

## “Racionamiento con Silo de Maíz como Forraje Mayoritario”

Víctor Manrique Arroyo

Adolfo Alvarez Aranguiz

Servicio de Nutrición SERAGRO



### INTRODUCCIÓN:

En la actualidad, la alimentación animal está sufriendo un cambio importante debido a la globalización de los mercados de materias primas, a los nuevos destinos dados a los cultivos por la denominada *AGROINDUSTRIA* o *BIOENERGÍA* (producción de biodiesel, bioetanol, etc..) e incluso, en este último año, influenciada de manera importante debido a la crisis financiera mundial. En el futuro, los mercados se verán muy afectados por factores tan diversos como el aumento de población mundial, el incremento de consumo de carnes en países emergentes (India, China...), cambios alimenticios en países desarrollados (seguridad alimentaria, sistemas de producción de alimentos y salud), mecanización, genética y biotecnología aplicada a la agricultura y ganadería, regulación de mercados, agua, cambio climático y degradación de suelos, mayor susceptibilidad a transmisión de enfermedades, virus, etc. tanto a nivel de plantas, como animales y personas. A pesar de todo, es seguro que los cuatro cultivos más importantes seguirán siendo de momento la Soja, Maíz, Trigo y Arroz.

Todo ello nos lleva a pensar que si hasta hace pocos años, la *PROTEÍNA* era uno de los nutrientes económicamente más influyente dentro de la alimentación animal, hoy en día, y posiblemente en el futuro, la *ENERGÍA*, va a cobrar mucho más relevancia dentro del aspecto económico de la alimentación animal.

La transformación de la fracción energética de las materias primas (almidón en caso de los cereales o aceites en caso de las oleaginosas) en combustible, nos deja tras el proceso de transformación, subproductos como el caso de los DDGS o harinas desengrasadas de oleaginosas ricas en proteína pero con un valor energético más bajo que la materia prima original.

Por esta razón, la producción de alimentos energéticos en la propia granja cobra un valor importantísimo desde el punto de vista económico. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y la potencialidad de Galicia en relación a producción láctea, el silo de maíz se convierte en el forraje de mayor importancia, y posiblemente, en la fuente de energía alimenticia más influyente a la hora de formular raciones para rumiantes.

Considerando sus características nutritivas y su capacidad productiva, así como la perfecta adaptabilidad del cultivo a las condiciones de Galicia (con unos rendimientos muy interesantes, que pueden rondar, según zonas y climatología, entre 9 y 15 TM MS/ha), el cultivo de maíz forrajero es una alternativa muy interesante analizada desde un punto de vista económico. En estos momentos, en nuestra Comunidad, es más rentable producir 1 Kg. de materia seca de silo de maíz que 1 Kg. de materia seca de silo de hierba (tabla 1).

	<i>Silo Maíz 9 TmMS/ha</i>	<i>Silo Maíz 15 TmMS/ha</i>	<i>Silo Hierba 25%MS</i>	<i>Silo Hierba 35%MS</i>	<i>Alfalfa</i>
€/TmMS	135	90	226	162	226

**Tabla 1.** Comparación de costos de TM de MS de forrajes en Galicia.

Con los datos anteriores y, viendo la tendencia al alza del cultivo de maíz en Galicia en los últimos años, nos encontraremos en las granjas con silo de maíz como forraje principal. Esto obliga, en cierta medida, a racionar con altas cantidades de silo de maíz. Hablamos de raciones con alto contenido de silo de maíz, cuando éste representa al menos el 50% de la MS del forraje, llegando en muchos casos a ser el 80% y en pocos al 90%. En algunos casos, el silo de maíz llega a representar entre el 30 y el 50% de la materia seca total de la ración completa.

En estas situaciones, en que el silo de maíz pasa a ser el ingrediente principal de la ración, la influencia de la **calidad** y la **analítica** nutritiva del mismo, se convierte en un factor determinante dentro del racionamiento. Por ello, la correcta utilización de este ingrediente a la hora de racionar y formular, es clave en la eficiencia de alimentación de las granjas.

### CONSIDERACIONES BÁSICAS:

Utilizar un forraje de las características del silo de maíz (tabla 2) en grandes cantidades, implica adoptar unas **pautas de racionamiento muy determinadas**, que deben ser tenidas en cuenta a la hora de formular.

