

ENSILAJES DE PASTURA DE ALTA CALIDAD: ASIGNATURA PENDIENTE EN EL CAMINO DE INTENSIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS LECHEROS. ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE ELABORACIÓN

Cajarville C.¹, Stirling S.², Repetto J.L.³

¹Departamento de Nutrición, Facultad de Veterinaria, UdelaR; ²Estudiante de Maestría, Facultad de Veterinaria, UdelaR, Becaría ANII; ³Departamento de Bovinos, Facultad de Veterinaria, UdelaR.

El proceso de intensificación de la producción lechera ocurrido en nuestro país en los últimos años se ha acompañado por un aumento sostenido de la producción vaca y por hectárea, en forma concomitante al incremento del consumo por vaca. Este crecimiento no se explica por un aumento en la producción de pasturas, que no ha evolucionado en forma acorde, sino que obedece básicamente al agregado de concentrados y reservas forrajeras, especialmente ensilajes, en la dieta. Es así, que las reservas forrajeras, que representaban tradicionalmente poco más del 20% de la dieta de las vacas (Leborgne, 1998) hoy constituyen casi la tercera parte de los alimentos ingeridos, que como se mencionó, han aumentado en cantidad por animal (Battistoti, 2012). En este contexto, los ensilajes han pasado, de ser un recurso utilizado en momentos de escasez, a convertirse en un componente estructural de las dietas. Por esta razón, para lograr altas producciones es cada vez más importante que los ensilajes se constituyan en un alimento de alta calidad.

A diferencia de lo ocurrido con los ensilajes elaborados con cultivos de verano como el maíz o el sorgo, es muy poco el avance observable en relación a calidad de las reservas elaboradas con pasturas o cultivos de invierno. Para este tipo de alimentos en nuestro país se comunican valores nutricionales muy bajos en cuanto al aporte de energía (1.0 -1.3 Mcal/kg de materia seca (MS) de ENI) y de proteína (110 -120 g de proteína bruta (PB)/kg MS) (D'Alessandro et al., 1994; Irigoyen et al., 2011) y esta puede ser esa una de las razones de su baja utilización en los predios. Menos del 7% del total de las reservas forrajeras de los predios lecheros corresponde a ensilajes y/o henilajes de praderas (Irigoyen et al., 2011). Como veremos a continuación, este tipo de forraje posee características que los hacen diferentes a los anteriores a la hora de ensilar. Este material tiene por objetivo revisar algunos aspectos clave del proceso de ensilaje que pueden ser importantes a considerar a la hora de elaborar reservas a base de pasturas o cultivos de invierno.

En este sentido, y en primer lugar, debemos recordar

que la calidad de cualquier ensilado depende básicamente de dos factores: 1) el valor nutritivo del forraje original, que está determinado por las especies predominantes en el cultivo, y sobre todo por el estado de maduración y 2) de la conservación, lo cual implica la existencia de un proceso de fermentación controlado y las condiciones de almacenamiento posteriores adecuadas.

EL PROCESO DE ENSILAJE

El ensilaje consiste en la conservación del forraje en forma húmeda por fermentación. Esta se produce gracias a determinados microorganismos (lactobacilos) que se encuentran latentes en el forraje y producen ácidos orgánicos (principalmente láctico) a partir de sus azúcares. Estos ácidos son responsables de la disminución de pH, mecanismo por el cual se conserva el material. A continuación se describe el proceso con más detalle, que es exactamente el mismo así se trate de ensilajes propiamente dichos, henolajes (ensilajes con menor humedad, en el país los más comunes son los "silopacks"), y que la estructura del silo sea tipo torre, trinchera, bunker, torta o silos embolsados en forma de "silobag". Dentro del proceso de ensilaje se diferencian las siguientes etapas una vez que el forraje fue cortado e introducido en el silo (Wilkinson y Davis, 2012):

1 - La fase inicial aeróbica: Durante esta primera fase, que comienza con el corte del forraje, actúan las enzimas de la planta (proteasas, carbohidrasas) que todavía están activas. La planta sigue respirando, lo que implica el uso de los carbohidratos solubles para producir CO₂ y H₂O, en un mecanismo que necesita de la presencia de oxígeno y que genera calor. El aumento de temperatura puede llevar a que se produzcan reacciones de Maillard o amarronamientos enzimáticos en los ensilajes (García et al., 1989) que se acompañan desde el punto de vista analítico, con un aumento en el contenido de N insoluble en fibra ácido detergente (NIDA) (Van Soest y Mason, 1991). Una vez que se introdujo el forraje en el silo, la presencia de oxígeno residual permite la acción de microorganismos aerobios facultativos, levaduras



y enterobacterias. Otro evento importante durante esta fase, es la actividad de las proteasas vegetales que destruyen las estructuras proteicas de la planta, con la consiguiente solubilización de las proteínas y la producción de amoníaco que se observa en forma habitual luego de finalizado el proceso de ensilaje (Aufrère et al., 1994; Bolsen et al., 1996; Repetto et al., 2005; Cajarville et al., 2012). Esta fase, que dura horas, puede ser responsable de una parte importante del deterioro del ensilaje, por lo que es deseable que transcurra en forma rápida. Su finalización depende de que se produzca la ausencia de oxígeno y la bajada del pH en el silo, ya que las enzimas necesitan para actuar que el pH del medio no sea menor a 6 (Elfernik et al., 2000).

