and finishing *M J ANIM SCI* December 2012 90:4478-4486; published ahead of print June 28.
- Dugan, M. E. R., Aldai, N., Gibb, D. J., McAllister, T. A., Rolland, D. C. and Kramer, J. K. G. 2008. Substituting dried distiller's grains from wheat for rolled barley in finisher diets improves the trans-18:1 composition in beef fat. In *Proceedings 54th International Congress of Meat Science and Technology (Session 2B: Human Nutrition Challenges)*, Cape Town, South Africa.
- Dutson, T. 1983. The measurement of pH in muscle and its importance to meat quality. Pages 92–97 in *Proc. 36th Recip. Meat Conf.*, Fargo, ND. Natl. Livest. Meat Board, Chicago, IL.
- Engel CL, Patterson HH y Perry GA. 2008. Effect of dried corn distillers grains plus solubles compared with soybean hulls, in late gestation heifer diets, on animal and reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 86: 1697-1708.
- Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Adams, D.C. & Rasby, R.J. 2005. General overview of feeding corn milling co-products to beef cattle. En: *Corn Processing Co-Products Manual*. University of Nebraska. Lincoln, NE, USA
- Eun, J., ZoBell, D. and Wiedmeier, R. 2009. Influence of replacing barley grain with corn-based dried distillers grains with solubles on production and carcass characteristics of growing and finishing beef steers. *Animal Feed Science and Technology* 152: 72–80.
- Fanning, K, T. Milton, T. Klopfenstein and M. Klemesrud. 1999. Corn and sorghum distillers grains for finishing cattle. *Nebraska Beef Rep.* MP-71-A:32.
- FAO. 2008a. Electronic forum on biotechnology in food and agriculture: conference 15. Disponible:
- FAO, 2008b. [Opportunities and challenges of biofuel production for food security and the environment in Latin America and the Caribbean](#). Document (LARC/8/4) prepared for the 30th Session of the FAO Regional Conference for Latin America and the Caribbean, held in Brasilia, Brazil, 14-18 April 2008. In English, French and Spanish.
- FAO, 2008c. *The State of Food and Agriculture 2008: Biofuels: prospects, risks and opportunities*. In Arabic, Chinese, English, French, Russian and Spanish.
- Farlin, S. D. 1981. Wet distillers grain for finishing cattle. *Anim. Nutr. Health* 36:35
- Felix, T. Radunz, A. and Loerch, S. 2011. Effects of limit feeding corn or dried distillers grains with solubles at 2 intakes during the growing phase on the performance of feedlot cattle. *J ANIM SCI*, 89:2273-2279.
- Felton, E., y Kerley M. 2004. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. *J. Anim. Sci.* 82:1794–1805.
- Firkins, J. L., L. L. Berger, and G. C. Fahey, Jr. 1985. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. *J. Anim. Sci.* 60:847.
- Fleck A.T. y Lusby K.S. 1986. Corn gluten feed or soybean meal as a winter supplement for pregnant beef cows grazing native range. *Animal Science Research Report*. Oklahoma Agricultural Experiment Station, Stillwater.
- Gadberry M. S., Beck P. A., Morgan M., Hubbell D., Butterbaugh J. y Rudolph B. 2010. Effect of dried distillers grains supplementation on calves grazing bermudagrass pasture or fed low-quality hay. *The Professional Animal Scientist* 26 (2010):347–355.
- Galyean, M.L. y Defoor, P.J. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 81: 8_16.
- GBEP, 2007. A review of the current state of bioenergy development in G8 + 5 countries. *Global Bioenergy Partnership (GBEP)*.
- Gibb, D.J., Hao, X., McAllister, T.A. 2008. Effect of dried distillers' grains from wheat on the diet digestibility and performance of feedlot cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 88, 659–665.
- Gill, R., Van Overbeke, D, Depenbusch, B., Drouillard, J, DiCostanzo, A., 2008. Impact of beef cattle diets containing corn or sorghum distillers grains on beef color, fatty acid profiles, and sensory attributes. *J. Anim. Sci.* 86: 923–935.
- Gordon C.M., Drouillard JS, Phebus RK, Hachmeister KA, Dikeman ME, Higgins JJ, y Reicks AL. 2002. The effect of Dakota Gold-brand dried distiller's grains with solubles of varying levels on sensory and color characteristics of ribeye steaks. Pages 72–74 in *Cattlemen's Day Report of Progress 890*. Kansas State University.
- Greenquist, M. A., T. J. Klopfenstein, W. H. Schacht, G. E. Erickson, K. J. Vander Pol, M. K. Luebbe, K. R. Brink, A. K. Schwarz, y L. B. Baleseng. 2009. Effects of nitrogen fertilization and dried distillers grains supplementation: Forage use and performance of yearling steers. *J. Anim. Sci.* 87:3639–3646.
- Griffin W. A., Bremer V. R., Klopfenstein T. J., Stalker L. A., Lomas L. W., Moyer J. L., y Erickson G. E. 2012. A meta-analysis evaluation of supplementing dried distillers grains plus solubles to cattle consuming forage-based diets. *The Professional Animal Scientist* 28 (2012):306–312.
- Gustad, K.H., T.J. Klopfenstein, G.E. Erickson, K.J. Vander Pol, J.C. MacDonald, and M.A. Greenquist. 2006. Dried distillers grains supplementation of calves grazing corn residue. 2006 Nebraska Beef Report. University of Nebraska-Lincoln Extension.
- Gutierrez-Ornelas, E., and T. J. Klopfenstein. 1991. Changes in availability and nutritive value of different corn residue parts as affected by early and late grazing seasons. *J. Anim. Sci.* 69:1741–1750.
- Ham, G.A., R.A. Stock, T.J. Klopfenstein, E.M. Larson, D.H. Shain, and R.P. Huffman. 1994. Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. *J. Anim. Sci.* 72:3246-3257.
- Ham, G. A., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, and R. P. Huffman. 1995. Determining the net energy value of wet and dry corn gluten feed in beef growing and finishing diets. *J. Anim. Sci.* 73:353–359.
- Ham G A, Stock R A, Klopfenstein T J, Larson E M, Shain D H y Huffman R P Hess, B.W. Moss, G.E., Rule, D.C. 2008. A decade of development in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 86: E188-E204.
- Harris, H. L., A. S. Cupp, A. J. Roberts, and R. N. Funston. 2008. Utilization of soybeans or corn milling co-products in beef heifer development diets. *J. Anim. Sci.* 86:476–482.
- Hess, B.W., Moss, G.E. and Rule, D.C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science.* 86: E188-E204.
- Horn, G.W.; Cravey, M.D.; Mc Collum, F.T.; Strasia, C.A.; Krenzer, E.G.; Claypool, P.L. 1995. Influence of high-starch vs high-fiber energy supplements on performance of stocker cattle grazing wheat pasture and subsequent feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 73: pp. 45-54.

- IEA, 2004. [Biofuels for transport](#) (1.4 MB). International Energy Agency.
- INTA PRECOP.2012. Evolución del sistema agropecuario argentino. Ediciones INTA.
- Islas, A. y Soto-Navarro, S. 2011. Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *J ANIM SCI*, 89:1229-1237.
- Jenkins K. H., MacDonald J. C., McCollum F. T. , y Amosson S. H. 2009. Effects of Level of Dried Distillers Grain Supplementation on Native Pasture and Subsequent Effects on Wheat Pasture Gains. *The Professional Animal Scientist* 25 (2009):596–604.
- Jordon, D. J., T. J. Klopfenstein, and C. T Milton. 2001. Wet corn gluten feed supplementation of calves grazing corn residue. *Nebraska Beef Cattle Rep.* MP 76-A:41.
- Kaiser M. 2006. Utilizando el creciente abasto de granos de destilería. Insituto Babcock. Universidad de Winsconsin. Disponible en: http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_902.es_.pdf. 20/07/2013
- Kleinschmit D. H., Anderson J. L., Schingoethe D. J. Kalscheur K. F., y Hippen A. R.. 2007. Ruminal and Intestinal Degradability of Distillers Grains Plus Solubles Varies by Source. *J. Dairy Sci.* 90:2909–2918.
- Klopfenstein, T. 1996. Distillers grains as an energy source and effect of drying on protein availability. *Animal Feed Science Technology.* 60: 201-207.
- Klopfenstein, T. J., Erickson G. E., Bremer, V. R. 2008. BOARD-INVITED REVIEW: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223-1231.
- Koger, T., Wulf, D., Weaver, A. Wright, C. Tjardes, K., Mateo, K, Engle, T., Maddock, R. y Smart, A. 2010. Influence of feeding various quantities of wet and dry distillers grains to finishing steers on carcass characteristics, meat quality, retail-case life of ground beef, and fatty acid profile of longissimus muscle. *J Anim Sci*, 88:3399-3408.
- Kononoff, P.J. and B. Janicek. 2005. [Understanding milling feed byproducts for dairy cattle](#). NebGuide G1586. Univ. of Nebraska-Lincoln Extension.
- Krehbiel, C., Stock, R., Herold, D., Shain, D., Ham, H. and Carulla, J. 1995. Feeding wet corn gluten feed to reduce subacute acidosis in cattle. *J Anim Sci*, 73:2931-2939.
- Kropf, D. H. 2003. Enhancing meat color stability. Pages 73–75 in Proc. 56th Recip. Meat Conf., Columbia, MO. Natl. Livest. Meat Board, Chicago, IL.
- Lammoglia, M.A., Bellows RA, Grings EE, Bergman JW, Short RE, y MacNeil MD. 1997. Effects of dietary fat composition and content, breed and calf sex on birth weight, dystocia, calf vigor and postpartum reproduction of first calf beef heifers. *Proc. Western Section, Am. Soc. Anim. Sci.* 48:81–84.
- Lan Y., Opapeju F.O. y Nyachoti C.M. 2008. *Anim. Feed Sci. Technol.* 140, 155-163
- Larson, E.M., R.A. Stock, T.J. Klopfenstein, M.H. Sindt and R.P. Huffman. 1993. Feeding value of wet distillers byproducts from finishing ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:2228.
- Larson, E.D. 2008. Biofuel production technologies: status, prospects and implications for trade and development (756 KB). United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD).
- Lawrie, R. A. 1998. *Lawry's Meat Science*. 6th ed. Wood head Pub. Limited, Cambridge, UK.
- Leupp, J.L., Lardy, G.P., Caton, J.S., 2008. Effects of supplying increasing levels of distillers dried grain with solubles in growing diets on intake, digestion and ruminal fermentation. In: 2007 Beef Cattle and Range Research Report. North Dakota State University, Fargo, ND, USA, pp. 24–27
- Leupp, J., Lardy, G., Karges, K., Gibson, M. and Caton., J. 2009. Effects of increasing levels of corn distillers dried grains with solubles to steers offered moderate-quality forage. *J Anim Sci* 87:4064-4072.
- Li Y. L., McAllister T. A., Beauchemin K. A., He M. L., McKinnon J. J. y Yang W. Z. 2011. Substitution of wheat dried distillers grains with solubles for barley grain or barley silage in feedlot cattle diets: Intake, digestibility, and ruminal fermentation. *J Anim SCI* 89:2491-2501.
- Li, C, Li, J, Yang, W y Beauchemin, K. 2012. Ruminal and intestinal amino acid diegestion of distiller's grain vary with grain source and milling process. *Animal Feed Science and technology.* 175: 121-130.
- 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.* 83:2075-2084.
- Lodge, S. L., Stock RA, Klopfenstein TJ, Shain DH, y Herold DW. 1997. Evaluation of wet distillers composite for finishing ruminants. *J. Anim. Sci.* 75:44–50.
- Loy, T. W., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, C. N. Macken y J. C. MacDonald. 2008. Effect of supplemental energy source and frequency on growing calf performance. *J. Anim. Sci.* 86:3504–3510.
- Loza, P., Buckner, C., Vander Pol, K., Erickson, G., Klopfenstein, T. y Stock, R. 2010. Effect of feeding combinations of wet distillers grains and wet corn gluten feed to feedlot cattle. *J Anim Sci* 2010, 88:1061-1072.
- MacDonald, J. C., and T. J. Klopfenstein. 2004. Dried distillers grains as a grazed forage supplement. Pages 25–27 in *Nebraska Beef Cattle Report*. MP 80-A. Univ. Nebraska, Lincoln.
- MacDonald, J. C., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, and W. A. Griffin. 2007. Effects of dried distillers grains and equivalent undegradable intake protein or ether extract on performance and forage intake of heifers grazing smooth bromegrass pastures. *J. Anim. Sci.* 85:2614–2624.
- Martin, J. L., A. S. Cupp, R. J. Rasby, Z. C. Hall, and R. N. Funston. 2007. Utilization of dried distillers grains for developing beef heifers. *J. Anim. Sci.* 85:2298–2303.
- Martínez-Pérez M. F., Calderón-Mendoza D., Islas A., Encinias A. M., Loya-Olguín F. y Soto-Navarro S. A. 2013. Effect of corn dry distiller grains plus solubles supplementation level on performance and digestion characteristics of steers grazing native range during forage growing season. *J ANIM SCI* 2013, 91:1350-1361.
- McKinnon, J.J., Walker, A.M., 2008. Comparison of wheat-based dried distillers' grains with solubles to barley as an energy source for backgrounding cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 88, 721–724.
- Meyer U, Schwabe A, Dänicke S, Flachowsky G. 2010. Effects of by-products from biofuel production on the performance of growing fattening bulls. *Animal Feed Science and Technology.* 161: 132-139.
- Morris, S. E., T. J. Klopfenstein, D. C. Adams, G. E. Erickson, and K. J. VanderPol. 2005. The effects of dried distillers grains on heifers consuming low or high quality forage. Pages 18–20 in *Nebraska Beef Cattle Report*. MP 83-A. Univ. Nebraska, Lincoln.