	<i>MS%</i>	<i>ENI</i>	<i>PB%</i>	<i>ALM.%</i>	<i>FAD%</i>	<i>FND%</i>	<i>Cen%</i>	<i>Ca%</i>	<i>P%</i>	<i>Na%</i>	<i>Mg%</i>	<i>K%</i>
<b>Silo Maíz</b>	25-35	1,5-1,7	8	27-33	23-28	40-45	1,5-3	0,17	0,2	0,05	0,05	1

**Tabla 2.** Composición media de un silo de maíz.

Dentro de dichas pautas, dadas en parte por su composición química, y en parte por sus características a la hora de consumo y manejo del mismo, podríamos mencionar:

- Niveles minerales
- Niveles vitamínicos
- Procesado del grano al ensilar
- Picado del forraje al ensilar
- Condiciones de ensilado
- Conservación del silo
- Manejo del frente del silo

- Contaminación
- Presencia de hongos y levaduras
- Estimación del “Valor energético”

### “Niveles minerales y Vitamínicos”

Es bien conocido que el contenido de minerales del silo de maíz es relativamente bajo, comparado con otros forrajes como alfalfas o hierba (gráfico 2). Por ello, al racionar con altos niveles de silo de maíz, estos parámetros nutricionales toman una importancia aún mayor.

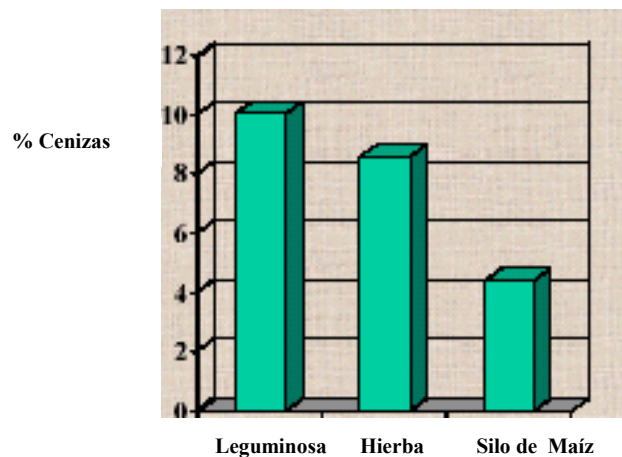


Gráfico 2. Comparación de contenido mineral (cenizas) de forrajes

A la hora del racionamiento, es importante ajustar de acuerdo a las necesidades del animal, los niveles de macrominerales y microminerales. Resulta interesante (y hoy es rápido y asequible), realizar una analítica de niveles minerales presentes en el silo (sobretudo en relación a macrominerales).

En el caso de vitaminas, recordar que en todo proceso de conservación (henificado o ensilado, gráfico 3) hay una desnaturalización importante de las mismas, por lo que se deberán suplementar con el fin de cubrir los requerimientos necesarios.

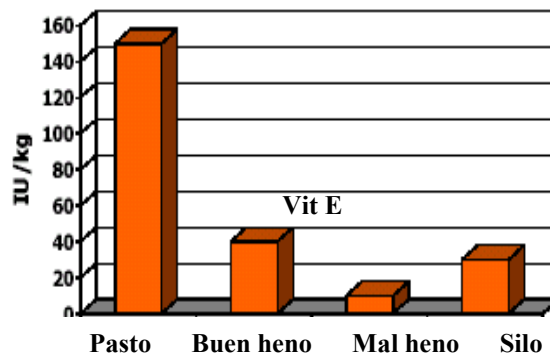


Gráfico 3. Contenido de Vit E de varios forrajes

El caso de macrominerales lo debemos equilibrar añadiendo distintos niveles de carbonatos, fosfatos, óxidos y sales; el caso de microminerales y vitaminas se deberá recurrir a la utilización de microcorrectores prefabricados.

En las fases de vacas secas y recria, la importancia de ajustar correctamente niveles de Ca y P puede ser crítica. En el caso de las primeras debido a una posible descalcificación dada por los bajos niveles de Ca del silo de maíz. En el caso de novillas porque podría verse afectado el desarrollo de las mismas por deficiencias tanto minerales como vitamínicas.

### “Procesado y picado del material ensilado”

Los microorganismos causantes de una buena fermentación láctica durante el proceso de ensilado (responsables de producir una caída del pH y la correcta conservación del silo (gráfico 4)) son de tipo anaerobio. Utilizan como alimento los distintos azúcares presentes en el material ensilado. Por ello, un buen picado y procesado del grano permite eliminar la mayor cantidad posible de oxígeno y pone a disposición de los microorganismos gran cantidad de almidón y azúcares para su rápido desarrollo, lográndose así el objetivo de conservación deseado y evitando el desarrollo de bacterias no deseadas (clostridium).