2 - La fase de fermentación: Durante la fase de fermentación propiamente dicha, que se desarrolla en un medio anaerobio (en ausencia de oxígeno) se dan reacciones catabólicas, de oxidación incompleta. Las responsables de estas reacciones son las bacterias lácticas, que oxidan parcialmente los carbohidratos solubles presentes en el vegetal, obteniendo de ellos energía, dando como producto final ácido láctico (McDonald et al., 2006). Es importante recordar, que los sustratos que utilizan estas bacterias son los carbohidratos solubles (del tipo de los azúcares), y no carbohidratos complejos como los almidones. Debido a la producción de ácidos el pH baja, lo que impide el desarrollo de los microorganismos, permitiendo la conservación del material. Este proceso tiene una duración variable, pudiendo durar entre 7 a 21 días. La humedad lo favorece, enlenteciéndose en forma importante cuando ésta disminuye por debajo del 50% (Bolsen et al., 1996). A su vez, cuando la temperatura ambiente es baja, la fermentación es más lenta, ya que la mayoría de las bacterias ácido lácticas que actúan en el proceso de ensilaje tienen un rango óptimo de crecimiento entre los 25 y los 40 °C (Elfernik et al., 2002). La fase de fermentación finaliza cuando la producción de ácido láctico y de otros ácidos orgánicos por parte de los microorganismos hacen que el pH disminuya hasta niveles de 3.8 a 4, o cuando se acaban los carbohidratos solubles que son sustrato para los microorganismos fermentativos. Lógicamente, en este proceso la microflora del silo tiene un rol fundamental. Se distinguen dentro del silo diversos grupos de poblaciones microbianas, siendo las poblaciones de *Lactobacilos* (LAB), las responsables de desarrollar la fermentación láctica. Pertenecen a diversos géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*. Son aerobios facultativos, aunque tienen un crecimiento mayor en condiciones de anaerobiosis (Bolsen et al., 1996) y son muy

eficientes en bajar el pH. Como veremos, parece ser que las poblaciones naturales son muy variables y dependientes de distintos factores, como la especie vegetal o su estado fenológico, condiciones que obviamente condicionarán los productos finales de la fermentación, afectando el resultado final (Yang et al., 2010; Pang et al., 2011). Dentro de las bacterias LAB se distinguen las homofermentativas, como el *P. damnosus* y el *L. ruminisque* que producen ácido láctico a partir de hexosas como la glucosa (Muck, 2011) pero no degradan pentosas como la xilosa (Elfernik et al., 2002) y las heterofermentativas, como el *L. buchneri* que degradan tanto hexosas como pentosas, y además del ácido láctico producen ácido acético, etanol y CO₂. A su vez, estas últimas, pueden fermentar el láctico, produciendo acético y CO₂ a partir de él (Elfernik et al., 2002; Muck, 2011). Como veremos, a las heterofermentativas en los últimos años se les está dando importancia, debido a que pueden contribuir con la estabilidad aeróbica de los ensilajes, o sea con la conservación de las cualidades del material una vez extraído del silo

Además de la microflora responsable de la fermentación, existen en los materiales vegetales cantidad de microorganismos indeseables, que bajo determinadas condiciones pueden proliferar en esta fase o en las siguientes. **Las levaduras**, que producen alcoholes (etanol), son consideradas como los microorganismos más importantes a controlar en los ensilajes (Muck, 2010), principalmente porque las condiciones de bajo pH las favorecen. De hecho, las levaduras crecen a expensas de los azúcares y del ácido láctico, y son controladas por el ácido acético (Elfernik et al., 2000). Por su parte, las **Enterobacterias**, anaerobias facultativas, aunque en su gran mayoría no son patógenas, compiten con las LAB por los sustratos y además degradan proteínas, produciendo aminos biogénicos y ácidos grasos ramificados que reducen la palatabilidad de los silos y aumentan las pérdidas por óxido nitroso (Muck, 2011; Elfernik et al., 2002). Las Enterobacterias son incapaces de proliferar en ambientes con bajo pH, por lo que el descenso rápido del mismo inhibe su desarrollo en el silo (McDonald et al., 1991). Otros microorganismos a inhibir son los **Clostridios**. Además de los potenciales problemas para la salud que podrían causar algunos tipos de Clostridios, su importancia en los ensilajes es la fermentación butírica que producen a partir de ácido láctico, que reduce la calidad. Adicionalmente, estos microorganismos pueden interferir con el proceso de producción de derivados lácteos, principalmente de quesos (Elfernik et al., 2000). Al igual que las Enterobacterias, los Clostridios se inhiben con niveles



bajos de pH, y es muy importante que estos niveles se den rápidamente. En este sentido, Leibensperger y Pitt (1987) demostraron las posibles interacciones que pueden darse entre los contenidos en humedad de los materiales a ensilar, la bajada del pH y el crecimiento de Clostridios. Estos autores evaluaron la evolución del pH según los contenidos en materia seca (MS) del material original en ensilajes de gramíneas y de alfalfa. A medida que los contenidos de MS se incrementaron por encima de 25-30%, el pH fue más difícil de bajar, favoreciendo el crecimiento de los Clostridios, y esto fue especialmente dramático cuando el cultivo era alfalfa. En general, dentro de ciertos márgenes, cuanto menor humedad tiene el material, más demora el pH del silo en bajar a valores de 4. Otro microorganismo potencialmente patógeno que puede proliferar cuando las condiciones de anaerobiosis y la bajada de pH no son suficientes, es la *Listeria monocytogenes* (Bolsen et al., 1996). En general es reconocido que un bajo pH es suficiente para controlar este microorganismo. Sin embargo, Donald et al (1995) observaron *Listeria* en ensilajes con pH correctos (4.2), pero con una fermentación restringida, sugiriendo que los productos de la fermentación en sí mismos (ácido láctico) y no sólo el pH, son determinantes para controlar estas poblaciones microbianas patógenas.

3 - La fase estable del silo: Durante esta fase la actividad es muy baja si el silo fue bien cerrado y la bajada de pH fue suficiente. De todas formas, en este momento se producen cambios en la degradación de las fibras, ya que algunos componentes de la pared (hemicelulosas) pueden ser degradadas y transformadas en carbohidratos solubles (Bolsen et al., 1996). En esta fase es muy importante la permeabilidad del material con que el silo fue tapado. Materiales permeables pueden llevar al ingreso de oxígeno, con la consiguiente proliferación de microorganismos aerobios facultativos como levaduras y hongos, e incluso patógenos como la *Listeria*.