- Muñoz, L y Hilbert JA. 2012. Biocombustibles: El avance de la certificación de sustentabilidad en la Argentina. Informes Técnicos de Bioenergía. Ediciones INTA. Año 1, Nº2.
- Mustafa, A, McKinnon, J, Ingledew, M, y Christensen, D. 2000. The nutritive value for ruminants of thin stillage and distillers' grains derived from wheat, rye, triticale and barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 607–613.
- OECD-FAO, 2008. OECD-FAO Agricultural Outlook 2008-2017. Disponible: <http://www.oecd.org/trade/agricultural-trade/40715381.pdf>. 25/02/2012.
- Ojowi M., McKinnon J. J., Mustafa A., y Christensen D. A. 1997. Evaluation of wheat-based wet distillers' grains for feedlot cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 77: 447–454.
- Oliveros, B., F. Goedecken, E. Hawkins, and T. Klopfenstein. 1987. Dry or wet corn bran or corn gluten feed for ruminants. *Nebraska. Beef Cattle Report*, Univ. of Nebraska, Lincoln. pp 14–16.
- Patterson, H.H., Adams DC, Klopfenstein TJ, Clark RT, y Teichert B. 2003. Supplementation to meet the metabolizable protein requirements of primiparous beef heifers: II. Pregnancy and economics. *J. Anim. Sci.* 81:563–570.
- Phillippeau, C., Martin, C., & Michalet-Doreau, B. (1999). Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. *Journal of Animal Science*, 77, 1587–1596.
- Phillips W A, Horn G W y Smith M E. 1995. Effect of protein supplementation on forage intake and nitrogen balance of lambs fed freshly harvested wheat forage. *J Anim Sci* 1995, 73:2687-2693.
- Rausch, K.D., Belyea, R.L., Ellersieck, M.R., Singh, V., Johnston, D.B., Tumbleson, M.E., 2005. Particle size distributions of ground corn and DDGS from dry grind processing. *Am. Soc. Agric. Eng.* 48, 273–277.
- Reed, J. J., G. P. Lardy, M. L. Bauer, M. Gibson, and J. S. Caton. 2006. Effects of season and inclusion of corn distiller's dried grains with solubles in creep feed on intake, microbial protein synthesis and efficiency, ruminal fermentation, digestion, and performance of nursing calves. *J. Anim. Sci.* 84:2200-2212.
- Reinhardt, C., DiCostanzo, A., and Milliken, G. 2007. Distiller's by-products alter carcass fat distribution of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 2):132. (Abstr.)
- Roberson K.D., Kalbfleisch J.L., Pan W., Charbenau R.A., 2005. Effect of corn distillers dried grains with solubles at various levels on performance of laying hens and egg yolk color. *Int. J. Poultry Sci.* 4, 44-51
- Robinson, P, Karges, K y Gibson, M. 2008. Nutritional evaluation of four co-product feedstuffs from the motor fuel ethanol distillations industry in the Midwestern USA. *Animal Feed Science and Technology*. 146: 345-352.
- Roeber, D. L., R. K. Gill, and A. DiCostanzo. 2005. Meat quality responses to feeding distiller's grains to finishing Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 83:2455–2460.
- Schingoethe D J., Stegeman G A Treacher RJ. 1999. Response of Lactating Dairy Cows to a Cellulase and Xylanase Enzyme Mixture Applied to Forages at the Time of Feeding. *J Dairy Sci.* Vol 80: 996–1003.
- Schingoethe, D. J. (2006). Utilization of DDGS by cattle. In *Proceedings 27th western nutrition conference*, 19–20 September 2006, Winnipeg, MB, Canada (pp. 61–74).
- Schingoethe, D.J., 2007. Strategies, benefits, and challenges of feeding ethanol byproducts to dairy and beef cattle. In: *Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, Univ. Florida, Gainesville, FL, USA.
- Scott, S., Mbifo, R., Chiquette, J., Savoie, P., Turcotte, G. 2011. Rumen disappearance kinetics and chemical characterization of by-products from cellulosic ethanol production. *Animal Feed Science and Technology* 165: 151–160.
- Segers J. R., Stelzleni A. M., Pringle T. D., Froetschel M. A., Ross C. L. y Stewart R. L., Jr. 2013. Use of corn gluten feed and dried distillers grains plus solubles as a replacement for soybean meal and corn for supplementation in a corn silage-based stocker system. *J Anim Sci* 2013, 91:950-956.
- Sharma, V., Rausch, K.D., Tumbleson, M.E., Singh, V., 2007. Comparison between granular starch hydrolyzing enzyme and conventional enzymes for ethanol production from maize starch with different amylase: amylopectin ratios. *Starch/Starke* 59, 549–556.
- Shurson, J., Spiehs, M., Whitney, M., Baidoo, S., Johnston, L., Shanks, B., Wulf, D., 2001. The value of distillers dried grains with solubles in swine diets. In: *Mn. Nutr. Conf. Mn. Corn Growers Assoc. Tech. Sympos.*, Bloomington, MN.
- Singh, V., Graeber, J.V., 2005. Effect of corn hybrid variability and planting location on dry grind ethanol production. *Am. So. c. Agric. Eng.* 48, 709–714.
- Spiehs, M. J., M. H. Whitney, and G. C. Shurson. 2002. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *J. Anim. Sci.* 80:2639–2645.
- Stein, H. H., C. Pedersen, M. L. Gibson, and M. G. Boersma. 2006. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles by growing pigs. *J. Anim. Sci.* 84:853–860.
- Stein, H.H, H. 2007. Distillers dried grains with solubles (DDGS) in diets fed to swine. *HHS-Swine Focus-001*.
- Stein H. H. y Shurson G. C. 2009. Board-invited review: the use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *J Anim SCI* 2009, 87:1292-1303.
- Stein, H. H. 2011. Ingredientes alimenticios alternativos: concentración energética y en nutrientes, digestibilidad y niveles recomendados de inclusión. XXVII curso de especialización FEDNA. Universidad de Illinois.
- Stock, R. A., J. M. Lewis, T. J. Klopfenstein, and C. T. Milton. 1999. Review of new information in the use of wet and dry milling food byproducts in feedlot diets. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 1):247 (Abstr.).
- Theodorou, M.K., B.A. Williams, M.S. Dhanoa, A.B. McAllan, y J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48:185-198.
- Trenkle, A., 1997a. Evaluation of wet distillers grains in finishing diets for yearling steers. *Beef Research Report - Iowa State Univ.* ASRI 450.
- Trenkle, A. 1997b. Substituting wet distillers grains or condensed solubles for corn grain in finishing diets for yearling heifers. *Beef Research Report - Iowa State Univ.* ASRI 451.
- Urriola P. E., Shurson G. C. y Stein H. H. 2009. Digestibility of dietary fiber in distillers coproducts fed to growing pigs. *J Anim SCI.* 88:2373-2381.
- U.S. Grain Council. 2012. A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS). Primera edición. Disponible en: http://www.ddgs.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@ansci/documents/asset/cfans_asset_417244.pdf. 25/04/2013

- UNCSD, 2007. Small-scale production and use of liquid biofuels in Sub-Saharan Africa: Perspectives for sustainable development (1.4 MB). Background document to 15th session of the UN Commission on Sustainable Development, 30 April to 11 May 2007, New York, United States.
- USDOE. 2006. Breaking the biological barriers to cellulosic ethanol: A joint research agenda. Summary of the Biomass to Biofuels Workshop, held 7-9 December 2005, Rockville, United States, sponsored by the U.S. Department of Energy.
- Uwituze, S., Parsons, G., Schneider, C., Karges, K., Gibson, M. and Hollis, L. 2011a. Evaluation of sulfur content of dried distillers grains with solubles in finishing diets based on steam-flaked corn or dry-rolled corn. *J Anim Sci*, 89:2582-2591.
- Uwituze, S., Parsons, G., Karges, K., Gibson, M., Hollis, L., Higgins, J. and Drouillard, J. 2011b. Effects of distillers grains with high sulfur concentration on ruminal fermentation and digestibility of finishing diets. *J Anim Sci*, 89:2817-2828.
- Vander Pol, K. J., Erickson JE, Klopfenstein TJ, y Macken CN. 2004. Effect of wet and dry distillers grains plus soluble and supplemental fat level on performance of yearling finishing cattle. Pages 45–48 in *Neb. Beef Cattle Rep.*, Lincoln, NE. Univ. Nebraska, Lincoln.
- Vander Pol, K. J. G. Erickson, T. Klopfenstein, and M. Greenquist. 2005. Effect of level of wet distillers grains on feedlot performance of finishing cattle and energy value relative to corn [abstract 103]. *J. Anim. Sci.* 83(Suppl. 2):55.
- Vander Pol, K.J., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Greenquist, M.A., Robb, T., 2006. Effect of dietary inclusion of wet distillers grains on feedlot performance of finishing cattle and energy value relative to corn. *Nebraska Beef Cattle Rep.* MP88-A, 51–53.
- Vander Pol, K.J., Luebke, M.K., Crawford, G.I., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., 2009. Performance and digestibility characteristics of finishing diets containing distillers grains, composites of corn processing coproducts, or supplemental corn oil. *J. Anim. Sci.* 87: 639–652.
- Vanness, S. J., N. F. Meyer, T. J. Klopfenstein, and G. E. Erickson. 2009. Hydrogen sulfide gas levels post feeding. *Neb. Beef Cattle Rep.*, Univ. Nebraska, Lincoln
- Vasconcelos, J.T., Sawyer, J.E., Tedeschi, L.O., McCollum, F.T., Greene, L.W., 2009. Effects of different growing diets on performance, carcass characteristics, insulin sensitivity, and accretion of intramuscular and subcutaneous adipose tissue of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 87: 1540-1547.
- Walter L. Jaalhus, J. L., Robertson W. M., McAllister T. A., Gibb D. J., Dugan M. E. R., Aldai N., y McKinnon J. J. 2010. Evaluation of wheat or corn dried distillers' grains with solubles on performance and carcass characteristics of feedlot steers. *Can. J. Anim. Sci.* 90: 259_269.
- Widyaratne, G.P. y Zijlstra, R.T. 2007. Nutritional value of wheat and corn distiller's dried grain with soluble: digestibility and digestible contents of energy, amino acids and phosphorus, nutrient excretion and growth performance of grower-finisher pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 87:103-114
- Wierenga, K., McAllister, T., Gibb, D., Chaves, A., Okine, E., Beauchemin, K., and Oba, M. 2010. Evaluation of triticale dried distillers grains with solubles as a substitute for barley grain and barley silage in feedlot finishing diets. *J Anim Sci* 88:3018-3029.
- Winterholler, S.J., C. P. McMurphy, G. L. Mourer, C. R. Krehbiel, G. W. Horn and D. L. Lalman. 2012. Supplementation of dried distillers grains with solubles to beef cows consuming low-quality forage during late gestation and early lactation. *J. Anim. Sci.* 90:2014-2025.
- Yang, A., M. Brewster J, Lanari MC, y Tume RK. 2002. Effect of vitamin E supplementation of α -tocopherol and β -carotene concentrations in tissues from pasture- and grainfed cattle. *Meat Sci.* 60:35–40.
- Zarrilli, S. 2008. Global perspective on production of biotechnology based bioenergy and major trends. Disponible: <http://www.fao.org/biotech/docs/zarrilli.pdf>. 25/02/2012.
- Zinn, R. A. and Jorquera, A. P. 2007. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. *Vet. Clin. Food Anim.* 23: 247268.

Visita a tambo y feedlot con incorporación de burlanda húmeda de maíz en la ración

Visita realizada el jueves 23 de enero de 2014, al establecimiento que está ubicado en cercanías de la ciudad de Carlos Pellegrini, provincia de Santa Fe.

*Ing. Agr. Mario Bragachini, Ing. Agr. Matías Alladio, Ing. Agr. Fernando Ustarroz
Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor*

El subproducto WDGS (burlanda húmeda) obtenido en la industria de alcoholes en base a maíz, de amplia utilización en EEUU, se encuentra en los comienzos de su producción en planta y de su aprovechamiento para transformación a carne y leche bovina en nuestro país. Por lo cual no se disponen aún de datos con ensayos nutricionales de rigor técnico locales, que el INTA ya está programando realizar en la campaña 2014.

En el marco de sus actividades de consolidación de una red público-privada facilitadora del valor agregado en origen a la producción agropecuaria argentina, el proyecto INTA VAO lleva a cabo el relevamiento y difusión de las estrategias de aprovechamiento de este subproducto WDGS (burlanda húmeda de maíz) en tambos y feed lots.

Con este objetivo un grupo de integrantes del proyecto realizó visitas técnicas guiadas por el **Med. Vet. Mariano Quercia**, asesor privado de tambos y feed lots que consumen WDGS en la ración, en la localidad de Carlos Pellegrini, Sta. Fe.

Inclusión de burlanda húmeda de maíz y cambios en la composición de la ración.

Tambo bovino

En el año 2013, ante la necesidad de disminuir costos en los establecimientos productivos de leche bovina que asesora, **Mariano Quercia** optó por incorporar WDGS (Burlanda húmeda de maíz) como insumo sustituto proteico en la ración. Comenzó con este nuevo producto en un tambo propio y en el tambo "La Espinosa", al cual asesora. La inclusión de la burlanda fue gradual, pasó de 2 a 4 kg/animal/día, y así hasta alcanzar los niveles de inclusión que consideró adecuados (10 a 12 kg de burlanda/día, 10 al 15% en materia seca de la dieta). Así básicamente el cambio en la dieta fue el reemplazo de 2 o 2,5 kg de un concentrado proteico derivado de la soja, por 10 kg de burlanda húmeda de maíz, y también el agregado de 1 a 2 kg de rollo molido o desmenuzado en reemplazo de algún forraje o silo.

Ración en base húmeda (actual), Tambo	
Silo de maíz	12 Kg
A. balanceado o maíz	6 Kg
Burlanda húmeda de maíz (WDGS)	10 Kg
Rollo molido (alfalfa)	1-2 Kg
Pastoreo directo de alfalfa	completa la ración

Según comenta Marino Quercia, este cambio en la ración modificó la eficiencia de las vacas de tambo, incrementando la producción de 26 a 29 l/VO/día en los periodos de máximos niveles productivos. Actualmente, por influencia ambiental (altas temperaturas de verano), tienen producciones de 24 l/VO/día. El incremento se lo atribuye a la alta palatabilidad y digestibilidad que posee la burlanda, ya que mejora el consumo de los otros alimentos administrados en la ración.

También comenta que el bajo costo de la misma le permite agregar mayor cantidad de proteína y energía a las dietas totales. Así el cambio por burlanda no solo mejoró la producción, sino que también disminuyó el costo de la misma en un 8%.

El costo de la burlanda húmeda puesta en el campo, en la localidad de Carlos Pellegrini, es de aproximadamente 380 \$/t, más 200 \$/t de flete (23/1/2014).

Las burlandas utilizadas en estos tambos no se embolsan, ya que los volúmenes que manejan no justifican los costos del proceso. La misma se almacena al aire libre en el campo y se podía observar que se encontraba en buen estado con 4 días de almacenaje (sin olores extraños), formando una costra seca superficial. En forma preventiva, utilizan siempre secuestrante de toxinas (1 kg cada 1.000 Kg de ración). Hay productores que están por construir tinglados para almacenar la burlanda mejor protegida bajo techo.



Mariano Quercia, explicando a técnicos de INTA cómo almacena la burlanda húmeda de maíz (WDGS) al aire libre en el campo.

El consumo de una batea de WDGS en este tipo de tambos asesorados de 150-180 vacas en ordeño se da en aproximadamente 15 días, sin pérdidas significativas en la calidad de la misma. En tambos de menos de 100 vacas en ordeño, la batea se consume en 30 días, con pérdidas de calidad reflejadas en la caída de la producción de la categoría vaca en ordeño. Para sortear este inconveniente, se incorpora la burlanda en dietas de otras categorías, asegurando el suministro de burlanda húmeda de no más de 15 días a las categorías productoras de leche.



Mezclado de la ración utilizando mixers verticales. El orden de carga del mismo es 1) rollo de alfalfa, 2) silaje de trigo y 3) burlanda húmeda. La mezcla se realiza sin las trabas colocadas debido a que la fibra ya fue procesada al desmenuzar el rollo a menos de 7 cm y no tienen problema en cuanto a uniformidad y mezclado debido a que se emplea un 70% de la capacidad de carga del mixer.