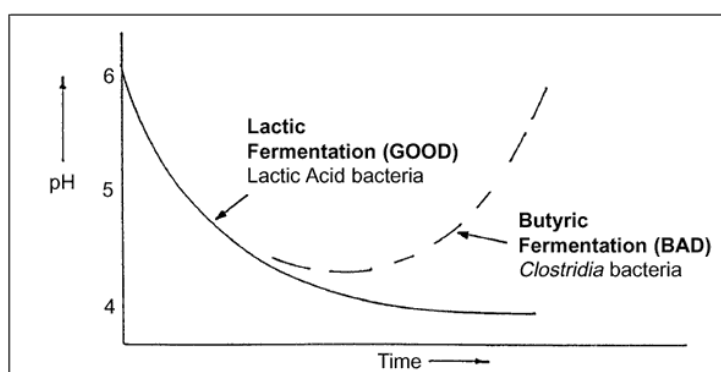


Gráfico 4. Relación fermentación, pH y tiempo durante el proceso de ensilado.

Además, los microorganismos ruminales, en caso de tener material perfectamente procesado durante el proceso de ensilado, contarán con una mayor superficie de ataque del alimento y como consecuencia se logrará una mayor digestibilidad del mismo a nivel ruminal. Así, se favorece el aprovechamiento del alimento, el mayor crecimiento de microorganismos ruminales y por consiguiente una mayor producción de proteína bacteriana (de alto valor biológico).

Es también importante valorar el **procesado y picado** del material a la hora de calcular el valor energético real del silo de maíz. El mal procesado o picado del mismo podría llevarnos a una sobreestimación de su valor energético real debido a una incompleta digestión del mismo. Por eso, **son parámetros fundamentales a tener en cuenta a la hora de hacer una estimación del valor energético.**

### “Condiciones de ensilado y Conservación”

Como se menciona en el punto anterior es fundamental la técnica de ensilado con el fin de lograr una conservación correcta del silo de maíz.

Dentro de los forrajes conservados en forma de silo, el maíz suele ser de los menos problemáticos y más fáciles de lograr, en lo que se podría denominar etapa fermentativa. Sin embargo, suele ser de los más conflictivos a la hora de su apertura y consumo. Para evitar problemas de conservación durante el periodo de consumo del mismo, es importante tomar medidas con anterioridad como por ejemplo:

- Dimensionar los silos según consumos futuros: Un avance ideal en invierno es de 10 cm de profundidad /día y en verano 20 cm/día, partiendo de esos consumos dimensionar ancho y alto. De lo contrario podríamos tener pérdidas muy importantes de silo (gráfico 5)

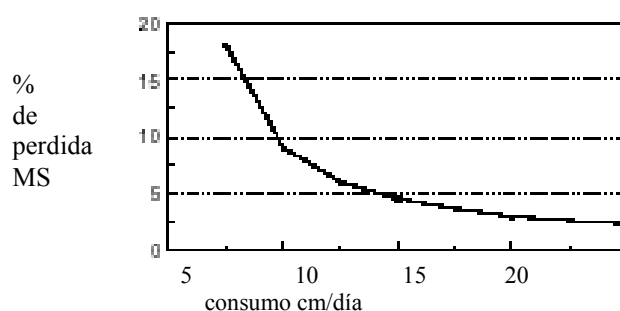


Gráfico 5. Pérdidas de MS según avance diario del frente.

- Compactación correcta de la capa superior (Tapado y peso). Es muy importante evitar cualquier posible penetración de aire, ya que permitiría el desarrollo de levaduras y hongos que deteriorarían el maíz ensilado de manera considerable. El tapado y posterior colocación de peso sobre el plástico, en el caso del silo de maíz, es fundamental, principalmente debido a que los 10-15 cm superiores del silo de maíz son prácticamente imposible de dejar totalmente compactados (efecto esponja). Por ello, la colocación de peso **en el total del plástico** (ruedas, arena, sacos...) es crucial para evitar pérdidas de la capa superior o laterales (si no hay paredes). La aplicación de conservante, melaza, o incluso una capa de hierba verde sin presecar, en toda la capa superior del silo, previamente al tapado, suele ser de buena ayuda.

### “Manejo del frente y contaminación (Hongos y Levaduras)”

Como ya se ha mencionado, aunque logremos una conservación perfecta, el silo de maíz, una vez abierto y durante su consumo, debe ser manejado de forma muy cuidadosa, debido a que es muy susceptible de desarrollar levaduras y hongos.