4 - Fase de extracción del material del silo (Feedout phase): Esta fase comienza cuando el silo se abre para ser suministrado. La cara del silo se abre y por lo tanto hay un ingreso irrestricto de oxígeno (Bolsen et al., 1996). En los últimos años, esta etapa ha focalizado la atención, ya que se sabe que las pérdidas que en ella ocurren pueden llegar a ser de una magnitud similar a las que ocurren en las 2 fases anteriores (Wilkinson y Davies, 2012). Al abrir el silo los microorganismos aerobios consumen los nutrientes solubles remanentes en el material, así como los propios productos de la fermentación

(ácido láctico, ácido acético), que son transformados masivamente en CO₂, agua y calor. La importancia de esta fase ha hecho que, modernamente la estabilidad aeróbica de los silos sea un factor a considerar, por lo que será tratado en un *item* aparte.

En definitiva, una particularidad de este método de conservación es que se desarrolla en un medio húmedo, por lo que a diferencia de otros métodos de conservación, en el silo pueden desarrollarse muchas poblaciones de microorganismos, que en su mayoría son potenciales consumidores del alimento que queremos conservar. Por lo tanto, el arte del ensilaje consiste en controlar la actividad microbiana a través de 3 factores principales: el medio anaerobio, el bajo pH y el perfil de ácidos derivados de la fermentación. Las tres condiciones son imprescindibles y deben darse en simultáneo para que el silo se convierta en un alimento de alto valor (Muck 2010 y 2011).

¿POR QUÉ LAS PASTURAS NO ENSILAN BIEN?

Podríamos decir que un buen ensilado se caracteriza por el siguiente perfil analítico: un pH cercano a 4 y menor a 4.5, niveles bajos de amoníaco (del orden del 5-6 % del N total del material o del 1% de la MS), una relativamente baja solubilidad de las materias nitrogenadas (el N soluble menor al 50% del N total), una neta predominancia del ácido láctico dentro de los ácidos orgánicos, y niveles indetectables de ácido butírico (Demarquilly y Andrieu, 1990; Harrison et al., 1994). Estas características, que son relativamente fáciles de lograr con ensilajes de maíz, son menos fáciles con cultivos de cereales de invierno y realmente difíciles cuando las leguminosas representan una parte importante del material forrajero.

En nuestro país, un primer relevamiento de silos comerciales realizado por el grupo de la Facultad de Veterinaria (D'Alessandro et al., 1994) reveló que la digestibilidad y el aporte energético de los silos de pradera era mucho más variable e inferior a la de los silos de maíz, e incluso que la de los silos de sorgo. Los altos valores de pH y de NIDA denotaban problemas de fermentación graves. Además de lo anterior se observó que contenían niveles bajos de proteína, lo que, sumado a los altos niveles de fibra, demostraba que se trataba de materiales demasiado maduros en el momento de su cosecha. En las sucesivas ediciones de la compilación de datos nacionales realizada por INIA sobre composición de reservas, pueden observarse resultados similares a los anteriormente descritos (Pigurina et al., 1991; Cozzolino et al., 1994; Mieres et al., 2004), lo mismo que lo reportado por



Irigoyen et al. (2011).

La dificultad de ensilar pasturas está dada por una combinación de factores, principalmente relacionados con las características físico-químicas de estos forrajes, cuando se encuentran en el mejor momento para ser consumidas: los altos contenidos de humedad, la baja concentración de azúcares y la alta capacidad tampón. Estos 3 factores se interrelacionan, de manera que pueden incluso potenciarse, como veremos a continuación.

En primer lugar, el exceso de humedad de las pasturas dificulta el proceso de ensilaje. Si bien, como se ha comentado antes, la humedad es imprescindible para lograr una adecuada fermentación, cuando el contenido de MS del material es muy bajo (menor al 20%), comienzan a notarse problemas por la dilución de los sustratos (azúcares), que enlentecen la bajada de pH, a lo que se suma el escurrimiento de nutrientes a través del efluente (Henderson, 1993, Williams et al., 1995). En nuestro país, estudiando la influencia de la maduración sobre la calidad de los ensilajes de Avena granífera Cantara, Stirling et al. (2014), observaron que cosechando el forraje en estadios tempranos de maduración (con contenidos de MS del forraje menores a 25%) se lograban adecuados niveles de pH, pero a costa de altas producciones de efluentes. El efluente disminuía drásticamente cuando la planta pasaba a estadio de grano lechoso (con 30% de MS), manteniendo el bajo pH en los ensilajes. Con la cosecha más tardía la producción de efluente se volvía nula pero el pH aumentaba, principalmente debido a dificultades en la compactación.

La alta humedad hace que en algunos materiales, el pre-secado o premarchitado sea imprescindible, aun considerando que este proceso puede ocasionar pérdidas. En este sentido, Michalet-Doreau y Ould-Bah (1992) observaron incrementos graduales y significativos de la FND y FAD de materiales que habían sido sometidos a secados en el campo de hasta 10 días. Igualmente Alzueta et al (1995) observaron disminuciones en la concentración de carbohidratos no estructurales debidas al pre-secado en el campo, que atribuyen principalmente a los procesos de respiración. Sin embargo, el efecto del premarchitado puede ser muy menor, siempre y cuando el tiempo transcurrido no sea excesivo y las condiciones meteorológicas no sean adversas. En este sentido, Messman et al. (1994), premarchitando forrajes durante períodos de 24 h en condiciones de laboratorio, observó muy pocos cambios en las proteínas de los forrajes. En nuestro país, Repetto et al. (2005) evaluaron praderas de establecimientos

lecheros comerciales que contenían entre 15 y 24 % de MS, y que eran cortadas y premarchitadas en el campo durante 8 h hasta alcanzar más de 35 % de MS antes de confeccionar los "silopacks". En este caso el premarchitado no provocó alteraciones negativas química o biológicamente detectables y sólo ocasionó leves descensos en la degradabilidad de la MS y de los componentes proteicos de los forrajes, lo que incluso puede considerarse un cambio positivo. En este trabajo sin embargo, se observaron alteraciones importantes en los forrajes durante el proceso de conservación propiamente dicho. Así se observó, luego del proceso de fermentación y almacenamiento de los silos, una pérdida del valor proteico, con disminución de la proteína degradable y digestible, a lo que se sumó la disminución de las fracciones más degradables de las fibras. En definitiva, como se comentó antes, los efectos adversos del premarchitado en el campo estarían principalmente relacionados con largas exposiciones y/o con condiciones climáticas adversas. Como alternativa al premarchitado, algunos autores han propuesto el uso de sustancias absorbentes (Fransen y Strubi, 1998; Coan et al., 2007) que se incluyen en el silo junto con el forraje en el momento de la elaboración. Materiales como la alfalfa deshidratada, granos molidos o pulpas secas, han sido efectivas para reducir efluentes manteniendo o mejorando la calidad del ensilaje, mientras que otras como la bentonita o el papel de diario fueron capaces de reducir el efluente, pero a costa de un empeoramiento del valor nutritivo del material.

