

## ENSILAJE DE GRANO HÚMEDO

Donald J. Chalkling<sup>1</sup>

### Prólogo

En los últimos años la ganadería ha enfrentado un escenario favorable, que ha permitido acelerar el proceso de tecnificación; con lo que se han incrementado los niveles de inversión en procura de mejorar la productividad. En éste escenario la conservación de grano mediante el proceso de ensilaje se ha incrementado significativamente. Si bien la técnica es sencilla y ampliamente difundida, diversas razones que van desde factores climáticos que afectan durante el desarrollo del cultivo, las condiciones de cosecha, de conservación durante el almacenaje el manejo del suministro, hacen que no siempre el material ensilado se encuentre en óptimas condiciones, para el aprovechamiento animal.

En ésta reedición del trabajo sobre el ensilaje de grano húmedo, se abordan aspectos operativos que involucran desde la cosecha hasta el suministro y una revisión sobre factores aspectos de nutrición y toxicología, involucrados en la conservación y aprovechamiento de las reservas forrajeras.

### Agradecimientos

- ✓ A la Sociedad Rural de Río Negro, por la confianza brindada y plantearse permanentemente nuevos desafíos en la mejora del sector agropecuario.
- ✓ A la Ing. Agr. Rosina Brasesco y Téc. Agr. Santiago Salaberry, cuya colaboración y apoyo hicieron posible realizar esta publicación.

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. Postgrado en Administración  
Unidad Experimental y Demostrativa de Young (Ing. Agr. Luís I. Garmendia)  
Convenio: INIA – Sociedad Rural de Río Negro

## Introducción

En los últimos años la ganadería nacional ha experimentado un importante crecimiento del nivel de faena, incrementando la proporción destinada a la exportación; y con miras de seguir creciendo. Por otra parte la agricultura ha registrado una importante expansión, basada en la siembra directa, llegando a zonas donde antes no era posible.

Dadas las perspectivas favorables para ambos rubros, y los significativos incrementos de los costos de oportunidad de la tierra (por su mayor valor), se considera que la intensificación productiva y la complementariedad agrícola-ganadera es un camino lógico para el crecimiento del sector agropecuario.

Pero para que este crecimiento sea sostenible en un país como Uruguay, debe respetarse el potencial de uso del suelo, en muchos casos marginales para el uso agrícola, y de las pasturas, recurso básico de la ganadería y a la vez ventaja competitiva, por brindar una oferta forrajera relativamente estable a lo largo del año, de buena calidad y bajo costo (Preston y Willis, 1970).

La intensificación de la producción ganadera, debería encararse de forma gradual, por lo tanto antes de incursionar en el uso de suplementos un buen punto de partida es conocer el potencial productivo de la base forrajera disponible, lo que permite identificar el “*con qué, cómo, cuánto y cuando*” suplementar, adecuando el manejo de la alimentación del ganado y de las pasturas a la realidad productiva, e infraestructura disponible (Santini y Rearte, 1997; Elizalde, 2003; Elizalde y Santini, 1992). De esta forma los pasos de la intensificación podrían ser:

- primero mejorar la producción netamente a pasto, lo que implica aumentar la producción de forraje, calidad de las pasturas y grado de aprovechamiento de las mismas.
- segundo incluir la suplementación (con concentrados, fardos y ensilajes), donde se procura mejorar el aprovechamiento del forraje, manteniendo una mayor carga animal y ganancia de peso, así lograr una mayor producción de carne.

Este camino, basado en el uso eficiente del pasto se remarca porque en numerosos casos el uso inadecuado de la combinación Pasto-Suplemento, ha llevado a apreciaciones como que “*la suplementación es una práctica de alto costo y poco rentable*”. Esto contrasta con lo registrado con varios años de registro en la UEDY y la información de empresas comerciales donde se ha demostrado que este paradigma no sólo es falso, sino que el uso adecuado de suplementos, ha probado ser una alternativa de manejo de alto impacto productivo y económico, que una vez incorporada al sistema productivo aporta estabilidad y seguridad (Simeone, 2000; Simeone, 2005).

***En esta búsqueda de un sistema de alimentación eficiente, debe tenerse en cuenta la estacionalidad de la producción de las pasturas, donde la baja tasa de crecimiento de invierno es una limitante importante. Esto hace necesario en determinados momentos suplementar la dieta animal para soportar una mayor carga animal y lograr una adecuada performance productiva. Estas estrategias pueden ser la transferencia de forraje (enfardar en primavera para suplementar en otoño-invierno), o la producción de granos y/o ensilajes que aporten energía para balancear dietas cuando las pasturas son muy tiernas.***

***Para lograr los resultados propuestos se necesita manejar correctamente el proceso de conservación de forrajes y granos, de manera de mantener la aceptabilidad del alimento, su valor nutritivo y la respuesta productiva de los animales. Manejar adecuadamente los recursos forrajeros optimizando su aprovechamiento, permitirá mejorar la productividad de las pasturas así como la respuesta animal, y el resultado económico de las empresas.***

### Antecedentes sobre reservas forrajeras

La realización de reservas forrajeras es una estrategia mediante la cual se conserva un material (forraje o grano) por un tiempo determinado, para su posterior uso. Como un concepto básico debe considerarse que **ninguna estrategia de almacenaje mejora la calidad del material; lo único que se logra con la mejor opción es minimizar las pérdidas de calidad que indefectiblemente ocurrirán.**

Por lo tanto al realizar la reserva debe tenerse presente: *las condiciones del material previo al almacenaje*, y *el destino del material*: tipo de suplementación, categoría y tipo de animales. Porque según el objetivo, serán los parámetros de calidad necesarios a tener en cuenta; ya que no debería partirse de una calidad insuficiente para el uso post-almacenaje (3, 20, 27, 38).

**En el cuadro 1 se presenta una clasificación de las diferentes reservas, según el aporte a los animales, con ejemplos de cada tipo.**

**Cuadro 1.** Caracterización de los distintos tipos de reservas.

TIPO DE APORTE	RESERVA	Material Base
FIBROSAS	Heno o Fardo	Cultivos específicos (ej. moha) Praderas Reservadas Campo Natural Mejorado
	Henilaje ó Silopack	Básicamente de Praderas
	Ensilaje de Planta Entera	Cultivos específicos (Sorgo o Maíz) Praderas
CONCENTRADOS	Grano Seco	Con aporte energético o proteico (variable desde Maíz, Sorgo hasta Soja)
	Grano Húmedo (Ensilado)	Básicamente de Sorgo o Maíz
	Subproductos	Complementos de la dieta con aporte Proteico, energético u otro (Raicilla de Cebada, Semilla de Algodón, etc.)