Al abrir el silo, el contacto con el aire y la presencia importante de azúcares, puede hacer que con una temperatura adecuada, se produzca crecimiento de levaduras, estas a posteriori crearán un ambiente muy favorable para el desarrollo posterior de hongos, los cuales producirán micotoxinas y futuros problemas a nivel animal.

Para evitar el exceso de oxígeno, elevada temperatura y desarrollo posterior de organismos, se debe:

- Mantener un consumo constante (grafico 5), que dependerá de las condiciones externas.
- Movimiento mínimo del material ensilado, con el fin de evitar entrada de aire al interior de la pila.
- Mantener mucho peso sobre el frente del silo.
- Evitar tapar el frente para evitar condensación y aumento de temperatura.
- Eliminar aquellas partes mal conservadas que favorecerían el desarrollo de organismos nocivos.

Muchos de los hongos presentes en los silos de maíz se encuentran presentes en el mismo desde el cultivo en el campo, previo a ser ensilado. Uno de los hongos más comunes y muy problemático es el *Fusarium sp.* . Las condiciones óptimas de desarrollo de hongos dependen de las condiciones climáticas, habiendo un rango muy amplio que favorece el desarrollo de uno u otro hongo. Tenemos el caso de *Fusarium* que se desarrolla muy bien en condiciones de humedad > 70%, oxígeno y temperaturas que fluctúen de calor durante el día y fresco durante la noche. Este hongo en el maíz puede producir podredumbre en las distintas partes de la planta, raíz, caña, mazorca, etc. Este hongo se encuentra en el suelo, semillas, plantas, etc., lo que hace imposible su eliminación, es decir, se debe convivir con él. Un estrés ambiental o de la planta, aumenta la susceptibilidad de infección. Todas aquellas medidas que nos lleven a evitar, en lo posible, situaciones de estrés favorecerán la salud del cultivo. Los daños mecánicos o roturas de la planta abren las puertas al ataque del hongo.

Los hongos una vez instalados en la planta, compiten con ella y con otros microorganismos presentes, por nutrientes; en esa competencia el hongo libera toxinas (micotoxinas) para perjudicar a sus competidores en la lucha por esos nutrientes. Esa liberación de micotoxinas es mayor cuando la planta requiere más nutrientes para su desarrollo o cuando los nutrientes disponibles están limitados.

Se han identificado alrededor de 400-500 micotoxinas, pero sobre sus efectos en el metabolismo animal sólo se han estudiado unas pocas, enumeradas a continuación:

<b>Micotoxina</b>	<b>Hongo</b>
DON (vomitoxin)	F.Moniliforme y F.graminearum
T-2	F.sporotrichioides
Zearalenone	F.Graminearum
Fumonisin	F.Moliniforme

A día de hoy no se ha definido para vacas de leche ninguna relación causa/efecto negativa por ingestión de niveles elevados de DON.

Fumonisin es una micotoxina descubierta recientemente, con efectos cancerígenos para los humanos y como agente causante de una enfermedad cerebral en caballos, no habiendo, hasta el momento, datos de sensibilidad en vacuno.

Zearalenone y vomitoxin son, tal vez, las más conocidas en cuanto a sus efectos en rumiantes. Podríamos hablar de no sobrepasar niveles de existencia superiores a 250 y 300 ppb respectivamente. A partir de dichos niveles, es importante tomar precauciones, como incorporación de antifúngicos y secuestrantes. Recordar que la

zearalenone es un estrogénico que produce problemas a nivel inmunológico que suelen traducirse en problemas reproductivos.

Es importante saber que la presencia en forma visible de hongos, no esta asociada a la presencia de micotoxinas. Del mismo modo, la no visualización de hongos puede estar acompañada de una alta carga tóxica.

### “Valor Energético”

Como se mencionó anteriormente, el calculo del valor alimenticio del silo de maíz, sobre todo al utilizar cantidades importantes, debe ser muy exacto a fin de evitar errores en el racionamiento.