En cuanto a los sustratos para la fermentación, de acuerdo con Henderson (1993) los azúcares debieran aparecer en el jugo exprimido del vegetal a razón de 30 g/L, para que no resulten limitantes a la hora de ensilar. Mientras que en maíces o en sorgos contamos con contenidos de azúcares que en general no son limitantes para el desarrollo de los lactobacilos, en las pasturas las concentraciones de azúcares solubles habitualmente son menores al 10 % (Jarrige et al., 1995). En nuestro país, de acuerdo a la información de que disponemos hasta el momento, los contenidos en azúcares de pasturas y forrajes pueden ser menores al 5% (Cajarville et al., 2012; Repetto et al., 2006; Antúnez y Caramelli, 2009), sobre todo en épocas de menor luminosidad (otoño-invierno) o durante la mañana. Además de lo anterior, cuando se trata de leguminosas, o de mezclas forrajeras con altas proporciones de leguminosas existe un problema agregado que es la alta capacidad tampón de estos materiales. La capacidad tampón de los forrajes está dada por algunas sales presentes en su composición, principalmente fosfatos, nitratos y



cloruros (Demarquilly y Andrieu, 1990; Mc Donald et al. 2006) que se oponen a la bajada del pH durante la fermentación. Por tanto, un alto contenido en azúcares y una baja capacidad tampón son propiedades de los forrajes que facilitan la realización de ensilajes, aunque de ambas, la cantidad de azúcares parece ser la más importante. Así, resultados de estudios realizados sobre diferentes forrajes, parecen indicar que cuando la disponibilidad de azúcares en la planta es alta, los ensilados presentan adecuadas características fermentativas aun cuando se trate de forrajes con alta capacidad tampón (Davies et al., 1998, Cajarville et al., 1999).

Lamentablemente hasta el momento, es muy difícil predecir el comportamiento de los forrajes frescos cuando sean ensilados. En un meta análisis reciente, Mogodinyai et al (2013) estudiaron 118 pasturas y cultivos anuales y sus ensilajes con el fin de establecer relaciones entre características de los forrajes y cualidades fermentativas de los ensilajes. Estos autores, sólo encontraron débiles relaciones entre el contenido en MS y PB del cultivo y la concentración de ácido acético final de los ensilajes.

Por todo lo anterior, al momento de ensilar pasturas, y especialmente cuando se trata de materiales con alto contenido de leguminosas (o alfalfa pura), debemos recurrir a toda la batería de cuidados que nos permitan mejorar el proceso de fermentación.

USO DE ADITIVOS

Los aditivos para ensilar son sustancias que se agregan en pequeñas cantidades al forraje en el momento de la elaboración del silo con el objetivo de mejorar el proceso fermentativo o facilitar la conservación (Gordon, 1989; Henderson, 1993) y constituyen una herramienta muy útil cuando se trata de mejorar las condiciones de fermentación de ensilajes como los que se describieron en el ítem anterior. De todas formas, es importante tener en cuenta que, dependiendo de la situación, el aditivo seleccionado puede tener mayor o menor efectividad. Veamos entonces las características principales de los distintos aditivos. Clásicamente los clasificamos en estimulantes de la fermentación (inoculantes microbianos, enzimas y sustratos) y en inhibidores de la fermentación (ácidos orgánicos y otros).

Estimulantes de la fermentación: estimulan la proliferación de bacterias lácticas. Pueden ser inoculantes microbianos, enzimas o sustratos. Dentro los inoculantes microbianos los más comúnmente utilizados son los ***lactobacilos homofermentativos***

como *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*, *P. pentacaceus*, o *Enterococcus faecium* (Weinberg y Muck, 1996). En general, la adición de este tipo de inoculantes parece ser más efectiva en silos de leguminosas y gramíneas que en silos de maíz, ya que los cultivos de los primeros son malas fuentes de bacterias ácido lácticas, y/o las cepas presentes en ellos no son las más adecuadas para actuar durante la fermentación (Mc Donald et al., 2006; Pang et al., 2011). Su adición lleva a ensilajes con menor pH, y menores niveles de ácido acético, butírico y amonio, incrementándose el contenido en ácido láctico, la conservación de la MS, e incluso los rendimientos productivos en animales (consumo, ganancia de peso y producción de leche), aunque ello no siempre está acompañado por cambios detectables en la composición química (Kung, 2001). Muck et al. (2007), estudiando el efecto del uso de inoculantes en ensilajes de alfalfa, concluyen que los silos inoculados tuvieron mejor desempeño en cuanto a fermentación ruminal, incluso cuando no se observaron efectos importantes en indicadores de fermentación. Contreras-Govea et al. (2011), trabajando con 4 inoculantes comerciales en cultivos de alfalfa y maíz, comunican que si bien no se encontraron efectos en cuanto a la fermentación de los materiales, los silos con inoculante utilizados como sustrato mostraron mayor crecimiento de masa microbiana ruminal cuando se evaluaron en pruebas *in vitro*. Los autores atribuyen estos resultados a una mejor conservación de la proteína original y a un efecto directo sobre los microorganismos ruminales. Asimismo, en un estudio realizado a partir de 14 experimentos europeos y estadounidenses, Moran y Owen (1994), reportaron diferencias significativas en grupos alimentados con ensilajes de maíz, gramíneas y alfalfa tratados en producción de leche (más del 4%), que se explicarían por un aumento del consumo de alimentos cercano al 5%. Últimamente se ha extendido el uso de *microorganismos heterofermentativos*, como el *Lactobacillus buchneri* y la *Propionibacteria* que además de ácido láctico producen ácido acético, que inhibe los hongos, lo que hace a este tipo de inoculantes eficientes en prolongar la estabilidad aeróbica de los materiales ensilados una vez extraídos del silo (Weinberg et al., 2002; Filya, 2003).