**Las reservas forrajeras se clasifican además del tipo de aporte nutricional, según el proceso de conservación, como se muestra en el cuadro 2.**

**Cuadro 2.** Alternativas de Conservación.

Tipo de Reserva	% MS	Mecanismo de Conservación
Heno o Fardo	85 %	Desecamiento
Henilaje o Silopack	50 %	Desecamiento parcial Fermentación anaerobia (pH 4,5 a 5,5)
Ensilaje	30 %	Sin desecamiento Fermentación anaerobia (pH 4,2)

## Ensilaje de grano húmedo.

### III.1) GENERALIDADES

Los granos destinados este tipo de uso son básicamente maíz y sorgo, por la productividad de los cultivos, adaptación a la nutrición animal y valor de mercado del grano (frente a opciones más costosas).

**Se define como silo de grano húmedo (SGH) al grano cosechado con una humedad comprendida entre el 23 y 40%, que es conservado sin previo secado, en condiciones de anaerobiosis.** En nuestro país, se ha utilizado mayoritariamente el silo-bolsa, que posibilita un alto porcentaje de aprovechamiento (aproximado al 90%).

Si bien la técnica ofrece ventajas considerables, debe ser aplicada correctamente para obtener los resultados deseados teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- A. Momento de cosecha
- B. Método de conservación
- C. El proceso de ensilaje
- D. Utilización

#### a) MOMENTO DE COSECHA

En los cultivos de maíz y sorgo los ciclos se caracterizan por alcanzar la madurez fisiológica antes de lograr la madurez comercial (que es con el 14% de humedad). A madurez fisiológica se registra el corte del flujo de savia hacia el grano con una humedad del 35% aproximadamente. En este momento el grano tiene el máximo peso seco, con la cantidad más elevada de nitrógeno y azúcar total (carbohidratos); a partir de ahí la comunicación vascular entre el grano y el resto de la planta se corta, el grano se deshidrata hasta llegar al momento de cosecha convencional con 14% de humedad (Fernández, 1990).

El momento de cosecha para ensilar grano húmedo debe ser correctamente identificado, porque cosechar antes de madurez fisiológica implica cosechar menos nutrientes por hectárea, debido a que el grano aún no ha finalizado su llenado. A nivel de campo se identifica este momento, cuando los tejidos vasculares han cicatrizado y se observa el punto negro en la inserción del grano con el 28 a 35% humedad (Bennett, W. y Tucker, B.; 1986; Carrasco, P, 1990; Arrarte, com. pers.).

El retraso de la cosecha, luego de que el grano ha madurado, puede implicar pérdidas de rendimiento, por daños del ambiente (pájaros, inclemencias climáticas, pérdidas de plantas), acción de la cosechadora (mayores pérdidas cuanto más seco), y además por menor calidad del grano al disminuir el contenido de proteínas y la calidad de los almidones (Bennett y Tucker, 1986; Fernández, 1990; Carrasco, 1990).

El anticipar la cosecha al estado de madurez fisiológica, puede ser una de las claves para lograr mejores beneficios, cosechándose más nutrientes por hectárea y de mejor calidad.

Si se cosechara con excesiva humedad, se tendría en primer lugar un menor rendimiento por hectárea, al no haber completado el llenado del grano, y en segundo lugar podrían surgir dificultades para la cosecha y la conservación del ensilaje. Para que la trilla sea aceptable la humedad no debería ser superior al 32%, recomendándose incrementar la velocidad del cilindro de la cosechadora para reducir pérdidas.

En contrapartida la cosecha con una humedad muy inferior al 28%, estaría reduciendo la ventaja de la cosecha anticipada; y en caso de que el grano se deshidrate excesivamente (menos del 22%) no es recomendable el almacenamiento en silo-bolsa por que no se producirá la fermentación.

## b) MÉTODO DE CONSERVACIÓN

Las alternativas para la conservación de grano húmedo con destino a la alimentación animal se basan en mantener el valor nutritivo, minimizando los procesos de degradación o el ataque de organismos no deseados, como hongos. A continuación se presentan las diferentes opciones de conservación del grano húmedo:

1) Ensilaje: Grano conservado en un medio anaeróbico con una humedad entre el 23 y 40 %, donde se garantiza la conservación por una reducción del pH, entre 4 y 4.5. La alternativa más difundida ha sido la del “**almacenamiento en silo-bolsa**” (silobag), principalmente por realizar el quebrado del grano y compactación al mismo tiempo, lo que ofrece una importante simplicidad operativa.

2) Estiba con Urea: Es una alternativa que se desarrolla para la conservación de grano húmedo, en la que no es necesaria la anaerobiosis, donde la conservación se basa en elevar el pH (a entre 8 y 9). Este efecto es provocado por la liberación de nitrógeno amoniacal desde la urea, y de esa forma mantiene el grano en condiciones adecuadas para la suplementación (Soderholm y col., 1988; Wohlt, 1989; Hill y col., 1991; Romero y col., 1996). Esta forma de conservación no ha sido muy difundida por la mayor dificultad para realizar un correcto mezclado.

Es importante destacar que si bien hay diversas opciones para el almacenamiento del grano (tanto húmedo como seco), no existe ningún método que mejore la calidad del material cosechado. Por lo tanto es fundamental tratar de cosechar el grano en el mejor momento posible y almacenarlo correctamente de acuerdo al método de conservación a utilizar.

## c) El Proceso de ENSILAJE

El *Ensilaje* es una técnica de conservación de forraje y grano húmedo que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones de anaerobiosis. Con la fermentación se produce una acidificación (reducción del pH hasta aproximadamente 4,2); lo que permite inhibir la actividad de los microorganismos que degradan al material y la actividad fúngica, y así disminuir los problemas de micotoxinas en el material almacenado.

Para producir un ensilaje de buena calidad es esencial partir de un material de buena calidad y asegurar que se produzca una adecuada fermentación microbiana. El proceso no depende sólo del tipo y calidad del material sino también de la técnica empleada para la cosecha y almacenaje.