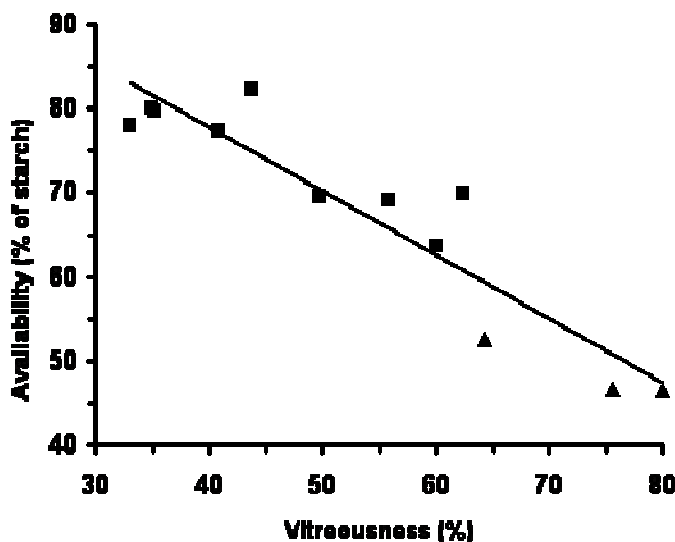
Para determinar el valor energético del maíz, hasta el momento, parecía suficiente considerar ecuaciones con valores de fibra ácido detergente (FAD) o fibra neutro detergente (FND) . Posiblemente lo sea, si se utilizan niveles bajos de dicho forraje.

En la situación que nos ocupa (30-50% de MS total de la ración) son necesarios valores más precisos. Dichos valores de cálculo energético de silo de maíz tienen en cuenta datos como procesado del grano, picado de la planta de maíz, digestibilidad del almidón, y digestibilidad de la FND, por lo que teniendo en cuenta todos ellos se puede determinar con mayor exactitud la energía real del maíz, y su comportamiento a nivel digestivo en el rumiante, estimando digestibilidad ruminal, almidón by pass. etc....

A su vez, estos valores de análisis permitirían determinar mejor aquellas variedades más interesantes desde un punto de vista nutricional. Es decir: **No sólo se debe buscar Kg.de maíz por hectárea sino, litros de leche por hectárea.** Sabiendo digestibilidades de las variedades, y extrapolando dichos valores a producción de leche, se podrán escoger las variedades desde un punto de vista de producción animal y no producción vegetal.

### Importancia de los parámetros digestibilidad de almidón y digestibilidad de FND.-

En el caso del almidón, por la diferencia en la digestibilidad del almidón tipo vítreo y harinoso, siendo mayor para el caso del harinoso (gráfico 6), y variando dicha relación según variedades.



**Gráfico 6.** Relación entre almidón disponible en rumen y porcentaje de almidón vítreo.

En el caso de FNDd los estudios muestran que con el incremento de 1 unidad porcentual de digestibilidad de FND se logra un aumento de 150 gr de consumo de MS y 200 gr de leche corregida al 4% (Oba y Allen, 1999).

**1 unidad % de incremento de Dig.NDF  
= 160 gr MSI  
= 250 gr leche  
Si aumentamos la dig. De FND de  
50 a 55%=  
+0.85 kg MSI = +1,25 KG LECHE**

Por todo ello, es importante hacer los cálculos de valor energético teniendo en cuenta todos los puntos mencionados. Ya en la fórmula de cálculo de NRC 2001 se introduce en la fórmula de cálculo, el dato de CNF y digestibilidad de la FND. Posteriormente, sobre dicha fórmula, y exclusivamente para silo de maíz, Schwap y Shaver (recuadro) introducen otros parámetros como digestibilidad de almidón y a su vez desdoblán CNF en almidón y CNF sin almidón, además de los datos de procesado y picado del maíz.

$$\text{NEL (Mcal/kg)} = (((\text{DIGPB} + \text{DIGAG} + \text{DIGAlm} + \text{DIGNSCNFT} + \text{DIGFND} - 7) * 0.0245) - 0.12)$$

Todo esta información ya está desarrollada en EEUU. SERAGRO junto con el Laboratorio de Mouriscade están desarrollando un proyecto de ajuste y calculo para las condiciones de Galicia, que creemos puede estar disponibles para uso cotidiano en el plazo de 2 años.

## **RACIONAMIENTO**

Como en cualquier racionamiento, las limitantes nutricionales serán inamovibles y las trataremos de cubrir en su totalidad, de acuerdo al tipo de animal que nos hemos marcado como objetivo.

Respecto a las limitantes de alimentos y, sabiendo que contamos con silo de maíz en abundancia y a “buen precio”, intentaremos racionar con la máxima cantidad posible. Es decir que partiremos con un máximo no limitado de silo de maíz. Ese máximo sólo podría estar limitado en caso de escasez, o si algunas de las



consideraciones básicas mencionadas pudiesen limitar su uso (ejemplo de ello podría ser una cantidad elevada de hongos, una mala conservación, material muy caliente, grano mal procesado, etc...).