Mientras tanto, la adición de enzimas tendría una doble función: la de aumentar los sustratos disponibles para las bacterias ácido lácticas y la de mejorar el valor nutritivo de los materiales originales. Las más utilizadas son celulasas, hemicelulasas y amilasas. Los resultados son variables y al igual que en el caso de los inoculantes se comunican mejores resultados en



leguminosas que en ensilajes de maíz (Kung, 2001), y especialmente parecen ser más efectivas cuando se agregan a pasturas de alta calidad (McDonald et al., 2006). Las enzimas pueden utilizarse asociadas con los microorganismos, y de hecho muchos aditivos comerciales, asocian inoculantes con enzimas. Sin embargo, algunos trabajos indican que los resultados más promisorios en el uso de enzimas, no estarían dados por la mejora durante el proceso fermentativo, sino en el momento del suministro. En este sentido, el agregado de enzimas en aspersión sobre el material al momento del suministro, tendría efectos positivos detectables en producción de leche (Sanchez et al., 1996) y en ganancia de peso en ganado de carne (Beauchemin et al., 1995).

Los aditivos denominados sustratos se adicionan durante la elaboración del silo a los efectos proporcionar nutrientes a los lactobacilos. Dentro de esta categoría, la melaza de caña es el más tradicionalmente usado (Henderson, 1993) y puede considerarse como un aditivo de referencia. Desde hace mucho tiempo se considera, a partir de estudios realizados por Salisbury et al. (1949) con cultivos mixtos de bacterias presentes en el ensilaje, que la sucrosa (principal azúcar de la melaza) es el más efectivo en cuanto a producción de ácidos. En un trabajo reciente, Hashemzadeh-Cigari et al. (2014), adicionando melaza a alfalfa premarchitada, comunican que si bien no se observó ninguna mejora en los parámetros de la fermentación de los ensilajes, los tratados mostraron una mayor estabilidad aeróbica en el tiempo.

El suero de queso, subproducto de la industria láctea, puede ser un buen aditivo dado su elevado contenido de lactosa (63–70 % base MS), carbohidrato que es un excelente sustrato para la proliferación de bacterias ácido-lácticas (Archibald, 1953; Dash et al., 1974). En nuestro país se ha investigado el uso de este aditivo. Britos et al. (2007), trabajando con ensilajes de pradera de buena calidad, observaron que la adición de suero de quesería mejoró la capacidad fermentativa en el rumen de los ensilajes de pasturas cuando se los evaluó en pruebas *in vitro*. En el mismo sentido, Cajarville et al. (2012), comunicaron una mejora en la degradabilidad ruminal de silos de pradera tratados con suero en comparación a los sin tratar. En ambos trabajos se señala que las cantidades a utilizar estarían limitadas por el alto contenido en agua del suero si se utiliza fresco, recomendándose niveles de inclusión del 2% al 5%. En otro trabajo, estudiando cultivos de alfalfa pura, Repetto et al. (2011), concluyen que la adición de suero provocó un efecto positivo sobre el ensilaje

en lo que respecta tanto a la conservación como a su valor nutritivo. Los autores observaron un menor pH en los ensilajes tratados, a lo que se agregó la protección de las fracciones de la proteína y de la fibra de buena calidad que contenía el material original. Esto último (protección de las fracciones degradables de la fibra) constituye un factor cada vez más importante en alimentación de rumiantes, sobre todo cuando trabajamos en sistemas que utilizan altos niveles de forrajes en las dietas. En general, en esta serie de trabajos se comprobaron efectos positivos del agregado de suero de quesería fresco como aditivo, recomendándose su utilización en cantidades que no superen el 5% debido a su alto contenido en humedad, al menos cuando se adiciona a forrajes o pasturas sin premarchitar.

Inhibidores de la fermentación: lo que se busca con el agregado de inhibidores de la fermentación es impedir el crecimiento de los microorganismos no deseados (Kung, 2001). Los más comúnmente utilizados son los ácidos propiónico, cítrico, benzoico y en el pasado el ácido fórmico y el formaldeído (McDonald et al., 2006; Kung, 2001). Manejando adecuadamente las dosis se puede lograr un control sobre las levaduras sin interferir con el proceso fermentativo del silo. Al igual que en el caso de las enzimas, en ocasiones se utiliza en el momento de suministrar el alimento en el comedero, pero en este caso, según Kung (2001), el resultado no sería tan efectivo en el control de levaduras.

DETERIORO AERÓBICO

Según Muck (2011), el mayor porcentaje de pérdidas durante el ensilaje se da por la actividad enzimática de microorganismos aeróbicos, hecho determinado por la exposición del material al oxígeno durante el almacenamiento o en el momento de la extracción del material, cuando va a ser suministrado. Es importante recordar que los procesos de oxidación en general producen calor, por lo que los aumentos de temperatura del material ensilado, tanto cuando se dan en la fase inicial, como durante el almacenamiento o la extracción, son indicativos de deterioro aeróbico y uso de los nutrientes por microorganismos no deseables.

En general, los ensilajes de gramíneas son más susceptibles al deterioro aeróbico que los ensilajes de alfalfa o los que contienen gran cantidad de leguminosas (Wilkinson y Davies, 2012). Resumiremos aquí algunas acciones que permiten prevenir estas pérdidas, y que pocas veces se tienen en cuenta. Un aspecto fundamental a cuidar es la compactación