Las bacterias presentes sobre los tejidos vegetales fermentan los carbohidratos del material ensilado produciendo ácido láctico y en menor cantidad acético. Al generarse éstos ácidos, el pH del material baja a un nivel de 4,2 que inhibe a los microorganismos que inducen la putrefacción, y se producen los procesos para la conservación deseada (Acosta, Y., 2002; Mc Donald y cols., 1986; Rodríguez y cols., 2002; Romero y cols., 1997, Romero y cols., 1996). El ensilaje como proceso puede dividirse en cuatro etapas, una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire.

La **Fase I (aeróbica)** es la que se produce a partir de la cosecha; se registran procesos de respiración del material vegetal y microorganismos presentes, que implican pérdidas de nutrientes; por lo que es preferible que dure unas pocas horas. En esta fase el nivel de pH es de 6,5 a 6,0.

En la **Fase II (de Fermentación)** se requiere un medio con ausencia de oxígeno, con azúcares solubles, humedad, y una población adecuada de microorganismos que produzcan el máximo de ácido láctico posible. La fermentación comienza a producirse en un ambiente anaerobio y dura de varios días hasta semanas, dependiendo del material y condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias ácido lácticas proliferará y se convertirán en la población predominante, y por la producción de los ácidos grasos volátiles (AGV) el pH bajará a valores entre 3,8 a 4,5 (Romero y cols., 1996).

Los AGV más frecuentes en el ensilaje son: Acético, Butírico y Láctico, y la relación entre ellos determina la calidad de conservación y la aceptabilidad posterior del ensilado por parte de los animales (Acosta, Y., 2002; Gaudin y cols., 2002; Romero y cols., 1996).

El Acido Láctico es el más fuerte (a igual cantidad produce mayor acidez), y el preferido para una adecuada conservación; además es el que se produce y utiliza con mayor eficiencia energética y biológica, por conservar y hacer disponible para los animales en mayor proporción la energía contenida en el material original a partir del cual fue obtenido (Acosta, Y., 2002; Gaudin y cols., 2002; Mc Donald y cols., 1986).

El Acido Acético es de calidad intermedia, no produce tanta acidez, y cuando se acumula en grandes cantidades tiende a afectar negativamente el consumo animal. Su producción requiere del proceso de decarboxilación que implica pérdida de materia seca (Mc Donald y cols., 1986).

El Acido Butírico es muy poco acidificante, y su presencia aún en cantidades mínimas da un aspecto "baboso" y fuerte olor a "putrefacción" al ensilaje, lo que puede limitar su aceptabilidad. De hecho la fermentación butírica, conjuntamente con la oxidación por problemas de eliminación del aire y sellado del material son los responsables principales de las pérdidas de ensilajes (Romero y cols., 1996).

En la **Fase III (Estable)** ocurren pocos cambios, mientras se mantiene un ambiente sin aire. En esta fase la mayoría de los microorganismos reducen lentamente su presencia y algunos se mantienen inactivados.

La **Fase IV (de Deterioro aeróbico)** comienza con la apertura del silo y la exposición al aire. Si bien es inevitable, puede registrarse antes de iniciar el suministro, por daño de la cobertura del silo (por acción de roedores, pájaros, etc.). El proceso de deterioro puede dividirse en dos etapas. En la primera ocurre una degradación de los ácidos orgánicos, mediante la acción de levaduras y ocasionalmente de bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, para pasar a la segunda etapa de deterioro. En la segunda se constata un aumento de temperatura y de la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje (bacilos, mohos y bacterias).

Para evitar fracasos al ensilar un material, es importante controlar y optimizar el proceso en cada fase, por ejemplo en la **Fase I** con una rápida compactación y eliminación del aire, minimizando los procesos de respiración y pérdida de nutrientes (Riera, 2002; Romero y cols., 1996). Durante las **Fases II y III** podría recurrirse al uso de aditivos, aplicables en el momento de ensilar, pero los resultados hasta el momento en numerosos casos han sido inciertos. Para minimizar el deterioro durante el almacenaje, es preciso asegurar un silo hermético.

### Factores que afectan el Ensilaje

**a) Compactación:** si por mal pisado o poca presión en silos-bolsa se mantiene aire en exceso en el silo, pueden registrarse pérdidas por respiración, sobrecalentamiento, riesgo de desarrollo de hongos y proliferación de toxinas. La adecuada compactación es el factor más importante para eliminar el oxígeno y permitir una fermentación adecuada.

**b) Humedad:** si el material contiene excesiva humedad se da un ambiente propicio para fermentaciones no deseables que pueden conducir a un ensilaje pobre. Valores de MS inferiores al 26% pueden favorecer la presencia de bacterias clostridiales, que producen una fermentación butírica, incluso utilizando como sustrato el ácido láctico. Estos procesos no sólo dificultan la conservación, por el mayor pH del medio, sino que además ocasionan pérdida de valor nutritivo, al degradar el ácido láctico a butírico (Rodríguez-Amaya, D. y Sabino, M., 2002; Romero y cols., 1996).

**c) Proporción carbohidratos / proteínas del material:** es importante para lograr una adecuada fermentación, y rápida estabilización del silo. Por ejemplo, en los ensilajes de leguminosas o granos ricos en proteínas, si no se realizan las prácticas con la mayor rigurosidad o combinan con aditivos específicos, pueden no alcanzarse las condiciones para una adecuada conservación (Carrasco, P., 1990; CIAAB, 1974).

**d) Tamaño de partícula:** cuanto menor sea el tamaño de partícula en el picado de forrajes o quebrado en el caso de granos, se posibilita una mejor compactación, mayor superficie de ataque para los microorganismos del ensilaje, por lo tanto se logra un silo de mejor calidad. Pero no debe realizarse un picado excesivo por que si bien se mejora la calidad del ensilaje a nivel de laboratorio, el aprovechamiento por parte del animal podría ser menor.

En los cuadros 3 y 4 se detallan algunas consideraciones prácticas sobre la confección del ensilaje y diferentes características del material ensilado, para mejorar e identificar buenas prácticas de manejo.

**Cuadro 3.** Resumen de recomendaciones para un correcto ensilado

PRACTICA	RAZON	BENEFICIO
Tamaño correcto de picado.	Minimiza la aireación del material.	Reduce pérdida de nutrientes. Aumenta disponibilidad de azúcares para la fermentación. Permite una rápida caída del pH, así como pH más bajos. Reduce las posibilidades de calentamiento. Mayor solubilización de la fracción proteína.
Ensilar con 23 a 30 % de Humedad del grano	Optimiza el proceso de fermentación.	Reduce pérdidas de nutrientes. Permite confeccionar ensilajes con temperaturas adecuadas. Minimiza pérdidas por efluentes.
Dejar estabilizar la fermentación al menos 21 días antes de abrir el silo.	Permite finalizar y estabilización el proceso de fermentación.	Permite alcanzar pH inferiores. Mejor nivel de ácidos grasos volátiles (AGV). Mayor estabilidad aeróbica del material al contacto con el aire.