Partiendo de los puntos mencionados y, suponiendo que el silo de maíz está en correctas condiciones para consumir, los programas de racionamiento posiblemente cojan cantidades elevadas de silo de maíz, 9-12 kg/MS.

Se deberá controlar uno a uno los puntos mencionados en las “CONSIDERACIONES BÁSICAS”. Debemos ser conscientes que de lo formulado por el ordenador a lo que comerá la vaca puede haber mucha diferencia, y una de las funciones del nutrólogo es hacer dicha diferencia mínima o nula. Para ello, se deberá analizar punto por punto, dichas consideraciones para este tipo de ración.

La consistencia de las raciones con mucho silo de maíz hace que funcionen muy bien cuando el animal se ha acostumbrado a ellas. Esto se logra rápidamente debido a que son muy apetitosas para el ganado. Además, la ración sufre muy poca variación a lo largo del año, haciendo que el rumen funcione de manera muy consistente.

Por otro lado, este tipo de ración, logra un funcionamiento del rumen óptimo en lo relativo a producción de proteína microbiana (alto valor biológico). Para ello, debemos ser conscientes de suministrar niveles adecuados de proteína soluble y azufre, con el fin de que el desarrollo bacteriano sea máximo. En muchos casos se deberá añadir urea en niveles de 100-150 gr/vaca/día en caso de animales en producción. Por la misma razón, los niveles de proteína protegida (más cara), se podrían disminuir.

Por supuesto que al tratarse de raciones ricas en maíz, y este a su vez ser pobre en **Lisina**, a la hora de formular, utilizaremos preferentemente fuentes proteicas ricas en dicho aminoácido (soja, colza), y evitar otras pobres en lisina (DDG, gluten meal..).

El valor energético que se le dé al silo de maíz, como ya se ha comentado, puede ser un punto crítico. Con el cálculo que utilizamos actualmente en Galicia, podríamos estar subestimando o sobrestimando dicho valor. En la actualidad utilizamos formulas basadas en FND% o FAD%, y las últimas investigaciones muestran claramente que en el caso del silo de maíz puede llevar a errores. Por ello en breve contaremos con otros parámetros que nos permitirán un mejor ajuste de dichos valores de energía.

Otro parámetro con el que debemos ser cuidadosos con este tipo de raciones, son los niveles de fibra (tabla 3), ya sea FAD, FND, FNDf, o Fibra efectiva, intentando siempre mantener la funcionalidad ruminal en niveles de funcionamiento correcto. Debemos considerar que estamos trabajando con raciones propicias para favorecer la aparición de acidosis si nos descuidamos. En caso de utilizar el silo de maíz como único forraje el suministro de paja (0,5-1 kg) podría ser beneficiosa. En casos donde no sea el único forraje, ver si la fibra suministrada por los otros forrajes es efectiva.

Niveles recomendados (%M.S) para las distintas fracciones de hidratos de carbono N.R.C.-2001			
F.N.D.-f mínimo	F.N.D.-t mínimo	C.N.F. máximo	F.A.D. Mínimo
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21

**Tabla 3.** Niveles de carbohidratos recomendados por el NRC 2001.

Los aspectos negativos que pueden presentar este tipo de raciones son:

- Desde el punto de vista económico:
  - a.- Que las tendencias del mercado se inviertan y se produzca un incremento importante de precio en las proteínas.
- Desde el punto de vista de racionamiento:
  - a.- La necesidad de heno como fuente de fibra más adecuada para complementar con el silo de maíz.
  - b.- Correcto procesado del grano, de lo contrario no estaríamos aprovechando el cultivo correctamente.
  - c.- Debemos ser concientes que se está apostando todo a un cultivo y que si a la hora de cosecharlo se hace en forma incorrecta podríamos estar sacrificando todo el forraje del año.
  - d.- La necesidad de tener una reserva de 3 meses para poder dejar fermentar de forma correcta el próximo silo.
  - e.- También se debe ser consciente del mayor riesgo de acidosis que tenemos con este tipo de raciones, por lo que es aconsejable que los granos de cereal utilizados como suplemento concentrado, no vengan con una molienda inferior a la criba de 3.

El cultivo de maíz por otro lado, permite aportar a las fincas altas cantidades de purín, como forma de abono orgánico, ayudando al medioambiente y a la economía de la granja.