Observación de buen estado de los sistemas de media sombra móvil. Animales encerrados y bajo sombra durante el día. Los mismos son alimentados a la tarde/noche cuando las temperaturas descienden.

FEED LOT "Estancia Doña Magdalena"

En este feed lot asesorado por Mariano Quercia, emplazado en un campo de 30 has, se engordan animales de producción propia y además se realizan servicios de hotelería. Los propietarios del mismo también cuentan con campos de producción agrícola donde producen el maíz y silaje utilizados en la alimentación de los animales.

En la ración de este sistema, se implementó una sustitución con un objetivo similar a la del tambo "La Espinosa", remplazando la proteína del expeller de girasol por la burlanda húmeda de maíz, sustitución de 1,2 por 3 kg, respectivamente. Ambos productos tienen un costo similar en base seca, pero la burlanda tiene más proteína y energía aprovechable por su mayor digestibilidad, además de ser más palatable. La inclusión del 20 % en base húmeda en una ración de 10-12 kg/animal/día, mejoró el consumo de los animales, incrementando las ganancias de peso vivo entre 200 a 300 grs., llevándola a 1,5 - 1,6 kg/animal/día, con buenos rendimientos al gancho de 58 a 59 %.

Al ingresar al establecimiento los animales pasan a un corral de adaptación y luego de esto pasan a los corrales de engorde con la dieta llena y alimentándose dos veces al día (mañana y tarde). Se realizan periódicamente las lecturas de comederos.

Componentes de la Ración (actual), Feed lot
Expeller de trigo
Núcleo con urea y sales
Silo de maíz
Burlanda Húmeda de maíz
maíz partido.

Se utiliza un mixer para el mezclado y la entrega de la ración. El orden de carga es primero el silo y por último la burlanda arriba.



Almacenaje de la burlanda húmeda de maíz (WDGS), al aire libre en el campo, de manera similar al tambo "La Espinosa".



Excelente estado de los animales dentro de los corrales de engorde, alimentados con raciones que utilizan burlanda húmeda de maíz (WDGS).

Los animales terminados, se comercializan en frigoríficos de la zona para el mercado interno.

Oportunidades generadas por la burlanda

En el año 2014, en lo que respecta a producción de bioetanol se estima que las plantas de Bio4, Vicentín, ProMaíz, ACABio y Diaser estarán produciendo, de manera conjunta, 484.500 m³ de bioetanol. Sumando a estas, la planta de producción de alcohol de consumo humano en base a Maíz de la empresa Porta hnos. se van a estar procesando en la Argentina 1.553.500 toneladas de maíz para producir estos alcoholes y generando además cerca de 510.000 toneladas anuales de la burlanda de maíz o DGS (Granos de destilería con soluto) en su equivalente en base seca.

Estos insumos de bajo costo en origen constituyen una excelente oportunidad para aprovechar en diferentes procesos pecuarios, traccionando así la producción de proteína animal argentina.

Así es que estas industrias bioenergéticas no solo generan energía estratégica en origen, **clave para los procesos de valor agregado en origen**, sino que además involucran a una multiplicidad de actores, tanto en forma directa como indirecta, generando movimiento económico local y contribuyendo al desarrollo local.

Participación y relevamiento en la visita:

Ing. Agr. Mario Bragachini (**INTA EEA Manfredi**)
Ing. Agr. Juan Giordano (**INTA EEA Rafaela**)
Ing. Agr. Peiretti José (**INTA EEA Manfredi**)
Ing. Agr. Fernando Ustarroz (**INTA EEA Manfredi**)
Ing. Agr. Federico Sánchez (**INTA EEA Manfredi**)
Ing. Agr. Marcos Bragachini (**INTA EEA Manfredi**)
Ing. Agr. Gastón Urrets Zabalía (**INTA EEA Manfredi**)
Lic. Emilio Forquera (**INTA EEA Manfredi**)
Ing. Agr. Lisandro Errasquin (**INTA AER Justiniano Posse**)
Ing. Agr. Ricardo Matías Alladio (**INTA AER Justiniano Posse**)
Ing. Agr. Diego Mathier (**INTA EEA Manfredi**)

Visita a feed lot con alta incorporación de burlanda húmeda de maíz en la ración

*Ing. Agr. Mario Bragachini, Ing. Agr. Matías Alladio, Ing. Agr. Fernando Ustarroz
Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor*

Visita realizada el jueves 19 de diciembre de 2014, al establecimiento “La Reserva”, ubicado en cercanías de la localidad de Tortugas, provincia de Santa Fe.
El equipo de técnicos de INTA fue guiado en la visita por el Méd. Vet. Cristian Fonseca, asesor de feed lot.

Este establecimiento cuenta con un feed lot de 4000 cabezas. Los animales ingresan con un kilaje que va desde los 180 a los 200 kilos.

A las hembras se le agregan en todo el ciclo 95 a 110 kg, y a los machos se le agregan 120-130 kg con un peso de 350 kg como mínimo. No realizan un proceso de recría, porque la rentabilidad no les resulta atractiva.



Méd. Vet. Cristian Fonseca, asesor del feed lot, explica las características del establecimiento donde se utiliza como base nutricional la burlanda húmeda.

Inclusión de la burlanda húmeda de maíz y cambios en la composición de la ración.

Antes del 2011 el feed lot contaba con 1.700 cabezas y su dieta estaba conformada por silo de maíz, expeler de girasol, grano de maíz molido y un núcleo vitamínico mineral. Este tipo de dieta muy fibrosa en la cual el consumo es regulado mediante el control físico (2,7 a 3 % del peso vivo del animal), aporta aproximadamente 2,7 a 3 Mcal EM/Kg de MS, limitando el nivel de producción del animal.

Luego de que Cristian Fonseca, visitara en California (EEUU) feed lots, con dietas de 4 Mcal de EM/Kg de MS, con un consumo del 2% del peso vivo y todas estas principalmente a base de subproductos de granos destilados de maíz, en 2011 decidió cambiar la alimentación de su rodeo, incorporando burlanda húmeda (WDGS) como principal insumo de la ración.

La ración en la actualidad está conformada por WDGS (47,5%), la inclusión de este nuevo producto fue gradual, pasando del 20% al 40,5 % en base seca. El resto de la ración se conforma de Gluten feed (27,5%), maíz molido (18%), marlo molido (6%) y un núcleo vitamínico mineral (1,5%). Con estos insumos logró una concentración energética de 3,2 - 3,4 Mcal de EM/Kg de MS con un consumo de aproximadamente 2,5% de su peso.

Los costos de la burlanda húmeda de maíz de buena calidad utilizada, varían entre 370 y 450 \$/t (19/12/2013). También se está analizando la posibilidad de incorporar germen de maíz a la ración por su disponibilidad en la zona, el cual aporta alrededor de 4,9 Mcal EM/Kg MS debido a su contenido de aceite.



Alimento del feed lot, con burlanda húmeda de maíz (WDGS) como insumo principal.



Burlanda húmeda de maíz, recibida en el día.

Para preparar y mezclar la dieta utiliza un mixer horizontal de 3 sinfines lisos de 10 m³, en el cual entran 9 toneladas, pero solo cargan 6 toneladas debido a la consistencia de la ración. El orden de carga es: maíz molido, marlo, burlanda, gluten y por último el núcleo. El mezclado se realiza durante 5 minutos y el suministro se realiza 8 veces al día, 4 por la mañana y 4 por la tarde.

En todo momento se lleva a cabo un registro con datos de control de la alimentación. El mixero se encarga de la lectura de los comederos y también se realiza el seguimiento del mixer por la web mediante el programa "Data Agro" de Básculas Magris.

La conversión actual es de 10 a 11 kg de ración por 1,2 kg carne. Con este tipo de dieta los costos son de \$ 7 por kg de alimento (*), incluido el costo de personal del feed lot. A partir del uso de WDGS, han detectado cambios en la conformación de los animales, los cuales consisten en un llenado más parejo del lomo y un pelaje más brillante.

(*) Es importante contemplar que con esta alimentación libera superficie para agricultura, que antes la ocupaba el maíz para silo, con el sistema de ración anteriormente implementada.



Corrales del feed lot, donde se muestran las instalaciones, los comederos y el tipo de animal en engorde.

Dentro del insumo burlanda húmeda de maíz (WDGS) se hizo mención a la variabilidad en calidad del producto que existe entre distintas partidas de una misma planta y entre partidas de distintas plantas.

En este establecimiento se utiliza una batea por día de burlanda húmeda, con la siguiente composición nutricional de la misma:

Composición nutricional de Burlanda húmeda de maíz (WDGS) utilizada en "La Reserva"	
MS (materia seca)	32 a 35 %
PB (proteína bruta)	30 a 32%
Mcal EM/ Kg MS (Megacalorías de energía metabólica por kg de Materia seca)	3,5

Almacenamiento de burlanda húmeda de maíz (WDGS).

Debido a la necesidad de almacenar la burlanda para sortear distintos inconvenientes que van surgiendo, entre ellos el problema del ingreso al campo los días de lluvia de los camiones que

transportan y abastecen la burlanda, comenzaron a embolsar la burlanda para tener disponibles reservas de la misma (fusibles) para tales eventualidades.

Según relevaron con productores y técnicos de California, la burlanda podría almacenarse durante 200 días, sin pérdidas importantes de calidad. Este establecimiento se encuentra en los comienzos del proceso de almacenamiento, por lo cual no dispone aún de datos de largos periodos de almacenamiento.

Importante: Faltan aun los ensayos de rigor técnico locales que el INTA está programando realizar en la campaña 2014.



Imagen del silo bolsa almacenando burlanda húmeda, donde se puede apreciar la baja altura de la bolsa en relación al alambre.

En EEUU, debido a que la altura del silo bolsa es un factor determinante para un mejor aprovechamiento de la capacidad de almacenaje de la bolsa, el agregado de forraje al WDGS ayuda a mejorar la forma de la bolsa, ya que si se almacena solo la bolsa tiende a aplastarse desaprovechando su capacidad potencial de almacenamiento. La máquina embolsadora de forraje (picado fino) es exigente respecto a recibir el material de un camión batea de 28 t de burlanda húmeda de maíz. La embolsadora debe receptor y embutir la burlanda de esa manera, siendo por ahora la embolsadora de 9 y 10 pies las apropiadas para ello, pero está plenamente demostrado que no es necesario tanta máquina y potencia para realizarlo, estando en mente la construcción de máquinas embutidoras de características más económicas y de mayor facilidad de traslado.

En la actualidad disponen de 3 bolsas de 100 m, en las cuales entran 12 bateas por bolsa (aprox. 324 tn), con un costo de embolsado de 20 a 25 \$/t.

Para recibir y almacenar los restantes insumos/ingredientes de la ración disponen de un galpón. La burlanda no se almacena en el mismo porque todos los días llega el volumen necesario para la alimentación diaria y, como ya se mencionó, se almacena en silo bolsa solo cuando se quieren generar reservas de la misma.

Comercialización

Las compras de los animales son supervisadas por el técnico encargado o el dueño. Por lo general son todos animales británicos, pero las últimas entradas fueron de animales cruzas provenientes de Corrientes y Entre Ríos. Son animales que sufren menos el calor, por lo cual se los podía apreciar a las

12 hs con 35 °C de temperatura alimentándose en los comederos, mientras que los británicos sofocados por el calor no consumían alimentos.

La mayor oferta estacional de terneros se produce de abril a mayo y la venta gruesa del animal terminado es de julio a octubre, donde cae el precio del mismo. Debido a la recomposición de precios actual de la ganadería ellos pueden mantener los machos un tiempo más prolongado, llevándolo a un mayor peso para venderlo a partir de octubre donde el precio sube. Las hembras terminadas se venden antes, ya que comienzan a engrasarse, y también para generar ingresos antes de la venta de los machos para la reposición de terneros (solo terneros, no se compran animales grandes).

Venden en Liniers (se pierden 4% a 5% en el transporte) y a una cadena de supermercados. Para satisfacer a estos clientes han aprendido las preferencias en tipo de animal de los mismos.

Oportunidades generadas por la burlanda

En el año 2014, en lo que respecta a producción de bioetanol se estima que las plantas de Bio4, Vicentín, ProMaíz, ACABio y Diaser estarán produciendo de manera conjunta aproximadamente unos 484.500 m³ de bioetanol. Sumado a estas, la planta de producción de alcohol de consumo humano en base a maíz de la empresa Porta Hermanos va a estar procesando en la Argentina 1.553.500 toneladas de maíz para producir estos alcoholes y generando además cerca de 510.000 toneladas anuales de la burlanda de maíz o DGS (Granos de destilería con soluto) en su equivalente en base seca.

Estos insumo de bajo costo en origen, constituyen una excelente oportunidad para aprovechar en diferentes procesos pecuarios, traccionando así la producción de proteína animal argentina.

Así estas industrias bioenergéticas, no solo generan energía estratégica en origen, **clave para los procesos de valor agregado en origen**, sino que además involucran a una multiplicidad de actores, tanto en forma directa como indirecta, generando movimiento económico local y contribuyendo al desarrollo local.

Participación y relevamiento en la visita:

Ing. Agr. José María Méndez **(INTA AER Totoras)**

Ing. Agr. Juan Giordano **(INTA EEA Rafaela)**

Ing. Agr. Peiretti José **(INTA EEA Manfredi)**

Ing. Agr. Fernando Ustarroz **(INTA EEA Manfredi)**

Ing. Agr. Federico Sánchez **(INTA EEA Manfredi)**

Ing. Agr. Marcos Bragachini **(INTA EEA Manfredi)**

Ing. Agr. Gastón Urrets Zabalía **(INTA EEA Manfredi)**

Lic. Emilio Forquera **(INTA EEA Manfredi)**

Ing. Agr. Lisandro Errasquin **(INTA AER Justiniano Posse)**

Ing. Agr. Ricardo Matías Alladio **(INTA AER Justiniano Posse)**

Ing. Agr. Diego Mathier **(INTA EEA Manfredi)**

Dietas con inclusión de expeller o harina de soja en el engorde de bovinos para carne

Beierbach¹, R.; Pordomingo¹, A. J., Pasinato², A, Joulí¹, R., Pordomingo¹, A. B., y Juan¹, N. A.³

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta animal (aumento de peso, consumo y eficiencia de conversión) y el rendimiento de res en dietas de alto contenido de grano con inclusión de expeller o harina de soja, con y sin corrección del nivel de aceite.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experimentación se realizó en Estación Experimental de INTA en Anguil, La Pampa. El ensayo tuvo una duración de 105 días, período en el que se consideró que el cambio de peso vivo fue sustancial para permitir la diferenciación de efectos de los tratamientos.