**Cuadro 4.** Características Físicas de los ensilajes

Fermentación	Correcta	Medio Aceptable	Indeseable
Olor	Aroma avinagrado agradable	A levaduras o frutas	Amoníaco (fermentación butírica) Tabaco (sobrecalentamiento)
Acidez	Gusto fuerte ácido PH menor a 4,5	No ácido al gusto pH mayor a 5	Variable

**d) UTILIZACIÓN:** El suministro del material ensilado debe hacerse con el menor intervalo desde su extracción, evitando fermentaciones secundarias que implican pérdidas de valor nutritivo del alimento. Debido a que estas pérdidas pueden llegar hasta un 50%; por lo tanto un manejo apropiado es vital para una adecuada eficiencia de utilización (Sebastián y col., 1996; Romero y col., 1996).

Un adecuado manejo de la suplementación con concentrados energéticos de alta degradabilidad ruminal (como el SGH) es una práctica que permite un mejor aprovechamiento de las pasturas de otoño invierno, que tienen altos niveles de proteína degradable. El suministro del SGH favorece una reducción de la concentración de amoníaco ruminal y del nivel de urea en sangre, manteniendo una adecuada formación de proteína microbiana en rumen, en un medio más estable y un proceso de digestión más eficiente (Gagliostro, 1996).

Debe considerarse que la inclusión del SGH en una dieta no balanceada puede provocar una disminución en la capacidad del animal para digerir fibra y por consiguiente una reducción en el consumo de forraje y nivel de producción, como consecuencia de procesos de acidosis. Este efecto puede controlarse mediante el suministro combinado de forraje y concentrado, manejando adecuadamente el momento de suministro, el tipo de alimento, su calidad y composición (Bennett y Tucker, 1986; Mieres, 1997; Santini y Rearte, 1997).

Ante la demanda de los nuevos mercados del sector cárnico que abren las puertas a nuestros productos, debe considerarse a la suplementación con concentrados energéticos como una herramienta fundamental. Esta puede ser utilizada en esquemas de producción intensivos en los que se desee obtener un producto de alto valor y con el que se deban cumplir requerimientos especiales para un mercado exigente, como nivel de engrasado, terneza y color (Brennan y col., 1986). Por otra parte el sector lechero ha registrado en los últimos años un entorno de precios favorable, y con perspectivas promisorias; por lo cual las estrategias de suplementación son herramientas importantes para mejorar productividad.

➤ **Aprovechamiento del grano en la nutrición animal:** Si bien a nivel de laboratorio el grano de maíz tiene un mayor valor nutritivo que el sorgo, en condiciones de producción comerciales (en que el grano difícilmente supera el 40% de la dieta) éstas diferencias no se reflejan en parámetros productivos como volumen, calidad y composición de la leche producida, condición corporal de los animales, calidad de carne y ganancia de peso vivo (Tyrrell y Varga, 1984; Brennan y col., 1986; Carrasco, 1990; Gagliostro, 1996; Rearte, 1996). Para los niveles de suplementación normalmente manejados (inferiores al 40% de la dieta total en base seca) es más importante la cantidad de suplemento que el grano suministrado y su presentación física, en éste sentido Gagliostro (1996) trabajando con vacas lecheras, analizó los efectos a nivel nutricional del suministro de grano de maíz seco y húmedo, pastoreando de un verdeo de Avena y Raigras (detalle en cuadro 5).

**Cuadro 5. Resultados de un ensayo con silo de grano húmedo.**

<b>Suministro</b> .....	<u>Kg."Tal Cual"/vaca/día</u>
Lote 1: Grano de Maíz Húmedo	9.0 (MS = 74%)
Lote 2: " " " Seco	6.8 (MS = 86%)

Parámetro:	Grano Húmedo	Grano Seco	
Consumo Total (Kg.MS/vc/d)	20.9	20.2	ns
Cons. de forraje ( " )	14.5	14.6	ns
Cons.de Concentr.( " )	6.4	5.6	ns
Leche (lt/vc/d)	17.6	17.2	ns
Grasa Butirosa (%)	3.29	3.13	ns
Proteína (%)	3.39	3.3	ns
Sólidos Totales (%)	11.96	11.68	ns
Sólidos no grasos (%)	8.67	8.56	ns
Ganancia de peso (Kg/vc/d)	1.44	1.43	ns
NH3 Ruminal (mg/dl)	12.87	19.09	s

**ns** = Diferencia estadísticamente No Significativa  
**s** = " " " Significativa (p<0.005)

Los resultados obtenidos en la experiencia presentada muestran que al suministrar grano húmedo se reducen los niveles de nitrógeno amoniacal en rumen, lo que podría indicar un aumento de la síntesis de proteína microbiana, y por consiguiente un aprovechamiento más eficiente de los alimentos.

En caso de suministrar un elevado nivel de concentrado, en sustitución del consumo de forraje, se registrará un incremento en la relación ácido propiónico/acético+butírico, lo que puede llevar a una mayor producción de leche, con menor concentración de grasa, pero en el ensayo presentado no se encontraron diferencias significativas en los parámetros de interés comercial.



Manejar la nutrición animal es una tarea compleja, por lo tanto al encarar la suplementación con granos para una producción de leche eficiente, es importante lograr una adecuada combinación de alimentos en el total de la dieta, en cuanto a tipo de alimentos suministrados (energético o proteico, fibroso o concentrado), cantidad, proporción y momento en que se suministra cada uno, que evaluar las ventajas en parámetros productivos de suministrar grano de sorgo o maíz y su presentación (quebrado o no, húmedo o seco). En este sentido en el cuadro 6 se presentan valores comparativos del valor nutritivo de diferentes granos relativos al maíz.