del material, intentando disminuir su porosidad, evitando generar espacios libres para el oxígeno (Bolsen et al., 1996). Por otra parte, la protección mediante una buena cubierta es imprescindible para asegurar la conservación durante el tiempo de almacenamiento (Bolsen et al., 1993). Otro aspecto especialmente importante es el cuidado durante la extracción del material del silo. Cuando el material se extrae del silo, el deterioro se da por el hecho de que los productos de la fermentación (como el ácido láctico) son, en sí mismos, sustrato para el crecimiento de los microorganismos contaminantes (Wilkinson y Davies, 2012). Una forma de prevenir este tipo de deterioro, es cuidando que el material expuesto sea el menor posible y que el material removido cada día sea el estrictamente necesario. Se debe tener en cuenta que es común encontrar presencia de oxígeno hasta profundidades de 1 m desde el frente de ataque. Si el avance diario es importante, por ejemplo de 1 m, el material estará expuesto al oxígeno sólo un día. Si la extracción es lenta, avanzando poco por día, el material estará muchos días expuesto a la acción del oxígeno y de los microorganismos aeróbicos. El grado de avance puede ser muy variable: desde 10 cm para los silos con un frente de ataque de mucha superficie con respecto al gasto, hasta de 600 cm/día para el caso de los silos bolsa con una boca (frente de ataque) pequeña. En este sentido, es sumamente importante el diseño del silo (apertura de boca, frente de ataque) relacionado al gasto diario de ensilaje. Muck (2011) trabajó con ritmos de avance de 10 cm hasta 30 cm y con diferentes contenidos de MS y densidades de los ensilados. En los materiales en que se avanzaba a 10 cm por día, las pérdidas podían llegar a ser altas, cercanas al 10%. Las pérdidas eran mayores cuando el material era menos denso, con menos humedad y más porosidad. Sin embargo, en los silos con menor frente, que permitían mayor avance (30 cm/d), las pérdidas no alcanzaban el 4%, independizándose parcialmente del nivel de humedad, del grado de compactación y de la porosidad. La importancia práctica de este trabajo es que si utilizamos silos con menor frente podemos minimizar las pérdidas ocasionadas por deterioro aeróbico, aún en materiales que no tengan el óptimo contenido de humedad ni el mejor grado de compactación. Como implicancia práctica de estos trabajos, podríamos por ejemplo tolerar el bajo grado de compactación de algunas bolsas, ya que el avance en profundidad que se logra por día lleva a que el material esté poco tiempo expuesto al oxígeno.

El uso de microorganismos heterofermentativos como inoculantes, parece estar indicado especialmente

para proteger del deterioro aeróbico de los ensilados. Filya (2003) evaluó la inoculación con *L. plantarum*, *L. buchneri* o la combinación de ambos en 3 tipos de silos: sorgo, trigo y maíz, expuestos al aire durante 5 días. Al medir el crecimiento de levaduras y hongos observaron que la inoculación con *L. plantarum* no fue eficaz en el control del crecimiento de levaduras y hongos respecto al control. Incluso, el crecimiento de las levaduras fue mayor en los inoculados con este microorganismo, seguramente debido a que la presencia de ácido láctico las favorece. Sin embargo los tratados con *L. buchneri* o con la combinación de ambos, lograron controlar la contaminación de levaduras y hongos en los 3 tipos de forraje. De todas formas, como ya se había mencionado para los inoculantes en general, parece ser que el agregado de *L. buchneri* tiene mayor acción cuando se utiliza sobre ensilajes de pasturas y cultivos que sobre ensilajes de maíz, y en todos los casos, la dosis por g de material ensilado es un elemento muy importante. Dosis menores a 100.000 ufc prácticamente no tendrían efecto (Kleinschmit y Kung, 2006).

En definitiva, como fue comentado con anterioridad se pronostica un crecimiento importante de los ensilajes de pradera, alfalfa y verdeos de invierno. Dados los actuales niveles de productividad de la lechería, a lo que agregamos el costo creciente del material original y del proceso de elaboración, este incremento se dará obligatoriamente con una mejora paralela en la calidad de dichos ensilajes. El desafío de manejar la conservación de un material vegetal de alto valor nutritivo, en condiciones de alta humedad a través de un proceso de fermentación controlada no es menor. Existen sin embargo, herramientas biotecnológicas, que utilizadas en conjunto garantizan la obtención de un producto final de calidad y los técnicos que trabajan en producción animal deben manejarlas con solvencia. Esperamos que esta entrega pueda aportar en ese sentido.

BIBLIOGRAFÍA

- Antúnez M., Caramelli A. 2009. Variación en la composición química y producción de gas in vitro de pasturas de acuerdo al horario de corte. Tesis de Grado, Facultad de Veterinaria, UdelaR.
- Alzueta C., Rebolé A., Barro C., Treviño J., Caballero R. 1995. Changes in nitrogen and carbohydrate fractions associated with the field drying of vetch (*Vicia sativa* L.), Anim. Feed Sci. Technol. 52, 249–255.
- Archibald, J.G. 1953. Sugars and acids in grass silages. J. Dairy Sci. 36, 385–390.