Se utilizaron 160 novillos Angus (300 ± 20 kg de peso vivo), los que se distribuyeron en 40 corrales de alimentación en grupos de a 4 por peso homogéneo (5 bloques de peso), en 5 corrales por tratamiento. Sobre los bloques se impusieron al azar 8 tratamientos generados de: a) la combinación factorial (2×3) de 2 oferentes proteicos (expeller, o harina de soja) y 3 niveles de proteína bruta (PB) en la dieta (9, 12 y 15%), y b) la incorporación de 2 tratamientos adicionales con inclusión de harina de soja en los niveles 9 y 12%, con adición de aceite de soja (para igualar la diferencia en los contenidos de aceite). La dieta base fue grano de maíz entero y heno picado. Los componentes de la dieta se ajustaron para lograr un nivel similar de FDA (10% en base seca), una concentración de 2.85 Mcal de EM/kg MS y los niveles de PB de acuerdo a los tratamientos. Completaron las dietas un núcleo vitamínico y mineral con monensina.

Se ofreció alimento en exceso, estimado en un excedente diario del 10% en base seca. La cantidad de alimento a ofrecer se ajustó dos veces por semana. Los animales se pesaron aproximadamente cada 21 días, con desbaste previo de 18 horas sin acceso al alimento. Durante 8 días previos a la pesada inicial y asignación de tratamientos, se realizó un acostumbramiento a la dieta de corral.

Se recolectaron muestras del alimento cada 15 días para realizar análisis de composición nutricional. Con la información de peso vivo y días se calculó el aumento diario de peso vivo (ADPV) y con la información de consumo diario de materia seca (CMS) se calculó el índice de conversión (IC) de alimento consumido a peso vivo ($CMS/ADPV$) para la totalidad del ensayo. Alcanzado el punto de faena (> 440 kg de peso vivo, más de 8 mm de espesor de grasa dorsal y observación visual por compradores comerciales) se procedió a la faena de los animales en un frigorífico habilitado para exportación. Se determinó el rendimiento de res en caliente al momento de faena, y procedió la tipificación de la res por conformación y terminación. Sobre una sección transversal del músculo longissimus dorsi, a la altura de la 11va costilla se determinó marmoreado con escala visual y midió el espesor de grasa dorsal.

¹ INTA EEA Anguil, La Pampa

² INTA EEA Concepción del Uruguay, Entre Ríos

³ AGRADECIMIENTOS: a los Ings. Alejandro Saavedra y Mario Bragachini por la gestión realizada para el aporte del expeller de soja. También un especial agradecimiento al personal de campo de la EEA INTA Anguil involucrados en el ensayo y al INTeA SA (punto de venta 8 en Anguil) por su apoyo con personal y adecuación de instalaciones, aporte de animales y alimentos y gastos operativos

El análisis estadístico se basó en un diseño aleatorizado dispuesto en bloques, con arreglo factorial de tratamientos y medidas repetidas en el tiempo. Los tratamientos (factorial 3 x 2) con dos tratamientos adicionales (niveles de aceite adicionado a factor harina de soja) constituyeron la parcela principal y las pesadas o períodos entre pesadas la sub-parcela. El corral se utilizó como unidad experimental en todos los análisis. De detectarse un factor vinculante entre tratamientos de carácter regresivo asociado a los factores se analizaron los efectos mediante contrastes. Las medias se calcularon mediante LSMEANS si un efecto de tratamiento se detectó significativo ($P < 0,05$).

Resultados

El Cuadro 1 resume la composición de ingredientes y valores de calidad de las dietas de cada tratamiento.

Cuadro 1. Composición de dietas a base de extrusado o harina de soja

	Extrusado, %			Harina, %				
	9	12	15	9	12	15	9*	12*
Proporción de ingredientes, %								
Harina de soja	0	0	0	3.0	10.0	18.0	3.0	10.5
Extrusado de soja	3.8	11.0	20.0	0	0	0	0	0
Maíz entero	81.7	75.5	67.5	82.5	76.0	68.5	81.1	70.8
Heno mijo	12.0	11.0	10.0	12.0	11.5	11.0	13.0	15.0
Aceite	0	0	0	0	0	0	0.8	1.2
Premezcla vit min/mon	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Composición proximal								
PB, %	9.2	12.0	15.0	9.2	12.0	15.2	9.2	12.1
FDA, %	10.1	10.0	10.1	10.0	10.0	10.0	10.4	11.4
DMS, %	78.8	78.9	78.8	78.9	78.9	78.9	78.2	76.8
Extr Et, %	3.0	3.6	4.1	2.7	2.6	2.5	3.0	3.6
EM, Mcal/kg MS	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84

* Niveles con ajuste de EM por inclusión de aceite para igualar la oferta de aceite eos tratamientos que usan extrusado con oferta de PB equivalente. PB = Proteína bruta; FDA = Fibra Detergente ácido; DMS = Digestibilidad de la materia seca; Extr Et = Extracto etéreo; EM = Energía metabolizable

Las proporciones de maíz decrecieron con el incremento de la proporción de expeller o de harina de soja para mantenerlas iso-energéticas. También la inclusión de aceite en los dos últimos tratamientos provoca una reducción en la cantidad de maíz y aumento de heno, comparados con los tratamientos de PB equivalente.

No se detectaron efectos de interacciones entre los factores de interés, nivel de PB en la dieta con la fuente de PB en ninguna de la variables medidas o estimadas ($P > 0.1616$). El nivel de PB no afectó ($P = 0.8916$) la respuesta animal (en APV, CMS, CMSPV o IC)(Cuadro 2). Los

animales resultaron en grado de terminación y características de la res muy similares. No se afectaron ($P > 0.317$) el rendimiento de res ($59.2 \pm 0.6\%$) o el EGD (9.4 ± 0.5 mm) como consecuencia del nivel de PB.

Cuadro 2. Efecto de la inclusión de extrusado o harina de soja en dietas similares en oferta de energía metabolizable (EM) y fibra (FDA), con niveles crecientes de proteína bruta (PB) en engorde a corral de novillos Angus

PB, % en la dieta	Extrusado, %			Harina, %					EE	F> Fo
	9	12	15	9	12	15	9*	12*		
PV inicial, kg	331	326	327	320	329	328	326	326	3.3	0.441
PV final, kg	456	449	453	450	459	460	457	459	5.2	0.228
APV, g/d	1223	1213	1236	1277	1281	1298	1281	1296	41.2	0.037
CMS, % PV	2.72	2.71	2.72	2.88	2.66	2.72	2.63	2.68	0.02	0.278
CMS, kg/d	10.7	10.5	10.6	11.1	10.5	10.7	10.3	10.5	0.27	0.196
IC, CMS/APV	8.7	8.7	8.6	8.7	8.2	8.2	8.0	8.1	0.06	0.405
Rto res, %	58.5	59.4	58.8	58.9	59.3	59.7	59.0	60.0	0.68	0.266
EGD, mm										

$n = 5$; corrales de 4 animales cada uno (160 animales repartidos en 8 tratamientos). Interacción presentación (extrusado vs harina) x nivel de PB > 0.1616 (No significativa para ninguno de las variables). * Niveles con ajuste de EM por inclusión de aceite para igualar la oferta de aceite eos tratamientos que usan extrusado con oferta de PB equivalente. PV: Peso vivo; APV: Aumento de peso vivo; Rto: Rendimiento; EGD: Espesor de grasa dorsal. CMS = Consumo de materia seca. IC = Índice de conversión.

Sin embargo, se detectó un efecto del oferente proteico sobre el APV ($P = 0.037$) (Cuadro 2). Debido a la ausencia de interacciones de significancia entre los factores nivel de PB y procesado de la soja ($P > 0.1616$) para todas las variables en estudio, se reporta el promedio de medias para el tipo de procesado y la comparación entre ambos en el Cuadro 3. El cuadro muestra un APV mayor en las dietas que incluyeron harina de soja vs expeller ($P = 0.037$) y un IC menor ($P = 0.045$) para ese tratamiento.

Cuadro 3. Inclusión de extrusado o harina de soja en dietas de engorde a corral de novillos

	Extrusado	Harina	EE	P
PV inicial, kg	328	326	1.63	0.445
PV final, kg	453	458	2.68	0.228
APV, g/d	1224	1288	21.7	0.037
CMS, % PV	2.7	2.7	0.06	0.235
CMS, kg/d	10.6	10.6	0.07	0.332
IC, CMS/APV	8.7	8.3	0.02	0.045
Rto res, %	58.9	59.4	0.65	0.451
EGD, mm	9.3	9.5	0.31	0.333

No se detectaron interacciones entre nivel de PB y procesado de la soja ($P > 0.1616$). por lo que las medias se reportan por procesado para las variables de interés. Contraste: Extrusados vs harina con aceite $P = 0.092$

Conclusiones

La utilización de expeller (extracción de aceite por prensa) podría asemejarse en términos prácticos a la harina de soja (extracción por solventes) como oferente proteico. Sin embargo debe notarse que en el contexto del presente ensayo (comparación de dietas sobre bases iso-proteicas, e iso-energéticas) la harina de soja genera una respuesta levemente superior al expeller con alto contenido de aceite. La diferencia entre ambos tratamientos sería sin embargo de escasa importancia práctica en los sistemas de producción.

Es necesario destacar el tipo de animal utilizado en el ensayo, de bajos requerimientos proteicos. Se considera importante desde el punto de vista económico y ambiental la excelente respuesta animal con niveles de proteína del 9%.

Además la incorporación del expeller de alto aceite permitiría reducir la oferta de maíz en la proporción de la inclusión de aceite y aumentar la fracción de fibra con posibles mejoras en la fermentación ruminal.

La inclusión de expeller no afectaría el consumo voluntario, el espesor de grasa dorsal y el rendimiento de res.

Evaluación de distintos tipos de mixers en función de su capacidad operativa, para el proceso de fibra

Ing. Agr. Juan Giordano
Módulo Tecnologías de Forrajes Conservados
INTA EEA Rafaela
girodano.juan@inta.gob.ar



Mixer desmenuzadores de porciones de rollos o megafardos y mezcladores de fibra muy larga: con sinfín trozador, reductor epicicloide y caja de alta y baja.

La prueba llevada a cabo consistió en procesar diferentes cantidades de fibra, provenientes tanto de rollo como de megafardo, para conocer la cantidad máxima que puede admitir este mixer.

Se realizaron cargas con 100, 200 y 250 kg de rollo de planta entera y 100, 200 y 250 kg de megafardo también de planta entera. Cada una de estas cargas se distribuyó a lo largo de todo el rotor inferior y fueron completadas posteriormente, con 1400 kg de silo de maíz picado fino para darle mayor peso a la mezcla.

En los megafardos se procedió a cortar los hilos y cargar sobre la pala las cantidades antes indicadas. En el caso del rollo, se procedió a cortar el mismo con una moto sierra en porciones, las cuales luego se cargaron en la pala.



Figura 2. Izq: Corte de un rollo con motosierra. **Der:** rollo cortado en porciones

En este tipo de mixer con reductor epicicloide, la prueba arrojó que se pueden procesar hasta 250 kg de heno de fibra muy larga, provenientes tanto de un megafardo, como de fracciones de rollo cortado, respetando el mismo orden de carga de los ingredientes que un mixer vertical.

Los tiempos totales de mezcla rondaron los 6 minutos, logrando un tamaño de fibra entre 5 y 10 cm.

Con cargas de un 10% de heno superior a la indicada se produjeron ruidos que indicaban la posibilidad de atoramientos que atentaban contra la integridad de los componentes. Las cuchillas con diseño tipo “margarita”, que equipan a este mixer, presentan un trabajo mas agresivo de corte y una mayor vida útil, ya que van perdiendo su filo en forma paulatina.



Figura 1 A: detalle del reductor epicicloide. **B:** Sistema de tres sinfines a paletas de avance desencontrados Sinfín inferior con cuchillas “tipo margaritas” y contra-cuchillas incorporadas a la batea. **Detalle cuchilla tipo margarita y contra-cuchilla.**

Mixer mezcladores con sistema de tres ejes horizontales con paletas lisas “tipo pétalos” en disposición helicoidal y de avance desencontrado: con tres sinfines lisos y reductor epicicloide

Con este mixer se realizaron raciones con 3 cantidades diferentes de fibra procesada, proveniente tanto de rollos como de megafardos con cutter, para conocer la cantidad máxima que puede admitir este mixer al mezclar con otros ingredientes.

Se realizaron cargas con 100 kg, 200 kg y 250 kg de fibra proveniente de un rollo con cutter y 250, 300 y 350 kg de fibra pero con fibra de un megafardo con cutter.

Cada una de estas cargas fue completada posteriormente con 1.800 kg de silo de maíz picado fino planta entera para darle mayor peso a la mezcla. Se tomó el tiempo que demoró el mezclado de estos materiales a la vez que se observó el comportamiento del mixer ante el incremento de los kg de heno aportados.

Se concluye que respecto a la utilización de henos de fibra procesada en este tipo de acoplados, se concluye que en modelos equipados con reductor epicicloidal se puede mezclar dentro de una ración hasta 250 kg de fibra proveniente de un rollo con cutter y hasta 350 kg con fibra proveniente de un megafardo.

Cabe aclarar que la fibra procesada presente en los rollos varía entre 8 y 15 cm., siendo esta última longitud un tamaño excesivo que podría traer inconvenientes mecánicos en el mixer cuando se supere la cantidad antes indicada, causando la posibilidad de obstruirlo. La fibra de mayor longitud normalmente es la que se encuentra en los extremos de los rollos, donde la distancia entre la última cuchilla del cutter y la pared lateral es de 11 cm y no de 7 cm como sucede entre cuchillas. En este sector se acumula hebras de fibra que no son procesadas y presenta longitudes de entre 15 y 25 cm.

En el caso de megafardos elaborados con fibra procesada, estos presentan la ventaja que el largo de fibra es homogéneo en todo el prisma, dado que no deja fibra más larga como ocurre en los laterales del rollo. Otra ventaja importante es que el procesador de fibra de la megaenfardadora, el cual es similar al de la rotoenfardadora, para un ancho de cámara de 1,20 m puede configurarse con 17 a 33 cuchillas, variando el largo de corte de 78 a 39 mm, en comparación a las rotoenfardadoras que como máximo pueden tener 15 cuchillas. Estas ventajas producen que la cantidad máxima de fibra admitida por un mixer horizontal mezclador sea mayor en el caso de los megafardos (350 kg), a diferencia de la proveniente de un rollo donde se limita a 200 kg, siempre sujeto al diseño de mixer.



Figura 3: secuencia de uso de un rollo con fibra procesada. Inclusión en un mixer horizontal mezclador.

Mixer Vertical desmenuzador de rollos o fardos enteros y mezclador de fibra muy larga. Montecor MV 14/1 con caja de alta y baja

La prueba con el **mixer vertical** consistió en procesar en forma comparativa 6 rollos de fibra entera núcleo compacto y 6 rollos de fibra procesada con sistemas cuter núcleo duro. Luego se mezcló esta fibra con el resto de los ingredientes de la dieta.

En cada una de estas pruebas se midió el tiempo que demoró cada uno de los rollos en procesarse hasta presentar un largo de fibra adecuado para realizar la carga de los demás ingredientes de la ración (silos, concentrados, etc).