**Cuadro 6.** Valor nutritivo de distintos granos utilizados en diferentes producciones (C.I.A.A.B., 1974)

CEREAL	Ganado lechero	Ganado de carne	Cerdos	Ovinos
Maíz	100	100	100	100
Sorgo	100	95	95	95
Trigo	100	105	105	85
Cebada	100	88	91	87
Avena	95	85	85	90

En la evaluación de la respuesta productiva a suplementaciones con diferentes granos y tratamientos de los mismos; se comprueba que la eficiencia en el aprovechamiento depende más de la combinación de la dieta, del procesamiento de ese grano y de la cantidad del mismo en la dieta, que de si ese grano es maíz o sorgo (Tyrrell y Varga, 1984; Brennan y col., 1986; Carrasco, 1990; Hill y col., 1991; Holden y col., 1995).

Con respecto a la eficiencia de aprovechamiento de los granos varios autores (Tyrrell y Varga, 1984; Brennan y col., 1986; Carrasco, 1990; Gagliostro, 1996; Rearte, 1996) han concluido en términos generales que:

- a) el grano que ha sufrido una destrucción de su cubierta es más aprovechado por el animal,
- b) el grano entero; los granos cosechados húmedos y ensilados son más aprovechados que granos secos, a igualdad de tratamiento (ambos quebrados o enteros),
- c) el grano reconstituido, mediante el agregado de agua, y posterior quebrado al almacenarlo, tiene un mayor aprovechamiento que el grano seco quebrado al momento de suministro.

### III.2) VENTAJAS DEL ENSILAJE DE GRANO HÚMEDO

- **Cosecha anticipada:** Esta práctica posibilita maximizar el aprovechamiento del potencial de rendimiento del cultivo y obtener una mayor producción por hectárea por año de la chacra considerada. El anticipar la cosecha posibilita además una cosecha adicional de nutrientes, ya sea por el pastoreo con las plantas aún verdes, o la posibilidad de enfardar el rastrojo.

La liberación temprana de la chacra permite una mejor preparación de suelo para el cultivo siguiente; aspecto fundamental para nuestras condiciones climáticas, donde puede dificultarse la entrada a chacra por las lluvias de otoño. Además al anticipar la cosecha se pueden realizar cultivos de verano de segunda, y una adecuada preparación de la chacra para el cultivo de invierno siguiente. Siendo este factor de mayor relevancia en el caso del sorgo, por ser una planta de difícil descomposición.

- **Reducción de costos:** Al ensilar los materiales cosechados con altos niveles de humedad en el establecimiento, se reducen los costos de producción, al eliminar gastos de fletes (ida y vuelta), secado, movimientos de planta (entrada y salida) y almacenaje; debiendo incurrirse solamente en el costo de ensilado o tratamiento del grano húmedo.

- **No se requiere de Infraestructura para almacenaje:** El ensilaje de grano húmedo ha tenido una amplia difusión mediante la técnica de almacenaje en bolsas (**silobolsa**), que es una alternativa que permite que una empresa sin infraestructura de almacenaje, ni maquinaria, pueda almacenar y suministrar el grano húmedo, sin mayores complicaciones operativas.
- **Suplemento en el potrero:** La posibilidad de realizar el silo-bolsa en el campo, permite almacenar el suplemento cerca del lugar deseado; facilitándose la operativa de ensilaje y el posterior suministro.
- **Simplicidad operativa:** Al no realizar mayores movimientos del grano y no requerir maquinaria especial para la extracción.
- **Menor dependencia de factores externos a la empresa:** El almacenaje del grano con destino a la suplementación en el mismo establecimiento posibilita que la empresa sea menos permeable a las variaciones del precio de los granos, disponibilidad de fletes y de ese modo la empresa puede planificar mejor la alimentación del ganado y sus costos de producción.

### III.3) DESVENTAJAS DEL ENSILAJE DE GRANO HÚMEDO

- **Ajuste de la operativa:** Debido a la rapidez con que ocurren las pérdidas de humedad y de calidad del grano, es importante tener el menor intervalo posible entre cosecha y almacenaje. Las pérdidas en kilos de grano o en calidad pueden llegar a ser importantes, en caso de no contar con una operativa sincronizada, por lo tanto se debe ajustar el ritmo de cosecha y traslados al de procesamiento del grano (con urea, o ensilaje).
- **Destino único la suplementación:** El SGH tendrá como único destino la alimentación animal, en el propio predio, lo que determina una limitante en las posibilidades de utilización y comercialización de ese grano.
- **Difícil comercialización:** El grano húmedo ensilado es de difícil comercialización, lo que no ocurre en caso de conservar el grano seco; por lo tanto al encarar esta alternativa se debe realizar una planificación productiva-económico-financiera del establecimiento. En caso de necesidad de capital circulante ese grano no podrá ser vendido; pudiendo representar un importante costo de oportunidad.
- **Roturas de la estructura:** El silobag es una estructura donde la posibilidad de daños debe ser tenida en cuenta. Estos pueden ser causados tanto por inclemencias climáticas (temporales, granizo), como por la acción de animales.

Para reducir la probabilidad de pérdidas es aconsejable:

- ◆ ubicar las bolsas en un lugar seguro, evitando bajos anegables y montes cercanos;
  - ◆ cercar el área para evitar el daño por animales;
  - ◆ revisar periódicamente la estructura, para realizar reparaciones en caso necesario;
  - ◆ utilizar bolsas con capas gruesas (200 micrones) y de buena calidad (resistentes a la acción del sol y variaciones de temperatura).
- **Conservación durante el suministro:** Al extraer el grano húmedo del silo debe evitarse al máximo el ingreso de aire y la remoción del material dentro del silo; por lo tanto es fundamental extraer el material con el mayor cuidado posible y luego cerrar adecuadamente la estructura. Se debe ajustar la operativa para que el período entre la extracción y el consumo del grano por el animal sea lo menor posible, así evitar pérdidas de calidad. Durante el suministro una adecuada velocidad de avance minimiza las pérdidas; se recomienda avanzar en el silo unos 20 cm diarios en invierno y 30 cm en verano (Cozzolino y col., 1994; Riera, 2002).

- **Importancia del tamaño de partícula:** El grado de quebrado del grano se regula mediante la calibración de la luz entre los rodillos de la ensiladora, por lo tanto durante el ensilaje debe controlarse frecuentemente el trabajo de la maquinaria, mediante el muestreo del material que ingresa a la bolsa.