- Aufrère J., Boulberhane D., Graviou D., Andrieu J.P., Demarquilly C. 1994. Characterisation of in situ degradation of lucerne proteins according to forage type (green forage, hay and silage) using gel electrophoresis, *Anim. Feed Sci. Technol.* 50, 75–85.
- Battistotti P. 2012. Lechería en Uruguay. Curso a Distancia para Profesionales sobre Nutrición de Rumiantes. Libertad, Agosto 2012.
 - Beauchemin, K.A., Rode, L.M. and Sewalt, V.J.H. 1995. Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Can. J. Anim. Sci.* 75, 641-644.
 - Bolsen K.K., Dickerson J.T., Brent R.N., Sonon R.N., Dalke B., Lin C., Boyer J.E. 1993. Rate and extent of top spoilage in horizontal silos. *J. Dairy Sci.* 76, 2940-2962.
 - Bolsen K.K., Ashbell G., Weinberg Z.G. 1996. Silage fermentation and silage additives. *Asian-Australasian Journal of Animal Science.* 9, 483-493.
 - Britos, A.; Repetto, J. L.; Garcarena, D.; Cajarville, C. 2007. Efecto del suero de queso como aditivo de ensilajes de pastura sobre la conservación, los azúcares solubles y la producción de gas in vitro. *Agrociencia.* 11.2, 72-77.
 - Cajarville C., González J., Repetto J.L., Rodríguez C., Martínez A. 1999. Nutritive value of green forage and crop by-products of *Cynara Cardunculus*. *Ann. Zootech.* 48, 353-365.
 - Cajarville C., Britos A., Garcarena D., Repetto J.L. 2012. Temperate forages ensiled with molasses or fresh cheese whey: Effects on conservation quality, effluent losses and ruminal degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 171, 14-19.
 - Coan R.M., Andrade Reis R.A., Rojas Garcia G., Schocken-Iturrino R.P., de Souza Ferreira D., Dutra de Resende F., do Amaral Gurgel F. 2007. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. *R. Bras. Zootec.*, 36, 5 (supple), 1502-1511.
 - Cozzolino D., Pigurina G., Methol M., Acosta Y., Mieres J., Bassewitz H. 1994. Guía para la alimentación de rumiantes. Serie Técnica Nº 44. INIA – Estanzuela.
 - Contreras-Govea F.E., Muck R.E., Mertens D.R., Weimer P.J. 2011. Microbial inoculants effects on silage and in vitro ruminal fermentation, and microbial biomass estimation for alfalfa, BMR corn, and corn silages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 163, 2–10.
 - Dash, S.K., Voelker, H.H., Muller, L.D., Schingoethe, D.J., 1974. Comparison between whey and lactose as alfalfa haylage additives. *J. Anim. Sci.* 39, 115–123.
 - Davies D.R., Merry R.J., Williams A.P., Bakewell E.L., Leemans D.K., Tweed J.K.S. 1998. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. *J. Dairy Sci.* 81, 444-453.
 - D'Alessandro J., Corengia C.F., Repetto J.L., Cajarville C., Echarri V., Hareau M. 1994. Valor nutritivo de distintos ensilados en la alimentación del ganado lechero, *Veterinaria* 29, 4–10.
 - Demarquilly C., Andrieu J, 1990. Forrajes. En: Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. INRA. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
 - Donald, A.S., Fenlon, D.R., Seddon, B. 1995. The relationships between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage. *J. Appl. Bacteriol.*, 79: 141-148.
 - Elferink S., Driehuis F., Gottschal J. C., Spoelstra S. F. 2000. Los procesos de fermentación en el ensilaje y su manipulación. Memorias de la conferencia electrónica de FAO sobre ensilaje en los trópicos. ED. L. t' Mannelje. Estudio FAO producción y protección vegetal 161. Pp 17-30.
 - Elferink S.O, Driehuis F., Gottschal J., Spoelstra S. 2002. Manipulating silage fermentation. *FEED MIX* Volume 10 Number 3, 20-23.
 - Filya I. 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. *Journal of Applied Microbiology.* 95, 1080-1086.
 - Fransen S.C., Strubi F.J. 1998. Relationships Among Absorbents on the Reduction of Grass Silage Effluent and Silage Quality. *J Dairy Sci* 81, 2633–2644.
 - Garcia A.D., Olson W.G, Otterby D.E., Linn J.G, Hansen W.P. 1989. Effects of temperature, moisture, and aeration on fermentation of Alfalfa silage. *J. Dairy Sci.* 72, 93 -103.
 - Gordon F.J. 1989. Effect of silage additives and wilting on animal performance. En: Recent advances of animal nutrition. Ed. W. Haresign, D.J.A. Cole. Butterworths, London.
 - Harrison J.H., Blauwiekel R., Stokes M.R. 1994. Fermentation and Utilization of Grass Silage, *J. Dairy Sci.* 77 3209–3235.
 - Henderson N. 1993. Silage additives. *Anim. Feed Sci Technol.* 45, 35-56.
 - Hashemzadeh-Cigari F., Khorvash M., Ghorbani G., Ghasemi E., Taghizadeh A., Kargar S. Yang W. 2014. Interactive effects of molasses by homofermentative and heterofermentative inoculants on fermentation quality, nitrogen fractionation, nutritive value and aerobic stability of wilted alfalfa (*Medicago sativa* L) silage. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 98. 290-299.
 - Irigoyen A., Majó E., Chalklin D. 2011. Relevamiento nacional de reservas forrajeras y caracterización de su uso en establecimientos comerciales. Serie: FPTA Nº 119, INIA, Uruguay.
 - Jarrige R., Grenet E., Demarquilly C., Besle J.M. 1995. Les constituents de l'appareil végétatif des



plantes fourragères. En: Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion. Ed. INRA, Paris, pp 25-81.