Los rollos fueron colocados todos en forma similar tratando de lograr la máxima eficiencia durante la faz de su desarmado, apoyando la cara lateral (curva) contra el rotor; de modo que al comenzar a circular dentro de la batea, se desenrolle haciendo el camino inverso al de confección, dentro de la rotoenfardadora

Una vez colocado, se puso en funcionamiento el mixer a 1300 rpm del tractor (320 rpm TPP) sin las trabas puestas, durante tres minutos con el fin de deshacer la fibra ubicada en la periferia del rollo y sin hacer un gasto excesivo de potencia.

En el caso de los rollos con fibra larga y núcleo duro, luego de este proceso quedó la parte central, momento en el que se colocaron las trabas y en el que comenzó a procesarse la fibra. Este efecto de corte es producido por las cuchillas sobre el material que es retenido por las contra-cuchillas.



Figura 4: forma en que se colocó el rollo para un eficiente uso de la potencia.

Para determinar el consumo de combustible, se inició el trabajo con el tanque lleno y se procesó cada uno de los rollos sin interrupciones. Posteriormente se llenó el tanque del tractor, determinándose la cantidad de gasoil consumido en cada rollo. Cada uno de los rollos fue previamente pesado.

Con esta prueba queda demostrado que cuando se utiliza este tipo de fibra en un mixer vertical, no se incurre en los gastos que se requieren para el procesado del rollo. El trozado para disminuir el largo de la fibra y poder realizar la carga de los demás ingredientes demanda un gasto de 2,3 litros por tonelada. Debemos recordar que al realizar rollos con fibra procesada (uso de rotoenfardadoras con cutter) se incrementa en 2,5 litros el consumo de combustible por tonelada de MS henificada.

En segunda instancia, cuando se realiza la mezcla en un mixer vertical, no es necesario utilizar las trabas dado que ya posee el largo de fibra adecuado, con lo cual se requiere menor cantidad de tiempo hasta lograr la mezcla con el largo de hebra deseado, reduciendo el consumo de 0,36 litros por tonelada mezclada a 0,24. Estas pruebas fueron realizadas en un mixer vertical de 14m³ equipado con caja reductora. Las raciones que se cargaron fueron siempre de 2.500 kg, las cuales se efectuaron con la transmisión en baja (20 rpm de giro del rotor) y por lo tanto no le demandaron al mixer un esfuerzo extra al colocar las trabas. Este hecho produjo que la diferencia de consumo se deba a los 2 minutos extra que se necesitó para disminuir el largo de fibra y no por un sobre esfuerzo que se haya producido en el mixer al tener las trabas activadas.

Si se hubiese trabajado con una ración superior a 3.000 kg, donde se agrega mayor contenido de concentrados, al mezclar con las trabas puestas seguramente se hubiese recurrido a una mayor demanda de torque por parte del rotor. Esto se traduce en un mayor consumo de combustible.

Mixer mezclador con sistema de tres sinfines horizontales lisos de avance desencontrado:

Se realizó una prueba con un acoplado mixer con sistema de mezclado con tres sin fines completos horizontales, con mando hacia el sinfín inferior se mediante una reducción a cadenas.

En esta oportunidad se evaluó el comportamiento de la fibra, proveniente de rollos elaborados con cutter, regulado con 14 cuchillas.

El orden de carga utilizado fue: primero 250 kg de silaje de maíz picado fino, luego el heno (125 kg), nuevamente 250 kg de silaje de maíz y 125 kg de heno; luego se completó la carga con el silaje de alfalfa (200 kg) y por último los granos de maíz molido (200 kg) y el expeler de soja (20 kg).

Posteriormente, se realizó otra evaluación de uso de fibra procesada con el cutter de 15 cuchillas, en éste caso se le colocó, un rollo de 235 kg (1,20 m de diámetro y 1,20 m de ancho), realizado con una presión inicial de 70 Bar en los primeros 80 cm de diámetro (núcleo flojo) y una presión final de 120 Bar.

Luego de esta prueba se concluye que los mixer de sinfines lisos, con reductores a cadenas, pueden procesar hasta 250 kg de heno de fibra muy larga, pero teniendo la precaución de cargarlos en forma

fraccionada (alternada con silaje picado fino), además de invertir los órdenes normales de carga, para evitar así obstrucciones que produzcan daños en la transmisión.

Con cargas de un 10% de heno superior a la indicada se produjeron ruidos que indicaban la posibilidad de atoramientos que atentaban contra la integridad de los componentes.

Es importante destacar que este tipo de mixer mezclador con sistema de tres sinfines horizontales lisos desencontrados permite trabajar con fluidez en mezclas de hasta 50 % de MS, aceptando a su vez una proporción del ingrediente fibra con hebras no superiores a 6 cm de longitud.

Debe recordarse que este tipo de sinfines lisos toleran más algunos errores de carga como es el hecho de depositar todos los ingredientes en una punta de la batea, y no efectuándolos en forma homogénea a lo largo de todo el mixer.

Si bien no es una prueba de uso frecuente en establecimientos ganaderos, se colocó dentro de este mixer un rollo entero de 235 kg (1,20 m de diámetro y 1,20 m de ancho) justificando así que este rollo no necesita ningún tipo de proceso previo antes de mezclarlo con el resto de los componentes.

Manejo del estrés calórico

*Ing. Agr. Jorge Ghiano, Ing. Agr. M.Sc. Miguel Taverna,
Lic. M.Sc. Laura Gastaldi, Tec. Emilio Walter
INTA EEA Rafaela*

Las condiciones climáticas en las diferentes cuencas lecheras argentinas se apartan en gran medida de la “zona de confort térmico” o de bienestar del rodeo lechero, durante el verano y parte de la primavera y otoño. Las vacas están expuestas a condiciones estrés calórico desde pocos días al año hasta más de 120, dependiendo de la ubicación geográfica del tambo (Figura 1).

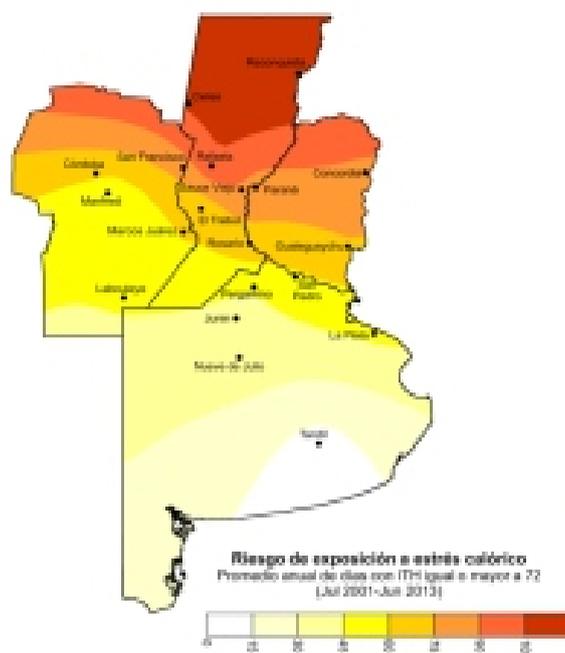


Figura 1: Promedio anual de días con $ITH \geq 72$ en la región pampeana argentina.
Fuente: Campaña de difusión INTA “Menos estrés, más plata”. Elaborado a partir de datos diarios de temperatura media y humedad relativa proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y Estaciones Meteorológicas del INTA.

Esta situación provoca valores de ITH (Índice de Temperatura y Humedad) superiores al umbral crítico de confort animal ($ITH > 72$, aunque algunos estudios actuales lo consideran a partir de 68) lo cual impacta en el rodeo del tambo y, particularmente en vacas en lactación, presentando un alto riesgo de sufrir estrés por calor.

Estimaciones realizadas en el año 2011 mostraron una pérdida económica anual de \$300 millones por reducción de la producción de leche. Si a este monto se le adicionan las consecuencias reproductivas, sanitarias, muertes y la caída en la concentración de proteína y grasa de la leche, el impacto económico se duplicaría (Taverna et al, 2011).

Un estudio poblacional realizado en la cuenca lechera central (Santa Fe – Córdoba) utilizando registros de producción de leche de empresas tamberas permitieron definir mermas diarias

atribuidas al efecto “estrés calórico” que variaron entre un 3 a un 10% (Informe preliminar estudio poblacional INTA Rafaela).

La infraestructura disponible y las prácticas de manejo aplicadas por los productores de la región de estudio para limitar el estrés calórico resultan insuficientes. Relevamientos realizados en la región (Taverna et al, 2014) permiten definir el siguiente estado de situación:

- Menos del 20% de los tambos disponen de sombra natural suficiente para todas las categorías.
- Menos del 30% disponen de sombra artificial en potreros o corrales de encierro.
- Menos del 50% cuentan con sombra en el corral de espera de las instalaciones de ordeño.
- Menos del 10% disponen de sombra y sistema de ventilación/aspersión, considerando a esta instalación como adecuada y recomendada para reducir el estrés calórico.
- Menos del 10% adoptaron integralmente las tecnologías disponibles.

El INTA Lechero, considerando el importante impacto económico/productivo que tiene el estrés calórico sobre la cadena, inició en el año 2010 una campaña identificada como “Menos estrés, más plata”. El material desarrollado se encuentra a disposición en el siguiente enlace:

<http://anterior.inta.gov.ar/lecheria/menosestres>.

Además, desde el año 2013 se elabora y distribuye el boletín electrónico “Monitoreo semanal de estrés calórico”, en el cual se informan y pronostican valores del Índice de temperatura y humedad (ITH) de la hora 15 en la región pampeana, y el comportamiento horario del ITH en localidades de referencia. El mismo se realiza en colaboración con el Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar y la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.

2013 - 2014: un verano complicado

Durante Diciembre de 2013 y Enero de 2014 se produjeron sucesivas jornadas con $ITH \geq 72$ en varias localidades de la región pampeana, que determinaron la ocurrencia de olas de calor de prolongada duración. En la Figura 2 se presenta el comportamiento horario del ITH durante Diciembre de 2013 y Enero 2014 para las localidades de Rafaela, Manfredi, Trenque Lauquen y Concepción del Uruguay.

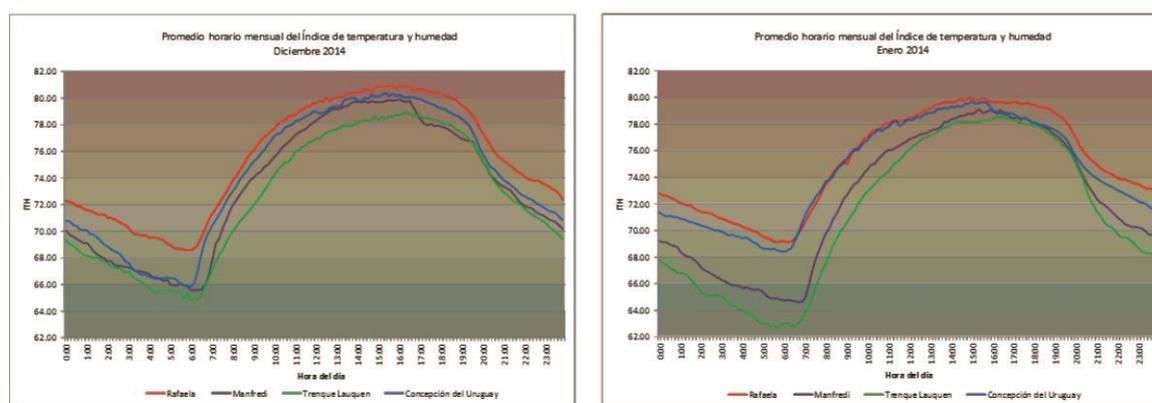


Figura 2: Comportamiento horario del índice de temperatura y humedad (ITH) en Rafaela, Manfredi, Trenque Lauquen y Concepción del Uruguay en Diciembre de 2013 y Enero 2014.

Fuente: Campaña de difusión INTA “Menos estrés, más plata”. Elaborado a partir de datos obtenidos de las Estaciones Meteorológicas Automáticas del INTA EEA Rafaela, EEA Concepción del Uruguay, EEA Manfredi y EEA Trenque Lauquen.

En términos medios, el ganado bovino estuvo en condiciones de estrés térmico ($ITH \geq 72$) gran parte del día (desde las 7:30 hasta las 00:30 hs aproximadamente), resultando más crítica la franja horaria comprendida entre las 12:50 y las 18:20. Estos datos posibilitan interpretar el comportamiento de los

animales en situación de pastoreo directo durante el día y las limitadas posibilidades de recuperación que tienen durante la noche en ciertos meses del año. Las vacas expuestas a condiciones de ITH elevado no pueden equilibrar su temperatura corporal y mantenerla por debajo de los 39°C.

La intensidad y duración del estrés tiene alta correlación con las pérdidas en producción de leche. Según Flamenbaum (2013), las vacas estresadas pueden sufrir una disminución del 20% en el consumo de alimentos y de un 10% en la eficiencia alimenticia. La producción puede caer entre un 10 y 20%. Además, se producen caídas del 9 y 4 % en grasa y proteína, respectivamente (Valtorta, 2004). En paralelo, se registra un aumento del recuento de células somáticas.

Los parámetros reproductivos se deterioran pasando de tasas de concepción del 40% a menos del 10% (Flamenbaum, 2008). Se incrementa el intervalo entre partos y los descartes por esterilidad.

En los veranos 2010/2011 y 2011/2012, en el INTA Rafaela se realizaron dos estudios con el objetivo de evaluar el efecto del sombreado y la refrigeración en el sector de comedero sobre el confort y la producción de vacas lactantes en corrales de alimentación. Se compararon 2 grupos de vacas, un testigo y otras que recibieron refrescado (sistema de ventilación y mojado) desde las 09:00 hasta las 19:30 hs. Con respecto a la producción de leche los animales refrescados produjeron un 15% más en ambos ensayos. A su vez, incrementaron la eficiencia de conversión leche:alimento (kg leche/kg MS) en un 14%.

Como parámetros de bienestar animal se midieron la frecuencia respiratoria FR y la temperatura rectal TR 2 veces por semana, en 2 mediciones diarias, a las 08:00 y a las 13:30 hs. Las vacas refrescadas tuvieron un incremento del 39.2% y 0.59% entre ambas mediciones, para TR y FR respectivamente. Mientras que las vacas no refrescadas tuvieron un incremento del 58.3% y 1.28% para TR y FR respectivamente. Esto demuestra que el enfriamiento de los animales mejora su confort impactando positivamente en su bienestar.

Otra de las mediciones efectuadas fue la observación del posicionamiento y comportamiento animal. En relación al mismo, las vacas refrescadas pasaron un 40% del tiempo diurno en el sector de comedero, refrescándose y/o comiendo; mientras que las vacas no refrescadas solo pasaron un 5% de su tiempo, lo que trajo aparejado un menor consumo de alimento.