En caso de realizar un quebrado excesivo (lo que no es aconsejable) se entelentece el ensilaje, y pueden registrarse pérdidas difíciles de visualizar. Dichas pérdidas pueden producirse por la formación de masas con hongos, o por una excesiva velocidad de pasaje por el tracto gastrointestinal (lo que determina pérdida en heces que no es apreciada a simple vista). Mientras que en caso de que un alto porcentaje de granos quede entero se el silo tendrá más aire, lo que dificulta la estabilización del medio, provocando pérdidas de valor nutritivo dentro del silo, y en el caso del sorgo el aprovechamiento será menor (por la baja digestibilidad del grano cubierto).

#### **III.4) CONSIDERACIONES SOBRE TOXICOLOGIA**

En el ensilaje de grano húmedo si bien las toxinas no han ocasionado mayores inconvenientes a nivel comercial, se considera oportuno tratar el tema debido a que en caso de ocurrencia las mismas pueden provocar mermas en la producción de carne o leche (afectando básicamente la ganancia de peso, o producción diaria, respectivamente), y en casos graves pueden registrarse problemas de fertilidad e incluso la muerte de animales. Además al ser la actividad agropecuaria responsable en la producción de alimentos para el hombre, deben contemplarse los aspectos que hacen a la inocuidad, ya que por ejemplo algunas toxinas presentes en el alimento de vacas lecheras pueden afectar la calidad de la leche.

En todos los productos vegetales se desarrollan hongos que atacan a los tejidos en una amplia gama de ambientes, difiriendo el tipo de hongo que se encontrará con mayor frecuencia según el sustrato y las condiciones ambientales de temperatura, humedad y presencia de oxígeno.

La actividad de los hongos comienza desde las primeras etapas del desarrollo de las plantas y continúa luego de la cosecha en los productos vegetales, dependiendo su evolución del manejo poscosecha y condiciones de almacenaje. Algunos de los hongos presentes en productos almacenados con destino a la nutrición animal son: *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, y su nivel de depende del nivel de humedad, producto, temperatura, tiempo de almacenaje, grado de invasión previo al almacenaje, y condiciones de conservación de la estructura de almacenaje (Gallardo y col., 1996; Olivera y Germano, 1996; Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001).

Estos mohos forman metabolitos secundarios que son conocidos como **micotoxinas**, y cuya afección se denomina micotoxicosis. Las micotoxinas pueden afectar las propiedades organolépticas y valor nutritivo de los alimentos, alterando la performance productiva de los animales afectados pudiendo causar enfermedades e incluso la muerte de los animales o personas que los consumen (Ballarini, G., 1997; Cozzolino y col., 1994, Gallardo y col., 1996; Lucas, E., 2002; Olivera y Germano, 1996; Romero, L., y col., 1996; Schneider y col., 2001).

Al plantear la problemática de las micotoxinas es relevante destacar que la presencia de determinado hongo en un sustrato no asegura la presencia de la micotoxina, dado que el hongo puede no haberla elaborado, un hongo puede producir más de una toxina, o determinada toxina puede ser formada por más de una especie de moho. También puede darse que en condiciones naturales la toxina sea inactivada por acción de otro microorganismo a sustancia (Gaggiotti, M., y col., 2001; Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001). Además sólo algunos hongos tienen capacidad de producir micotoxinas, y las generan cuando no cuentan con los nutrientes adecuados, por lo que necesitan competir por éstos con bacterias y otros hongos por el sustrato (Schneider y col., 2001).

Los factores que intervienen en la proliferación de hongos y en la contaminación con micotoxinas de los ensilajes son múltiples; siendo algunos de los principales:

- susceptibilidad del cultivo, por ejemplo los sorgos con elevado contenido de taninos son menos susceptibles que maíz, por lo aireado de la panoja y el efecto de los taninos (Schneider y col., 2001)

- condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo (Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001)
- madurez de los granos en el momento de la cosecha (Romero y col., 1996)
- temperatura y humedad ambiente a la cosecha
- daños mecánicos o los producidos por insectos y/o pájaros, a la cubierta del grano, y
- tipo de almacenamiento.

En el cuadro 7 se resumen algunas consideraciones sobre las micotoxinas de mayor relevancia para la producción ganadera, para facilitar la comprensión de sus efectos en la producción animales. La acción de las micotoxinas afecta más a individuos jóvenes que a los adultos, debido a la mayor tasa de división celular, pudiendo presentar efectos a largo plazo, lo que causaría graves problemas al llegar a adultos (Olivera y col., 1997; Schneider y col., 2001). A modo de guía se presentan en el cuadro 8 los niveles de toxinas manejados en EEUU, para la alimentación de bovinos, y en el cuadro 9 los valores admitidos para la comercialización de granos y alimentos en los países de la región y EEUU.

**Cuadro 7.** Principales micotoxinas y hongos que las producen.

Hongo	Micotoxina	Características Principales
<i>Aspergillus flavus</i> <i>A. parasiticus</i>	Aflatoxina	Altamente cancerígeno Produce toxicidad y cáncer de hígado Detectado en diferentes cultivos en el campo, cosecha, transporte, almacenamiento y en el hogar. Productos contaminados con facilidad: Maní y Maíz
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Ochratoxina	Causa Nefropatía crónica o intoxicación del riñón en cerdos y aves.
<i>Fusarium sp.</i>	Zearalenona Toxina T <sub>2</sub> Vomitoxina	Produce efectos estrogénicos en animales, vómitos y muerte Produce reducción de productividad, alergias y vómitos.
<i>Penicillium sp.</i>	Citrina Patulina	Causa enfermedad en riñones Causa temblores

**Cuadro 8.** Micotoxinas y niveles de riesgo para bovinos.

Tipo de Hongo	Micotoxina	Tolerancia	Rango de Toxicidad
<b><i>Aspergillus</i></b>	Aflatoxina	22 ppb	22 - 333 ppb
<b><i>Fusarium</i></b>	Vomitoxina DON	0.56 ppm	5.0 - 12 ppm
	Zearalenona	0.56 ppm	5.6 - 10 ppm
	T 2	0.25 ppm	0.7 - 1.5 ppm
	Fumonisina	3.0 ppm	6.7 - 11 ppm
<b><i>Penicillium</i></b>	Ochratoxina	0.25 ppm	5.9 - 11.1 ppm

Fuente: Adaptado de Mc Donald y col., 1986.

(\*) Las expresiones ppm y ppb corresponden a partes por millón y por billón respectivamente.