- Kleinschmit D.H., Kung Jr L. 2006. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silage. *J. Dairy Sci.* 89, 4005-4013.
- Kung L. 2001. Silage fermentation and additives. Direct fed microbial, enzyme and forage additive compendium. Miller Publishing Co. Minnetonka, MN, USA.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Marlow, UK. Chalcombe Publications.
- McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A. 2006. *Nutrición Animal*. 6ª ed. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Messman M.A., Weiss W.P., Koch M.E. 1994. Changes in total and individual proteins during drying, ensiling and ruminal fermentation of forages. *J. Dairy Sci.* 77, 492–500.
- Michalet Doreau B., Ould Bah M.Y. 1992. Influence of hay making on in situ nitrogen degradability of forages in cows. *J. Dairy Sci.* 75, 782–788.
- Mieres J., Assandri L., Cúneo M. 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. En: *Guía para la alimentación de rumiantes* (J. Mieres, Ed.) Serie Técnica N° 142. INIA – Estanduela.
- Mogodinyai Kasmaei K., Rustas B.-O., Spörndly R., Udén P. 2013. Prediction models of silage fermentation products on crop composition under strict anaerobic conditions: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96, 6644–6649.
- Moran J. P., Owen T.R. 1994. The effects of Ecosyl treated silage on milk production by lactating cows. *Proceedings from the National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization*. Univ. Nebraska, Lincoln.
- Muck R. E., Filya I., Contreras-Govea F.E. 2007. Inoculant Effects on Alfalfa Silage: in vitro gas and volatile fatty acid production. *J. Dairy Sci.* 90:5115–5125.
- Muck R.E. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *R. Bras. Zootech.* 39, Supl. Spe.
- Muck R.E. 2011. The art and science of making silage. *Proceedings Western Alfalfa and Forage Conference*. Las Vegas, NV, US. (<http://alfalfa.ucdavis.edu>)
- Leborgne R. 1998. Cambios en los sistemas de producción lechera en Uruguay. En: *Jornadas de alimentación en la producción lechera*. Nueva Helvecia, Colonia, setiembre 1998.
- Leibensperger R, Pitt R. 1987. A model of Clostridial dominance in ensilage. *Grass and Forage Sci.* 42, 297-317.
- Pang H., Qin G. Zhongfang Tan Z., Li Z., Wang Y., Cai Y. 2011. Natural populations of lactic acid bacteria associated with silage fermentation as determined by phenotype, 16S ribosomal RNA and recA gene analysis. *Systematic and Applied Microbiology.* 34, 235–241.
- Pigurina G., Methol M., Acosta Y., Bassewitz H., Mieres J. 1991. Guía para la alimentación de rumiantes. Serie Técnica N° 5. INIA – Estanduela.
- Repetto J.L., Cajarville C., D'alessandro J., Curbelo A., Soto C., Garín D. 2005. Effect of wilting and ensiling on ruminal degradability of temperate grass and legume mixtures. *Anim. Res.* 54, 73-80.
- Repetto J.L., Britos A., Errandonea N., Cozzolino D., Cajarville C. 2006. Effect of harvest schedule and plant part on in vitro gas production of temperate forages. *J. Dairy Sci.* 89 (Suppl. 1), 102.
- Repetto J.L., Echarrí V., Aguerre M., Cajarville C. 2011. Use of fresh cheese whey as an additive for Lucerne silages: Effects on chemical composition, conservation quality and ruminal degradation of cell walls. *Anim. Feed Sci. Technol.* 170, 160-164.
- Salsbury R.L., Mather R.E., Bender C.B., 1949. Various carbohydrates as energy sources for some mixed cultures of silage organisms. *J. Dairy Sci.* 32, 901–906.
- Sanchez, W.K., Hunt, C.W., Guy, M.A., Pritchard, G.T., Swanson, B.I., Warner, T.B., Higgins, J.M., Treacher, R.J. 1996. Effect of fibrolytic enzymes on lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci* 79 (suppl 1), 183.
- Stirling S., Díaz J.E., Pla M., Mendoza A., Beltrán A., Bernardi F., Repetto J.L., Cajarville C. 2014. Efectos del estado de madurez sobre el rendimiento del cultivo y la calidad de fermentación del ensilaje de planta entera de avena sativa. *Jornadas Uruguayas de Buiatría 2014* (enviado).
- Van Soest P.J., Mason V.C. 1991. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds, *Anim. Feed Sci. Technol.* 32, 45–53.
- Weinberg, Z. G., Muck R. E. 1996. New trends in development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 19, 53–68.
- Weinberg, Z. G., Ashbell G., Hen Y., Azrieli A., Szakacs G., Filya I. 2002. Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 28, 7–11.
- Williams C.C., Froestchel M.A., Ely L.O., Amos H.E. 1995. Effects of inoculation and wilting on the preservation and utilization of wheat forage. *J. Dairy Sci.* 78, 1755-1765.
- Wilkinson J.M., Davies D.R. 2012. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Sci.* 68, 1–19.
- Yang J., Cao Y., Cai Y., Terada F. 2010. Natural



populations of lactic acid bacteria isolated from vegetable residues and silage fermentation. *J. Dairy Sci.* 93, 3136–3145.

PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS SEMBRADAS PASTOREADAS CON NOVILLOS HOLANDO

Ing Agr. Esp. MSc. Ramiro A. Zanoniani

Docente Pasturas FAGRO y Sistemas de Producción FVET, UDELAR. E-mail: raztoto@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria en el Uruguay tiene desde el punto de vista económico una gran importancia, ya que representa en promedio entre 2004 y 2011 el 8,7% del PBI total (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2012), donde la producción pecuaria representa el 50%, la agricultura el 43% y la silvicultura el 7%.

El avance de la agricultura de secano en particular la soja, y en menor medida la forestación, es un tema que genera preocupaciones en la cadena cárnica ya que estas actividades se transformaron en los últimos años en un creciente competidor por la tierra. Como consecuencia en los últimos diez años los precios de compra/venta y de arrendamiento se incrementaron y la superficie dedicada al pastoreo se redujo. Frente a esta reducción de superficie de pastoreo, es necesario la incorporación de alternativas que permitan una mayor producción de forraje así como una mayor eficiencia en su utilización para mantener y/o aumentar los niveles de producción en el sector.

Históricamente la producción pecuaria del país tuvo como sustento o base forrajera el campo natural, que si bien sigue siendo la principal alternativa de nuestros agroecosistemas, han aparecido otras que permiten lograr mayores beneficios productivos y económicos. Se está transcurriendo el camino hacia usos más intensivos del suelo, principalmente en nichos donde las condiciones son más propicias y permiten realizar estos cambios.

Es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional. Las pasturas cultivadas mixtas suponen

la sustitución total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas.

Sin embargo la falta de sustentabilidad productiva de las pasturas sembradas se presenta como un serio problema en gran parte del mundo. Actualmente es poco común el uso de gramíneas perennes estivales posiblemente debido a que poseen un contenido de energía neta, proteína cruda y fósforo menor que las gramíneas perennes invernales y a la escasa disponibilidad de semillas en el mercado. Estas características afectan notablemente la producción animal, pero por otro lado su uso puede beneficiar la persistencia y productividad de la pastura ya que deprime el establecimiento de las malezas en el verano (Zanoniani, 2010, Carámbula, 2010). Además el uso de gramíneas perennes invernales como *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* o *Bromus auleticus* es limitada, dejando como principal gramínea utilizada en mezcla forrajeras al *Lolium multiflorum* (raigras anual), lo que determina un prematuro avance de enmalezamiento y disminución de su vida útil. Esta situación trae como consecuencia una sustitución importante de praderas plurianuales por verdes invernales y estivales (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2012) que no sólo encarecen el sistema, sino que determinan un uso más intensivo del suelo con mayores pérdidas por erosión y un incremento del uso de biocidas (Frank, 2006).

Las pasturas son la fuente de alimento disponible más económica para la alimentación de los rumiantes, por lo que es muy importante conocer cómo se maximiza la producción de forraje, su mejor utilización, y como se alcanzan buenas eficiencias de conversión en producto animal. La producción