Manejando el estrés calórico

Existe un conjunto de prácticas de manejo e instalaciones tendientes a limitar el impacto del estrés térmico como son:

- Adaptar los **horarios de ordeño**. Especialmente si las instalaciones son deficientes y los tiempos de ordeño prolongados.
- **Evitar caminatas largas** durante los momentos del día con mayor ITH (mayor estrés)
- **Manejar el pastoreo** en los momentos con menor ITH diario, tardecita/noche
- Proporcionar **agua** de calidad en cantidades suficientes y en lugares estratégicos, que permitan un fácil, rápido y cómodo acceso a los animales (Taverna et al, 2012)
- Utilización de **dietas frías** que por su composición minimizan la generación de calor metabólico manteniendo la oferta de nutrientes, sin afectar la salud y el normal funcionamiento ruminal
- **Sombra** natural y/o artificial en corral de espera, potreros y lugares de encierro de animales. La finalidad de las mismas es disminuir la incidencia de la radiación solar directa sobre el ganado, para generarle un ambiente más confortable al animal. Estas estructuras, cuando están bien diseñadas, reducen entre un 40 y un 50% la incidencia de calor radiante sobre los animales. Existen diferentes alternativas, desde móviles a fijas y de diferentes materiales. En ensayos desarrollados en INTA Rafaela permitieron un incremento de la producción de leche del 9% en comparación con vacas que no disponían durante las olas de calor (Ghiano et al, 2011).

- Implementar **sistemas de ventilación y aspersion** conjuntamente con sombra. Esta última propuesta consiste en aplicar ciclos consecutivos de aspersion de agua y de ventilación forzada sobre las vacas, práctica utilizada a nivel de corral de espera y en el sector de suministro de alimentos en sistemas PMR o TMR (corrales estabilizados para alimentación, galpones). La utilización de los mismos previo a los ordeños permitió incrementar la producción de leche en un 5% (Valtorta, 2003) y en un 15% si se usaban durante las horas del día donde el ITH era mayor al umbral de confort 72 (Ghiano, 2012). Un estudio económico desarrollado por Flamenbaum (2013) muestra para la zona definida en este trabajo ingresos adicionales de 80 a 200 U\$S/vaca/año, utilizando sistemas de ventilación y mojado.

Estudios realizados por el INTA en nuestro país, así como otros del exterior, demuestran que las inversiones en instalaciones para reducir el estrés calórico tienen un corto periodo de repago y una vida útil prolongada. A su vez, las pautas de manejo mencionadas en este informe son adaptables a cualquier empresa tambora. Los montos de dinero a comprometer para limitar los problemas de estrés calórico son reducidos respecto de los montos de facturación de un tambo, independientemente de su tamaño.

Bibliografía

- Campaña “Menos estrés, más plata”. Sitio web: <http://anterior.inta.gov.ar/lecheria/menosestres>.
- Boletín semanal de monitoreo del estrés calórico. Sitios web: <http://inta.gov.ar/documentos/monitoreo-semanal-de-estres-calorico>. http://climayagua.inta.gov.ar/seguimiento_del_indice_de_estres_calorico.
- Flamenbaum I, 2008. Manejo del Estrés Calórico del Ganado Lechero en Entorno Tropical y Subtropical. X Congreso Panamericano para la Leche. San Jose, Costa Rica.
- Flamenbaum I, 2013. Ventajas de la gestión del estrés calórico en el rodeo lechero. FEPALE Federación Panamericana de Lechería. Año 1 N° 7. Julio 2013.
- Ghiano J, Gastaldi L, Walter E, Taverna M, 2010. Manejo del estrés calórico en el tambo. Ficha técnica N° 13, INTA Lechero.
- Ghiano J, Gastaldi L, Walter E, Taverna M, 2011. Manejo del estrés calórico en el tambo, Alternativas de sombras. Ficha técnica N° 17, INTA Lechero.
- Ghiano J, Gastaldi L, Walter E, Taverna M, 2011. Manejo del estrés calórico en el tambo, ventilación y aspersion. Ficha técnica N° 18, INTA Lechero.
- Ghiano J, Gastaldi L, Walter E, Taverna M, 2012. Evaluación técnica económica de inversiones destinadas a limitar el estrés calórico de las vacas. Ficha técnica N° 18, INTA Lechero.
- Taverna M, Ghiano J, Gastaldi L, Walter E, 2012. El agua de bebida. Punto clave para limitar el estrés calórico. INTA Lechero.
- Taverna M, Ghiano J, Gastaldi L, Walter E, 2014. Manejando el estrés. Recomendaciones para reducir el impacto del calor en el ganado bovino. INTA Lechero.
- Valtorta SE, Gallardo MR, 2004. Evaporative cooling for Holstein dairy cows under grazing conditions. Int. J. Biometeorol. 48: 213-217.
- Valtorta SE, Gallardo MR, Castro HC, Castelli ME, 1996. Artificial shade and supplenetation effects on grazing dairy cows in Argentina. Trans ASAE 39: 233-236.

Ganadería de Precisión: Uso de subproductos de la agroindustria

Ing. Agr. M.Sc. Miriam Gallardo

La agroindustria genera una gran variedad de alimentos de alto valor nutricional para agregar valor a la ganadería argentina

El notable desarrollo de la agricultura nacional, acompañado por un fuerte incremento en la industrialización de las materias primas ha generado un abanico muy amplio de alimentos alternativos, que permiten explorar opciones de menor costo, mayor eficiencia y mejora de la rentabilidad de los sistemas ganaderos.

Los sub-productos o residuos de la elaboración de cereales y oleaginosas y de materias primas como cítricos, leche y otras, poseen alto valor nutricional debido a que en los procesos de extracción industrial se concentran en ellos uno o más compuestos químicos, tales como proteínas, lípidos y carbohidratos fibrosos. Incluso, muchos pueden constituir fuentes alternativas de energía para reemplazar una parte del clásico grano de maíz, insumo básico de las dietas concentradas de los bovinos.

Sin embargo, cada uno de ellos posee características muy particulares pero la característica común en todos es la alta variabilidad en composición de nutrientes, dentro y entre partidas. Por esta razón, es necesario un conocimiento acabado de estos insumos para determinar su valor nutricional en orden al logro de dietas balanceadas. *Los análisis químicos y las evaluaciones sensoriales representan determinaciones clave para tal propósito.*

A continuación, se detallan las principales evaluaciones para los subproductos de mayor distribución destinados a la alimentación del ganado en Argentina.

Los subproductos de la molienda de cereales

Afrechillo de trigo

Desde el punto de vista nutricional este residuo puede definirse como un alimento de tipo energético-proteico, con valores intermedios tanto de energía como proteínas. Puesto que es un subproducto de la extracción de almidón para fabricación de harina, es rico en fibra que proviene de la cubierta que protege a los granos, con un remanente de proteínas aceptable.

Afrechillo de Trigo: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos ⁽²⁾

Análisis Sugeridos	Máximos	Mínimos
Humedad %	13.5	9.0
P B %	-	15.0
FDN %	60.0	-
Lignina %	3.5	-
Cenizas %	6.5	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites).

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional, en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

Inspección Sensorial

Variables	Aceptable	rechazable
Color	Habano dorado/ Opaco/uniforme	Marrón oscuro/ color heterogéneo
Presentación/textura	Pellets firmes/ unidades distinguibles	+ 10% del material está desmenuzado/polvo pellets aparecen "hinchados"
Olor	Suave a cereal	Rancio-pútrido-mohoso
Material extraño	Limpia, libre de insectos y arácnidos. Aglutinantes permitidos	Elementos extraños, tierra/mohos

Recomendaciones de uso:

El valor energético del afrechillo de trigo como única fuente energética representa entre 35 a 40% del potencial que tiene el grano de maíz. Por tal razón, es conveniente suministrarlo en combinación con otros concentrados más potentes ya que su contenido en almidón es muy bajo (< 9%). Como fuente de fibra efectiva tiene un valor interesante por su alta capacidad de "flotabilidad" y baja tasa de "imbibición" ruminales, principalmente cuando se presenta bajo la forma de pellets firmes de gran tamaño (> 6 mm)

Gluten Feed

Es el resultado de la molienda húmeda del Maíz, luego de la extracción de aceite (germen), almidón y algo de gluten del grano. Es un recurso que se presenta tanto húmedo como deshidratado. El *Gluten Feed* húmedo es el más popular para el ganado.

Gluten Feed de Maíz: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos⁽²⁾

Análisis Sugeridos	Valores Máximos	Valores Mínimos
Humedad %	50.0 (húmedo)	9.0 (deshidratado)
P B %	-	19.0
FDN %	38.0	-
EE %	3.5	-
Cenizas %	6.5	-
NIDA%	<0.20	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites). NIDA: Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido/% de la MS total, determina indirectamente la biodisponibilidad de proteínas y eventuales deterioros por "calentamiento" excesivo (Reacción Maillard")

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

Inspección Sensorial:

Variables	Aceptable	rechazable
Color	Amarillo-naranja/brillante (pigmentos Xantófilas)	Marrón: Gradientes del color
Presentación/textura	* Masa húmeda/ mullida/ partículas homogéneas * Harina seca: granulometría homogénea * Pellets firmes	* Masa húmeda Apelmazada/ "gomosa"/ Material "aguachento" * harina seca: apelmazada *Pellets desmenuzados en + 20%
Olor	Suave a fermentación levemente dulzón	Olor fuerte-picante/ Pútrido
Material extraño	Material limpio. Aglomerantes permitidos en pellets	Elementos extraños, tierra mohos

Como en otros recursos de este tipo, productos de la fermentación húmeda, se debe prestar especial atención a las condiciones de almacenamiento y tiempo de conservación, para evitar el deterioro y la contaminación.

Recomendaciones de uso:

Posee una adecuada concentración energética, con niveles de almidón residuales del orden al 16-19%. Es apto para mezclas de ganado lechero y de carne, pudiendo reemplazar parte del grano de maíz en 20 a 30% aproximadamente, dependiendo de la categoría animal. Contiene además el salvado del maíz y por lo tanto la fracción de fibra (FDN) es muy digestible. Además, la forma física de las partículas de fibra otorga cierta efectividad ruminal y puede reemplazar parte de algunos forrajes (ensilaje de maíz), principalmente en las raciones de feedlot. El contenido en proteínas es muy aceptable, alrededor del 19-22% y su inclusión puede contribuir a reducir los niveles de los concentrados proteicos típicos más costosos (harinas o expeller de soja). En términos generales para dietas balanceadas de vacas de alta producción, su proporción en la MS total de la dieta no debiera superar el 30%. Se sugiere además ingresar este alimento con un acostumbramiento previo, e integrar parte de la misma no menos de 60 días consecutivos, evitando interrumpir su suministro en forma brusca. Además, proveer la fibra efectiva necesaria para no desmejorar los sólidos de la leche (menos grasa).

Subproductos de destilería**Hez de Malta**

La Malta húmeda o Hez de malta es el bagazo residual de la elaboración de la cerveza. Sus ingredientes principales son cebada malteada, sémola de maíz y/o arroz quebrado, dependiendo del origen. La presentación normal es húmeda.

Malta Húmeda: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos ⁽²⁾

Análisis Sugeridos	Valores Máximos	Valores Mínimos
Humedad %	75	-
P B %	-	24.0
FDN %	50.0	-
EE %	8.5	-
Cenizas %	4.0	-
NIDA%	<0.12	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites). NIDA: Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido/% de la MS total, determina indirectamente la biodisponibilidad de proteínas y eventuales deterioros por “calentamiento” excesivo (Reacción Maillard”)

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional, en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

Inspección Sensorial:

Variables	Aceptable	rechazable
Color	Gradientes del color pardo, según cereales de origen	Marrón muy oscuro con Secciones negras y algunos focos blancos
Presentación/textura	Masa húmeda /consistente/ No se desintegra con facilidad No derrama líquidos en exceso	Masa muy “aguachenta” Resbaladiza/”gomosa”
Olor	Típico a malta (Suave a café torrado) y Levemente dulzón	Olor fuerte/pútrido/ olor a madera mojada y mohosa
Material extraño	Material limpio sin agregados	Elementos extraños, mohos /tierra/restos metales

Recomendaciones de uso

Se puede incorporar en las raciones de todas las categorías de ganado, entre un 15-25% de la MS total, en función de los requerimientos a cubrir. Los niveles de lípidos también suelen ser interesantes, de 6 a 9% como extracto etéreo. Por su riqueza en nutrientes y nivel de humedad, se recomienda siempre almacenarlo adecuadamente porque es muy propenso a la mala fermentación posterior, contaminación y al rápido deterioro. La utilización de bolsas plásticas como las utilizadas para ensilajes de forrajes puede ser un modo adecuado de preservación para un período más prolongado: 15-18 días. Como en otros recursos de este tipo, entrar en la dieta con un acostumbamiento previo, e integrando parte de la misma no menos de 60 días consecutivos, evitando cambios bruscos de alimentación.

Residuos de Bio-etanol (Burlandas /WDG-DDG)

En Argentina la mayor parte del etanol producido en la actualidad proviene de maíz, aunque se pueden utilizar otros granos y forrajes ricos en azúcares. Para obtener etanol, el grano se procesa y se mezcla con levadura para convertir el almidón en alcohol (etanol) y dióxido de carbono. El etanol se separa por destilación y el líquido restante se centrifuga para eliminar algo de agua. Los residuos resultantes se denominan *granos húmedos de destilería* ó “*burlandas*” y contienen, de manera concentrada, la mayor parte de la fibra, lípidos, proteínas y minerales que se encuentran en los granos originales.

El líquido eliminado por centrifugación se puede secar parcialmente y convertir en “solubles de destilería condensados”. Los *solubles* ó *vinaza* son muy ricos en nutrientes, con una consistencia parecida a la melaza. La vinaza puede ser nuevamente incorporada a la masa de residuo, proveyendo más energía y por lo tanto muy recomendables para reemplazar al maíz.

Los subproductos del etanol pueden salir al mercado tanto húmedos como deshidratados, siendo el primero el más común en la actualidad. A nivel internacional se los conoce con las siglas en inglés: WDG (húmedos) y DDG (secos). Si contienen los solubles (vinaza) se los denomina : WDSG (húmedos) y DDSG (secos).