**1 ppm = mg/Kg**

**1 ppb = 1 ppm x 10<sup>-3</sup>**

**Cuadro 9.** Niveles de toxinas permitidos en alimentos y granos, para países de la región y EEUU  
(se presenta un rango máximo permitido, expresados en ppb)

País	Aflatoxinas	Zearalenona	Ocratoxina	DON
<b>EEUU (Food and Durgs Administration)</b>				
Raciones de crecimiento para aves y suinos	20			10.000
Raciones de terminación en suinos	200			5.000
Productos lácteos	0.5 (de M1)			
Vacunos (mayores a 4 meses)				10.000
<b>Uruguay</b>				
Maíz y Cebada		200		
Arroz, Cebada, Café y Maíz			50	
<b>Materia Prima de Raciones (Fuente: MGAP)</b>				
Bovinos de Carne		200		10.000
Bovinos de Leche				2.000
Ovinos y aves				5.000
Suinos y Equinos				1.000
<b>MERCOSUR</b>				
Maíz y su Harina	20			

*Fuente:* Adaptado de Riet Alvariza, F. 1992.

#### III.4.1) Tratamientos para limitar efectos de las micotoxinas

**a) Métodos microbiológicos:** Algunos microorganismos tienen la capacidad de ligarse a las micotoxinas o metabolizarlas, lo que permite una detoxificación. Esto puede lograrse con ciertas líneas de bacterias lácticas, de *propionibacterias* y de *bifidobacterias* que poseen estructuras químicas capaces de ligarse a las micotoxinas (por ejemplo *Flavobacterium aurantiacum* puede fijar aflatoxina B1 e inactivarla). De todas formas este fenómeno es generalmente lento y de una eficiencia relativa (Gagliostro, G., 1996; Schneider y col., 2001).

**b) Métodos físicos:** Comprenden métodos de búsqueda por fluorescencia y eliminación de granos contaminados, el lavado con agua o carbonato de sodio, tendientes a reducir la concentración de toxinas. Para los granos de maíz también pueden emplearse métodos de inactivación térmica a alta temperatura. **Otra posible forma de disminuir la concentración de las micotoxinas en el alimento puede ser a través de la dilución con lotes no contaminados, de forma de lograr concentraciones “seguras” para la salud animal (10).**

**c) Aplicación de adsorbentes:** La adición en los granos de adsorbentes capaces de fijar las micotoxinas permite reducir su biodisponibilidad y limitan los riesgos relacionados a la presencia de residuos tóxicos en los productos animales destinados al consumo humano (Schneider y col., 2001). Este tipo de sustancias como los *aluminosilicatos sódico-cálcicos hidratados* (HSCAS), o *filosilicatos* presentan gran afinidad por Aflatoxina B1, pero los estudios in vitro e in vivo aún no han mostrado consistencia con referencia a su eficacia en la adsorción de otras micotoxinas (Gagliostro, G., 1996).

Actualmente la búsqueda está orientada a desarrollar nuevas clases de ligantes naturales; dentro de los cuales los *glucomanos*, extraídos de la parte externa de la pared de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* son capaces de ligar in vitro ciertas micotoxinas, como: Afla, Zea, fumonisinas y diversos tricotecenos (Gomez-Basauri; 2001, citado por Gagliostro, G., 1996).

Uno de los ejemplos de los polímeros orgánicos más sofisticados usados como agentes antimicotoxinas es el glucomanano esterificado extraído enzimáticamente de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* 1026, que es termoestable y no fermentable en el tracto digestivo. Esta es la base del producto Mycosorb® de Alltech, que es comercializado en el país desde hace varios años.

### III.4.2) Estrategias para reducir los problemas de micotoxinas

**El mejor método para disminuir la contaminación con micotoxinas, es la adopción de estrategias de prevención.** En caso de enfrentarse a un alimento contaminado, dado que el nivel de intoxicación está directamente relacionado con el nivel de toxinas, una forma de poder utilizar ese alimento sería a través de la dilución con lotes sin problemas, o la utilización de secuestrantes; de forma de lograr una concentración "segura" para la salud animal y humana (Olivera y Germano, 1996; Olivera y cols., 1997).

En los rumiantes generalmente las toxinas T2, DON, Zea y Ocrá son transformadas a nivel de rumen (por acción de los microorganismos ruminales), produciéndose una detoxificación, por lo que en general afectan menos a éstos que a otros animales. Pero para las Aflatoxinas no se da la misma detoxificación, por que también afectan a los microorganismos del rumen (Schneider y col., 2001).

#### a) Estrategias a adoptar "antes de la cosecha"

- Seleccionar cultivos menos afectados por plagas que dañen los granos y menos susceptibles al efecto de hongos, por ejemplo variedades de maíz menos afectados por *Diatraea*, u optando en algunos casos por el cultivo sorgo (en lugar de maíz), por su menor susceptibilidad al ataque de plagas y patógenos.
- Anticipar la cosecha, para reducir el ataque de patógenos y la degradación del grano a campo, que aumenta el riesgo de contaminación.
- Cosechar el grano con baja humedad y con baja humedad relativa del ambiente.
- Minimizar la presencia de malezas a cosecha, potencial fuente de inóculo para el material cosechado.
- Minimizar la cantidad de rastrojos contaminados en superficie, que servirían como hospedero de hongos y fuente de inóculo para el cultivo siguiente.

#### b) Estrategias a adoptar "durante el almacenamiento"

- Almacenar los productos bajo condiciones adecuadas.
- Eliminar los cuerpos extraños al grano antes de secar y almacenar.
- Las estructuras de almacenamiento con buen aislamiento para evitar la entrada de agua y aire.
- Es deseable mantener el lugar de almacenaje a temperaturas y humedades relativas que minimicen el desarrollo de hongos, evitando valores elevados que favorecen los procesos de degradación del material y la proliferación de hongos y toxinas.

**c) Uso de Aditivos:** A partir de la década del '90, el uso de aditivos para favorecer las condiciones de almacenaje o reducir procesos de deterioro durante el suministro de ensilajes, comenzaron a hacerse más comunes. Actualmente se dispone de una amplia gama de aditivos, que pueden ser químicos o biológicos (Oude Elferink, S.J.W.H., y col., 2001; Sewell, H. y Wheaton, H.N. 1999; Yiannikouris, A. y Jouany, J.P., 2002).

Entre los aditivos de una misma categoría hay diferencias tales como efectividad general, adecuación a determinado tipo de forraje o grano, y facilidad de manejo y aplicación, éstos factores junto al precio determinan la opción más conveniente para cada caso.

Un problema práctico de algunos aditivos es su naturaleza corrosiva para la maquinaria, siendo de ese modo los aditivos biológicos mejores por no ser corrosivos y además por que no implican una manipulación riesgosa. Pero biológicos tienen el inconveniente de ser costosos, además la eficiencia su es más variable que la de los químicos, puesto que depende de la actividad de organismos vivos, que son afectados según la conservación del producto desde los fabricantes, a vendedores y el propio productor (Gaggiotti y col., 2001; Oude Elferink, y col., 2001; Romero y cols., 1996).

**Cuadro 10.** Categorías de aditivos para el ensilaje (adaptado de Mc Donald y col., 1991).

Tipo de Aditivo	Ingrediente Activo Típico	Comentarios
Estimulantes de la Fermentación	Bacterias Acido Lácticas Azúcares (melaza); y Enzimas	Puede afectar la estabilidad aeróbica
Inhibidores de Fermentación	Acido Fórmico *, Ac. Láctico * Nitritos, Sulfitos, y Cloruro de Sodio	Inhibición de clostridios
Inhibidores de deterioro aeróbico	BAC, Acido Propiónico, y Acido Benzoico	Puede mejorar estabilidad aeróbica
Nutrientes	Urea; Amoníaco Minerales	Puede mejorar estabilidad aeróbica
Absorbentes	Pulpa de remolacha azucarera Paja	

\* o su sal correspondiente

Aditivos para mejorar la fermentación del ensilaje: La aplicación de las técnicas apropiadas de ensilaje puede no ser suficiente para lograr una adecuada conservación, por lo que la utilización de aditivos podría contribuir a minimizar las pérdidas de calidad. Los materiales que contienen baja cantidad de carbohidratos solubles o una baja relación carbohidratos/compuestos nitrogenados, tienen cantidades insuficientes de sustrato para la fermentación láctica y una adecuada reducción del pH. Frente a estas dificultades para la conservación el uso de aditivos puede ser beneficioso (Oude Elferink, y col., 2001), un ejemplo puede ser el agregado de carbohidratos solubles, mediante la adición de melaza, o granos de cereales.

Aditivos inhibidores de la fermentación: Este tipo de aditivos podría utilizarse teóricamente en todo tipo de ensilaje, pero en la práctica se utilizan solamente en cultivos con bajo contenido de carbohidratos hidrosolubles y/o alta capacidad tampón. En Holanda los inhibidores más difundidos son las sales, por su facilidad de manejo y seguridad de manipulación frente a los ácidos (Mc Donald y col., 1991; Oude Elferink, y col., 2001).

Aditivos inhibidores del deterioro aeróbico: Algunos de estos aditivos incluyen ácidos como propiónico, acético, y otros ácidos biológicos provenientes de microorganismos como lactobacilos y bacilos. Recientemente se ha comprobado que *Lactobacillus buchneri* es un eficaz inhibidor del deterioro aeróbico, por su capacidad de degradar bajo condiciones anaeróbicas el ácido láctico, lo que provoca una disminución significativa del número de levaduras presentes (Mannetje, L. 't. 2001).

Aditivos usados como nutrientes o como absorbentes: Comprende la utilización de ciertos elementos para suplementar algún déficit del grano almacenado; por ejemplo con el agregado de urea o amoníaco para incrementar el contenido de proteína, también podrían utilizarse minerales.

El agregado de urea (en el orden del 2 a 4%), permite un aumento del pH al entorno de 8, ocurriendo una conservación en medio alcalino, por la liberación de amonio. Estos procesos disminuyen la concentración de toxinas; por lo tanto la conservación con urea es una alternativa apropiada para determinados casos (Chalkling, D., y Brasesco, R., 1997; Gaggiotti y col., 2001).

Los **absorbentes** son empleados en alimentos de elevado porcentaje de agua (bajo %MS) para evitar pérdidas de nutrientes por escurrimiento, por ejemplo en la pulpa de remolacha azucarera y de cítricos, pueden utilizarse reservas groseras como paja. Aunque el alimento grosero tenga un efecto depresor sobre el valor nutritivo, en el conjunto el efecto es benéfico por que reduce el escurrimiento de componentes de alto valor nutritivo (Mc Donald y col., 1991; Oude Elferink, y col., 2001).

La contaminación de los ensilajes con microorganismos y micotoxinas es un problema complejo, que afecta tanto la producción animal como al comercio internacional y la salud humana; por lo tanto es importante la vigilancia de los alimentos y tomar medidas preventivas para disminuir su incidencia. En general las prácticas adecuadas y medidas de prevención del ataque de hongos, evitarán casi por completo la presencia de micotoxinas.

## Consideraciones finales.

Al considerar el almacenaje de un alimento (grano o forraje), con destino a la industria o nutrición animal deben aplicarse las prácticas adecuadas, para maximizar la eficiencia de cosecha, minimizar las pérdidas de valor nutritivo y contaminación, así evitar posteriores pérdidas en la producción. Los costos finales por una menor productividad o problemas sanitarios, muchas veces menospreciados, deben ser tenidos en cuenta como parte del sistema de producción de la cadena alimentaria de forma responsable económica y socialmente.

En el almacenamiento del grano, debe considerarse como punto básico que ***una buena estrategia de conservación será aquella que minimice las pérdidas de valor nutritivo del material almacenado y los riesgos de intoxicación para el destino final.*** Además en suplementación animal para que una estrategia sea adecuada deben considerarse aspectos como: el índice de cosecha del material, el grado de aprovechamiento del suplemento y de la dieta base; debido a que el objetivo es la “eficiencia económica del sistema”, obtener el mayor producto con el menor costo (Cowan, T., 2001; Gagliostro, G., 1996; Gallardo y cols., 1996; Rearte, D., 1996; Riera, 2002; Romero y cols., 1996; Schneider y col., 2001, Sewell, H. y Wheaton H., 1999, Thomas, P. y Rook, J., 1981; Vieira y col., 1999; Wilkins, R., 1981).

Frecuentemente a nivel comercial se realizan análisis parciales comparando, el SGH con el grano seco, el suministro de fardos, el ensilaje de planta entera, o diferentes tipos de cultivos, pero se deja de lado el ajuste de la alternativa de suplementación a las necesidades del sistema productivo y los objetivos de la empresa. Por lo tanto es oportuno remarcar que: ***“una buena reserva mal utilizada no aportará los resultados esperados, entonces pasará a ser una mala alternativa para el objetivo perseguido”.***