Burlanda húmeda: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos ⁽²⁾

Análisis Sugeridos	Valores Máximos	Valores Mínimos
Humedad %	65.0	-
P B %	-	28.0
FDN %	42.0	-
EE %	12.0	-
Almidón %	5.0	-
Cenizas %	5.0	-
Azufre (S) %	0.55	-
NIDA%	<0.11	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites). NIDA: Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido/% de la MS total, determina indirectamente la biodisponibilidad de proteínas y eventuales deterioros por “calentamiento” excesivo (Reacción Maillard)”

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional, en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

Burlanda SECA: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos ⁽²⁾

Análisis Sugeridos	Valores Máximos	Valores Mínimos
Humedad %	7.0	-
P B %	-	28.0
FDN %	35.0	-
EE %	12.0	-
Almidón %	5.0	-
Cenizas %	5.0	-
Azufre (S) %	0.55	-
NIDA%	<0.12	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites). NIDA: Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido/% de la MS total, determina indirectamente la biodisponibilidad de proteínas y eventuales deterioros por “calentamiento” excesivo (Reacción Maillard)”

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional, en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

Inspección Sensorial:

Variables	Aceptable	rechazable
Color	Amarillo suave Anaranjado “ligero” Tonos brillantes	Marrón muy oscuro/ color desuniforme/opaco (focos negros/ blancos)
Presentación/textura	Masa húmeda/ compacta/ Suave y homogénea No se desintegra con facilidad No derrama líquidos en exceso	Masa muy “aguachenta” Resbaladiza/”gomosa” Masa “grumosa” ó “apelmazada”
Olor	Suave a fermentación y Levemente dulzón	Agresivo/rancio/pútrido
Material extraño		Elementos extraños, Mohos /tierra/restos metales

Las burlandas húmedas son materiales biológicos poco estables y con alto riesgo de descomposición y oxidación (enranciamiento) por los elevados aceites insaturados presentes. El almacenamiento debe ser apropiado (silos bolsa; celdas de cemento). Al igual que la malta, no son productos que pueden permanecer a la intemperie muchos días sin deteriorarse, 3 a 5 días como máximo, dependiendo del clima. No obstante, si estos residuos se deshidratan son más estables, aunque puede correr riesgo la calidad de la proteína si el calor aplicado durante el secado es excesivo

Recomendaciones de uso

Para vacas lecheras, la cantidad de lípidos que contienen puede ser un factor limitante. Los nutricionistas sugieren formular con una cantidad máxima hasta el equivalente a 2% de lípidos provenientes de este recurso, si no se suministran otras fuentes de grasa. Los cálculos para determinar las cantidades máximas en la dieta podrían efectuarse de la siguiente manera:

Ejemplo.

La burlanda contiene 12% lípidos: $(2/12) \times 100 = 16.7$. Por lo tanto: NO superar el 17% en la MS total de la dieta.

Hasta el límite máximo, la cantidad a incorporar dependerá del precio. Si son muy baratos y los lípidos bajos, podrían incorporarse hasta en 25% de la MS total. Pero si son más costosos que otros alimentos, las dietas pueden prescindir de este recurso.

Para ganado bovino de carne, los niveles de inclusión pueden llegar hasta un 30-40% de la MS total de dieta. En tal sentido, se pueden obtener muy buenos resultados de reemplazo de grano de maíz, observando ciertas precauciones para un adecuado balance.

La burlanda húmeda no es recomendable para terneros de menos de 4-5 meses de edad ya que su aparato digestivo no está totalmente desarrollado para metabolizar estos productos en grandes cantidades.

Subproductos de extracción de aceites comestibles y biodiesel

Cascarilla de soja

Con el auge del cultivo de soja para exportación, el poroto ha comenzado a “decascarillarse” para producir harinas proteicas de mayor calidad y competitividad.

Análisis químicos:

Considerar que los valores de los análisis que normalmente se reportan entre partidas tienen un coeficiente de variación superior al 6 % en todos los parámetros, pero FDN y Cenizas pueden superar holgadamente el 8%.

Cascarilla de Soja: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos ⁽²⁾

Análisis Sugeridos	Valores Máximos	Valores Mínimos
Humedad %	13	10.0
P B %	-	10.5
FDN %	64.0	-
Lignina %	4.0	-
EE %	3.5	-
Cenizas %	7.0	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites).

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

Inspección Sensorial:

Variables	Aceptable	rechazable
Color	Habano (marrón suave)/ escasas pintas oscuras	Marrón oscuro-negro
Presentación/textura	Pellets firmes/ unidades enteras / distinguibiles	+ 20% del material está desmenuzado/ mucho polvo/pellets “hinchados”
Olor	Suave/propia del producto	Olor a tierra/mohoso
Material extraño	Limpia, libre semillas malezas/ insectos y arácnidos	Elementos extraños, tierra/insectos/hongos

Recomendaciones de uso:

Las cascarillas o cutículas que recubren a los porotos de soja pueden considerarse alimentos de alta digestibilidad (> 75%). Si bien los elevados niveles de FDN, tienen un buen valor nutricional derivado de su alto contenido en pectinas, que son pentosas de alta degradabilidad ruminal. Por esta razón, se pueden emplear como una excelente fuente de fibra fermentable (energía) y para reducir el impacto negativo del almidón en las dietas con mucho grano. Para vacas lecheras o novillos en terminación, la cascarilla de soja permite remplazar una proporción de los granos clásicos como de los silajes “energéticos” de planta entera (maíces/sorgos). Además, posee niveles de proteína muy aceptables (14-16% PB). En vacas de alta producción puede reemplazar hasta un 30% al grano de maíz y hasta un 25% al forraje proveniente de silaje de maíz, siempre que la fibra efectiva permanezca en niveles aceptables para estimular la rumia. Los excesos pueden afectar los niveles de grasa butirosa en leche y fomentar la inversión de sólidos (más proteína que grasa) .

Harinas y Expeller de oleaginosas

De acuerdo a la normativa vigente en Argentina (SAGPyA, Norma XIX: 317/99) “se entiende por subproductos oleaginosos, a los residuos sólidos resultantes de la extracción industrial del aceite de granos oleaginosos, obtenidos por presión y/o disolvente, provenientes de la elaboración de mercadería normal, sin el agregado de cuerpos extraños ni aglutinante”. La comercialización de estos insumos se clasifica como:

a. Expellers: “Residuos de elaboración por prensa continua”.

b. Harina de extracción: “Residuos de la elaboración por disolvente y salvo estipulación especial no se diferencian por su granulación, pudiendo ser fina, en grumos, aglomerados o pedazos, según los distintos sistemas de extracción y secado”.

La **Harina de extracción “extrudida” (Ext)**, No se utiliza solventes, proviene del proceso de *extrusión*, que consiste en dar forma física al producto forzándolo a través de una abertura, en una matriz de diseño especial. Durante la extrusión los granos, previa limpieza, son obligados a pasar por un tornillo sinfín que gira a cierta velocidad, generando alta presión y temperatura. Las extrusoras en general tienen elementos comunes en diseño y función pero no todas son iguales (se clasifican como húmedas o secas y como simples o de doble hélice) y estas diferencias tienen efectos importantes sobre las características del producto final. La extrusión también se puede combinar con el prensado, produciendo harinas extrusión-prensado (Ex-P) de alta calidad.

c. Pellets: “Son los comprimidos (cilindros) provenientes de los residuos de la extracción del aceite de los granos oleaginosos definidos anteriormente. El largo y el diámetro de los comprimidos podrán ser de cualquier medida, salvo estipulaciones expresas en el boleto de compra-venta”.

En términos nutricionales, los residuos de extracción de soja son de excelente calidad comparativa a las harinas/expeller de otras oleaginosas. Para el ganado de altos requerimientos y desde el punto de vista estrictamente de la calidad de la proteína (lisina), el siguiente ranking muestra las posiciones de valor nutritivo, en orden descendente:

- 1 - Soja y maní (descascarillados)
- 2 - Lino y Girasol (alta proteína y con menos 30% de Fibra Detergente Ácido)
- 3.- Colza (también denominada Canola)
- 4.- Algodón
5. Girasol (baja proteína y FDA mayor a 30%)
- 6.- Cártamo

A continuación se detallan los atributos químicos y sensoriales de Soja y Girasol por ser éstos los más ampliamente comercializados para el ganado.

Harinas y Expeller de Soja

Análisis químicos:

Harinas y Expeller de SOJA: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos ⁽²⁾

	Tipo de extracción					
	Expeller		Harina ⁽³⁾ (prensa-solvente)		Harina Extrusión	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Humedad %	6.0	-	11.5	-	6.0	-
PB %	-	42.0	-	43.5- 47.0 ⁽³⁾	-	42.0
FDN %	< 15.0	-	< 12.0	-	12.0	-
EE %	< 7.5	-	2.5	-	<8.0	-
Cenizas %	6.5	-	6.5	-	6.5	-
NIDA %	< 0.15	-	< 0.10	-	< 0.15	-
Actividad Ureásica (unidades pH)	0.20	-	< 0.15	-	0.20	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites). NIDA: Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido/% de la MS total, determina indirectamente la biodisponibilidad de proteínas y eventuales deterioros por “calentamiento” excesivo (Reacción Maillard”)

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional, en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

⁽³⁾ ProFAT: 44%; HiPRO: 47%; LowPRO:43.0

Inspección Sensorial: (generalidades para todas las formas de presentación)

Variables	Aceptable	rechazable
Color	Habano claro Opaco/homogéneo	Marrón oscuro-negro/ heterogéneo
Presentación/textura	Harina granulada/ Trozos de igual grosor Pellets firmes/ unidades distinguibles	+ 10% del material está desmenuzado/ hay polvo visible
Olor	Sin aroma distintivo	tostado/mohoso/leve rancidez
Material extraño	Limpio/libre de insectos y arácnidos	Elementos extraños, tierra/mohos

Recomendaciones de uso:

Las harinas y los expeller de soja son alimentos esencialmente proteicos muy costosos y se deben adicionar en cantidades estrictamente controladas en orden a satisfacer los requerimientos proteicos del ganado, equilibrando la dieta. Los excesos o déficit de estos concentrados resultan siempre en enormes pérdidas de eficiencia. Si las cantidades incorporadas para un adecuado balance fuesen menores a las requeridas, el resultado será una deficiencia a nivel ruminal, con menor rendimiento microbiano. Por el contrario, cuando las cantidades son excesivas, incrementan las pérdidas de nitrógeno amoniacal, con formación de urea en exceso y por ende, un deterioro en la utilización tanto de las proteínas como de la glucosa metabólica. Para el ganado lechero de alta producción, los excesos ó el déficit repercutirán en balance de Lisina y Metionina, aminoácidos considerados esenciales para la síntesis de leche, donde no sólo es importante la cantidad de cada uno en la ración, sino también la relación que guardan entre ellos.

Expeller y harinas de Girasol

El expeller de Girasol representa el residuo de la extracción de aceites de la semilla. En función del mecanismo de extracción utilizado se pueden distinguir las siguientes categorías:

- Harinas presión (Pre- presión fría y posterior presión hidráulica vs. presión con calor)
- Harina Extracción Solvente
- Pelletización

El proceso de extrusión para girasol es escasamente utilizado en Argentina

Desde el punto de vista nutricional se clasifican en dos tipos en función del contenido en proteínas y de la cantidad de cáscara remanente en el residuo:

- Alta Proteína-Baja Fibra (descascarillado o con poca cáscara)
- Baja Proteína-Alta Fibra (semilla entera)

Harinas y Expeller de GIRASOL: Análisis de Laboratorio ⁽¹⁾ y Composición Química Sugeridos ⁽²⁾

	Alta Proteína-Baja Fibra		Baja Proteína-Alta Fibra	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Humedad %	9.0	-	9.0	-
PB %	-	> 42	-	30.0
FDN %	< 30.0	-	38.0	-
EE %	1.5	-	2.5	-
Cenizas %	6.5	-	6.5	-
NIDA %	< 0.12	-	< 0.15	-

⁽¹⁾ **Determinaciones de mínima:** PB: proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; EE: Extracto Etéreo (Lípidos: grasas y aceites). NIDA: Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido/% de la MS total, determina

indirectamente la biodisponibilidad de proteínas y eventuales deterioros por “calentamiento” excesivo (Reacción Maillard”)

⁽²⁾ **Máximos y Mínimos** aceptables para no desmejorar el valor nutricional, en base a datos de laboratorios sólo de Argentina

Inspección Sensorial

(generalidades para todas las formas de presentación)

Variables	Aceptable	rechazable
Color	Variantes del Marrón al negro ⁽¹⁾ con pequeñas pintas claras Brillante	Grisáceos-opocos Totalmente Negro carbón
Presentación/textura	Pellets muy firmes unidades distinguibles cilindros gran diámetro (+ 6 mm)	+ 10% del material está desmenuzado en partículas muy pequeñas
Olor	Sin aroma distintivo	Quemado Mohoso madera mojada
Material extraño	Limpio/libre de insectos y arácnidos	Elementos extraños, tierra/mohos

(1) Menos proteínas y más fibra: color marrón ; Más proteína y menos fibra tiran al negro

Recomendaciones de uso:

Para ganado de carne es un concentrado proteico con escasas restricciones de uso que no sean aquellas que el propio equilibrio de la dieta exige, de acuerdo a los requerimientos. Representan excelentes recursos para suplementar vacas de cría sobre forrajes pobres en proteínas. En terneros, la opción recomendable son los pellets de Alta proteína-Baja fibra, el de mayor valor nutritivo.

Para vacas lechera de alta producción la limitante es su elevado nivel de proteína NO degradable en rumen y la inferior calidad en aminoácidos (lisina). Por estas razones es indicado utilizarlo en mezclas con proteicos de más valor (soja). Para estas categorías de altos requerimientos siempre se prefieren los materiales Alta proteína-Baja fibra, ya que las cáscaras de la semilla son de muy baja digestibilidad y su volumen terminan diluyendo los compuestos más digestibles. En caso de utilizar pellets inferiores (Baja proteína—Alta fibra), no superar 10 a 15% de la MS total de la dieta.

Deterioro y contaminación de los subproductos agroindustriales

En todos los alimentos pero especialmente en los subproductos de la molienda y/o fermentación húmeda de los cereales y en los residuos de extracción de aceites los riesgos de deterioro del valor nutricional, la pérdida de calidad y la contaminación siempre son muy elevados.

El auto-calentamiento (reacción de Maillard) de los materiales e inicio de las actividades biológicas de 3er orden (procesos oxidativos) suelen constituir los factores principales de severa pérdida de calidad y deterioro. Las variables que promueven estos fenómenos son: humedad del alimento y del ambiente, oxígeno, elevados contenidos residuales de aceites insaturados, altos niveles de fibra y en algunos casos, el tamaño de las partículas (que no permiten un adecuado acondicionamiento en los depósitos).

Los recaudos para evitarlos deben ser tomados siempre desde el origen de cada proceso industrial y posteriormente poner énfasis en las condiciones más adecuadas de transporte, almacenamiento y posterior suministro.

Además, cuando se exponen a la intemperie o a una mala conservación son propensos a la contaminación con hongos y si las condiciones del ambiente son favorables, éstos pueden producir micotoxinas, que son metabolitos secundarios generados por ciertas especies de mohos que crecen sobre sustratos ricos en nutrientes.

Las aflatoxinas, micotoxinas de hongos del género *Aspergillus*, son consideradas muy peligrosas por su poder contaminante, aún a muy bajas concentraciones; por el tipo de daño que ocasionan (muchas veces irreversible) y por su capacidad de acumularse en productos animales y continuar contaminando la cadena alimentaria.

Entre las toxinas más frecuentes y perjudiciales se encuentran la zearalenona y los tricotecenos (toxina T-2, diacetoxiscipernol o DAS y el deoxinivalenol o DON).

El conteo de hongos esperable en un alimento de buena calidad es de <300.000 ufc/g.

Si supera 600.000 ufc/g de alimento hay que estar alerta

Si los conteos exceden 1.000.000 ufc/g, existe una condición de peligro y extrema contaminación.

Sin embargo, una alta contaminación con hongos no siempre es signo de peligrosa contaminación con micotoxinas y ante la sospecha, es conveniente realizar los análisis correspondientes.

Patologías asociadas a micotoxinas específicas y concentraciones máximas sugeridas en la dieta de bovinos (partes por billón (ppb))

Micotoxinas	Efecto	Límite máximo sugerido en la dieta
Aflatoxinas	Disminución del desempeño animal y del estado general de salud. Residuos en leche	25ppb
DON (vomitoxina)	Menor consumo y producción de leche, recuento elevado de células somáticas en leche, reducción de la eficiencia reproductiva	300 ppb
Zearalenona	Modificaciones en el nivel de estrógenos, aborto (dosis altas), reducción del consumo de alimentos, disminución en la producción de leche, vaginitis, secreción vaginal, menor eficiencia reproductiva	250 ppb
Toxina T-2	Rechazo del alimento, pérdidas de producción. Gastroenteritis, hemorragias intestinales, muerte. En terneros, disminución de la respuesta inmunológica.	100 ppb

Finalmente, se recuerda que en Argentina están vigentes las normas de calidad específicas para la comercialización de estos productos (Ministerio Agricultura, Ganadería y Pesca, Normas de comercialización de Cereales y Oleaginosas).

Autoconsumo de silajes: cómo asegurar un buen resultado

Ing. Agr. M. Sc. Marcelo De León

Ing. Agr. Rubén Giménez

Área de Producción Animal

INTA EEA Manfredi

1. Descripción del sistema

El alto potencial de producción y la calidad de forraje que brindan los silajes de sorgo y de maíz, sumado a otras importantes ventajas como son la posibilidad de utilizarlos en épocas de déficit forrajero (estabilizando la oferta de forraje y permitiendo un mayor grado de utilización de las pasturas durante su ciclo de crecimiento) o durante todo el año ya sea como dieta base, como suplemento de otros alimentos o para corregir dietas desbalanceadas, han convertido a los silajes en el método de conservación de forrajes más utilizado actualmente en la Argentina.

Sin embargo, el impacto de la utilización de los silajes en la productividad y rentabilidad de los sistemas ganaderos dependerá fundamentalmente de las pérdidas producidas tanto en cantidad como en calidad del forraje; que en definitiva son una consecuencia de la eficiencia en el manejo de los mismos. De las pérdidas totales producidas en el proceso de utilización de silajes, más del 40% se producen entre la extracción y el suministro del silaje confeccionado.

Si bien la entrega del forraje conservado a los animales puede ser mecanizada utilizando una pala o fresa para la extracción y un mixer para su distribución, también existe la posibilidad de una entrega no mecanizada como es el caso del autoconsumo donde se permite el acceso directo de los animales al forraje. La minimización de las pérdidas producidas entre la extracción y el suministro no es necesariamente la consecuencia directa del sistema utilizado sino de la eficiencia con que se maneje cualquiera de ellos.

En los sistemas mecanizados, las pérdidas producidas dependerán de las características de la maquinaria utilizada, de la idoneidad del personal, del cuidado con que se ejecuten las tareas y de la correcta lectura de los comederos. Mientras que en los sistemas de autoconsumo dependerán de la cantidad de animales a alimentar, del sistema de contención elegido, del tiempo de permanencia de los animales en torno al silaje, de la superficie de silaje expuesto al medio, de la cantidad de forraje consumido diariamente y de la conformación de la dieta entre los aspectos principales.

La disponibilidad de maquinaria implica una importante inversión inicial, costos de mantenimiento y de utilización de la maquinaria y una considerable demanda de horas/hombre para la distribución de los silajes, lo que en muchos casos puede limitar la adopción de esta práctica tecnológica de alto impacto en los sistemas ganaderos. Por el contrario, los sistemas de autoconsumo son una alternativa de muy bajo costo y demanda de personal, debido a que los animales acceden en forma *directa y voluntaria* al alimento.

2. Requisitos para su adecuado funcionamiento

Para asegurar la obtención de resultados adecuados con el autoconsumo de silajes, es necesario tener en cuenta una serie de aspectos en su implementación práctica que se resumen a continuación en base a las experiencias realizadas y a resultados evaluados.

Se han analizado una serie de casos con distintos tipos de implementación que han permitido verificar los aspectos positivos y negativos en la definición del resultado final.

Manejo del Sistema de autoconsumo de silajes embolsados:

Ubicación de los silajes: La correcta elección del lugar donde se confeccionarán los silajes impacta directamente en las pérdidas potenciales, en la velocidad y comodidad con que se realizarán las labores de confección y utilización de los mismos y también en el confort de los

animales, cuando los silajes se aprovechan en sistemas de autoconsumo. Por tal motivo, para la primera etapa relacionada a la confección de los silajes se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- § Elegir los lugares más altos del establecimiento, en lo posible, sobre suelos firmes y con leve pendiente para favorecer el escurrimiento y evitar la acumulación de agua en torno a los silajes.
- § Elegir lugares abiertos que permitan la libre circulación de la maquinaria o de los animales.
- § Elegir lugares alejados de cortinas de árboles para evitar que su caída o el desprendimiento de ramas produzca la rotura de la bolsa o de la cubierta plástica utilizada para tapar los silos aéreos.
- § Confeccionar los silajes lo más cerca posible de los lugares de utilización para reducir los tiempos y los costos de distribución del forraje. Cuando existen varios sitios de suministro, los silos bolsas por almacenar menor cantidad de forraje que los silos aéreos, brindan la posibilidad de lograr una mejor distribución espacial del forraje llegando muy cerca de los animales. Los silos aéreos, estructuras que se caracterizan por una mayor acumulación de forraje, deben ser confeccionados en grandes superficies abiertas que normalmente, están alejadas de los sitios de aprovechamiento.

Los animales deben permanecer prácticamente todo el día en una ensenada construida en torno al silo.

Debe existir una estructura de contención y avance para regular la disponibilidad de forraje.

Las evaluaciones realizadas en la EEA INTA Manfredi demostraron que una estructura de contención (reja) adecuada debe presentar las siguientes características (Ver Foto 1):

- § Desarmable para facilitar su traslado y guardado. La reja debería estar formada por 3 o 4 cuerpos (1 o 2 frontales con un ancho total acorde al diámetro de la bolsa utilizada y 2 laterales de 2 m de ancho cada uno).
- § Liviana, pues se observó que cuando se realiza el manejo adecuado, los animales aguardan mansamente su turno de alimentación haciendo innecesario construir una estructura de contención muy pesada.
- § Sin divisiones verticales ya que no logran impedir que los animales ingresen al silo y tampoco permiten trabajar con animales astados. La presencia de un caño horizontal regulable en altura permite controlar el acceso al alimento de animales de diferentes categorías (aun astados).
- § La parte inferior de la reja (45 cm aproximadamente) debe ser ciega para evitar pérdidas de alimento por pisoteo o por derrame fuera de la estructura del silaje.
- § Con estructuras como la descrita y colocadas en bolsas de 9 pies de diámetro, es posible alimentar entre 60 y 100 animales (novillitos de 250 kg PV) en cada reja.



Las estructuras de autoconsumo deben ser colocadas en los extremos de las bolsas. De esta manera la superficie expuesta de silaje es menor y se remueve rápidamente reduciendo las pérdidas por exposición aeróbica o re-oxigenación y se asegura un alimento de mayor calidad para los animales.

Los laterales de las bolsas se deben proteger con un boyero eléctrico para evitar que los animales las rompan, generando pérdidas de forraje.

A medida que los animales van consumiendo el silaje, es necesario ir avanzando con la reja permitiendo el fácil acceso de los animales al alimento, lo que se puede hacer una o dos veces al día.

Tasa de avance de la cara de silaje (exposición aeróbica)

El aporte proteico que requiere una dieta balanceada en base a silajes de maíz o sorgo puede ser realizado de diversas maneras:

- § Pastoreo con horario de verdeos de invierno o alfalfa para lo cual, se debe permitir que los animales ingresen en algún momento del día a la pastura. El tiempo de pastoreo depende del aporte de proteínas de la pastura y del requerimiento animal. Se han logrado buenos resultados con ingresos al mediodía durante 3 a 4 horas.
- § Entregando algún concentrado proteico (excepto urea) en comederos ubicados próximos al silo, tarea que no implica importantes costos de distribución. El requisito es que los animales tengan asegurado el acceso simultáneo para el consumo del suplemento, mediante la asignación de 40 a 50 cm de frente de comedero para que el consumo sea el adecuado para todos los animales.

3. Seguimiento y evaluación del sistema

Además de las recomendaciones generales y la experiencia que se vaya logrando en cada caso, se propone la aplicación de un protocolo para el seguimiento y la evaluación del sistema desde el punto de su funcionamiento y del resultado productivo obtenido.

Este protocolo, desarrollado y aplicado en INTA Manfredi, (en: Curso de Forrajes conservados 2012) es el recomendado para generar toda la información necesaria que permitirá hacer una correcta valoración de cada uno de los puntos involucrados en el proceso de utilización del silaje en cada caso y permite comparar con otros sistemas de extracción y suministro.

4. Resultados

Algunos resultados obtenidos con distintos sistemas de utilización de silajes, permiten realizar comparaciones en los parámetros relacionados a la respuesta animal mediante el aumento diario de peso vivo (ADPV) de lotes de animales que se siguieron mediante su registro de peso y el coeficiente de variación (CV) que es un indicador de la variabilidad de la ganancia de peso entre animales individuales y representa, en un lote parejo, si todo los animales se alimentaron de manera similar, consumiendo la misma dieta en cantidad y calidad.

Como se puede observar en el Cuadro N° 1, se obtuvieron muy buenos resultados en ADPV con autoconsumos con pastoreo horario de pasturas y relativamente bajos CV (15,2), similares a los sistemas de alimentación con suministro de silajes en comederos con mixer (12,7) como se observan en el Cuadro N° 3.

Cuadro N° 1: Sistemas de Autoconsumo con pastoreo horario de pasturas

	Animales Totales	ADPV (kg/an/día)	Coef. de Variación	ADPV Mín. (kg/an/día)	ADPV Máx. (kg/an/día)
Autoconsumo c/pastoreo horario 2011/12	36	0,96 (kg/an/día)	13,0 %	0,74 (kg/an/día)	1,38 (kg/an/día)
Autoconsumo c/pastoreo horario 2010	30	0,66 (kg/an/día)	18,0 %	0,46 (kg/an/día)	0,96 (kg/an/día)
Autoconsumo c/pastoreo horario 2004	48	1,08 (kg/an/día)	14,5 %	0,70 (kg/an/día)	1,36 (kg/an/día)
Promedio			15,2 %		

Referencias: ADPV: aumento diario de peso vivo

Por otra parte, los sistemas de autoconsumo con el suministro del concentrado en comedero presentó buenos resultados en ADPV, pero un coeficiente de variación mas alto, seguramente debida a las diferencias en el consumo del suplemento proteico, ya que el de silaje fue el adecuado (Ver Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2: Sistemas de Autoconsumo con concentrado proteico en comederos

	Animales Totales	ADPV (kg/an/día)	Coef. de Variación	ADPV Mín. (kg/an/día)	ADPV Máx. (kg/an/día)
Autoconsumo c/concentrado 2011/12	20	0,84 (kg/an/día)	29,7 %	0,41 (kg/an/día)	1,24 (kg/an/día)
Autoconsumo c/concentrado 2009	21	0,71 (kg/an/día)	28,7 %	0,42 (kg/an/día)	1,20 (kg/an/día)
Promedio			29,2 %		

Cuadro N° 3: Sistemas pastoriles con suministro de silajes en comederos.

	Animales Totales	ADPV (kg/an/día)	Coef. de Variación	ADPV Mín. (kg/an/día)	ADPV Máx. (kg/an/día)
Pastura y silaje 2011/12 Inv. corta	36	0,93 (kg/an/día)	20,0 %	0,65 (kg/an/día)	1,28 (kg/an/día)
Pastura y silaje 2005/06 Manfredi	46	0,67 (kg/an/día)	8,4 %	0,56 (kg/an/día)	0,79 (kg/an/día)
Pastura y silaje 2005/06 Dean Funes	53	0,59 (kg/an/día)	10,4 %	0,44 (kg/an/día)	0,72 (kg/an/día)
Pastura, silaje y supl. 2005/06 Holando	57	0,84 (kg/an/día)	10,8 %	0,66 (kg/an/día)	1,06 (kg/an/día)
Pastura y silaje 2006/07 Manfredi	74	0,59 (kg/an/día)	12,7 %	0,38 (kg/an/día)	0,72 (kg/an/día)
Pastura y silaje 2006/07 Dean Funes	40	0,51 (kg/an/día)	13,6 %	0,37 (kg/an/día)	0,66 (kg/an/día)
Pastura y silaje 2007/08 Manfredi	57	0,58 (kg/an/día)	12,6 %	0,29 (kg/an/día)	0,74 (kg/an/día)
Pastura y silaje 2007/08 Dean Funes	43	0,53 (kg/an/día)	12,9 %	0,30 (kg/an/día)	0,64 (kg/an/día)
Promedio			12,7 %		

Las variables que se consideran en el Protocolo de seguimiento y evaluación de autoconsumo de silajes son las siguientes:

Información a tener en cuenta y registrar (puntos que se incluyen en el protocolo propuesto)

1. Ubicación del sistema

2. Condiciones climática imperantes durante la utilización del sistema

3. Caracterización inicial del silaje utilizado

4. Caracterización inicial de los animales utilizados

5. Caracterización del sistema de autoconsumo utilizado y de los otros componentes de la dieta.

6. Tasa de avance del frente del silaje.

7. Parámetros a evaluar durante la utilización del silaje y resultados a obtener:

- Calidad nutritiva y fermentativa del silaje
 - Densidad (kg MF y MS/m³ de silaje)
 - Temperatura
 - pH
 - Calidad: MS (%), PB (%), FDN (%), FDA (%), Lignina (%), Digestibilidad(%), CE (Mcal EM/kg MS), N-NH₃ y NIDA.
- Tamaño de picado (% de cada longitud)
- Pérdidas de silaje (kg MS/día)
- Respuesta Animal
 - Ganancia diaria de peso vivo (g/an)
 - Consumo (kg MS/an/día y % PV)
 - Eficiencia de conversión de alimento (kg MS/kg carne producido)

Venta y Canje
Biblioteca e Información
INTA E.E.A Manfredi

Ruta Nacional N° 9 – Km. 636
5988 Manfredi – Córdoba – Arg.

bibman@manfredi.inta.gov.ar
Tel-fax: 54-3572-493053, 58, 61
Cel: 15- 528- 706

Diagramación Técnica
Tec. Mauro Bianco Gaido

Imprenta Editorial
Jorge Omar Maita
Uruguay 470, Oncativo, Cba.
Tel. 03572 - 461031
jomaita@oncativo.net.ar
jorgeomar.maita@gmail.com

Tiraje: 2000 ejemplares
Marzo 2014