

GRANO DE SORGO: MÉTODOS DE PROCESAMIENTO Y RESULTADOS EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO DE CARNE

Med. Vet. Darío N. Camps* y Med. Vet. Guillermo O. González*. 2003.

*Docentes del Área de Nutrición y Alimentación Animal, Fac. de Veterinaria, U.B.A.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Suplementación](#)

INTRODUCCIÓN

Ha sido ampliamente reconocido que el grano de sorgo (GS) debe ser procesado para ser eficientemente utilizado por el ganado de carne en terminación. El GS responde mejor al procesamiento que los granos de maíz, trigo y cebada. El GS seco partido tiene un valor relativo con respecto al grano de maíz (GM) tratado de igual forma de 85 % a 95 % (promedio 90 %). El procesamiento del GS por métodos más sofisticados aumenta su valor alimenticio en relación al grano partido seco.

LA COMPOSICIÓN QUÍMICA SUGIERE QUE LA DIFERENCIA ENTRE EL VALOR ALIMENTICIO DE GS Y GM TENDRÍA QUE SER MENOR DE LA QUE REALMENTE EXISTE

El almidón representa el 70% de la materia seca (MS) y la proteína se muestra con menor digestibilidad en el GS en relación a otros granos. La velocidad a la que es degradada el almidón en el rumen del ganado es también mucho menor en el GS que en otros granos. Por lo tanto, el procesamiento del grano de sorgo incrementa la cantidad y la velocidad a la que el almidón es digerido, aumentando su valor nutritivo.

QUEBRADO VERSUS MOLIDO

Estos procesos provocan la ruptura de las envolturas de la semilla, reducen el tamaño de las partículas y aumentan el área expuesta a las enzimas de la digestión, la que ocurre en forma más rápida y extensa. El partido del GS seco, da como resultado partículas más grandes con menor contenido de polvo comparado con el molido fino. Sin embargo, los datos disponibles indican que no hay una gran diferencia en la aceptabilidad, ganancia diaria de peso (ADPV) o eficiencia de conversión entre ambos métodos.

La comparación entre GS seco partido y GS seco molido (Tabla 1) pone de manifiesto este hecho. Todos los granos deben haber sido procesados, caso contrario, la eficiencia se verá afectada en relación a la cantidad de granos enteros en la dieta. En forma diferente al maíz, el grano de sorgo entero pasa en gran cantidad sin ser digerido por el animal.

Tabla 1. Comparación entre GS partido y molido. Resumen de 5 ensayos realizados en Kansas sobre 220 novillos de un año en 14 corrales de feedlot.

Ítem	Tratamiento		Diferencia porcentual
	Partido	Molido	
CMS (kg/día)	10,6	11	- 4%
ADPV (kg.)	1,51	1,56	+ 3%
Conversión	7,02	7,06	+ 7%

Basado en 10 experimentos, el molido fino muestra una mejora del 5% en la eficiencia (expresada como conversión grano/carne) comparada con el partido (Tabla 2). De acuerdo a estos ensayos, el tamaño de partícula es más importante cuando se muele que cuando se trata de GS partido. Una partícula grande de grano partido, está generalmente polifracturada, lo que ofrece una gran superficie a las enzimas digestivas, el molido probablemente produce un menor número de partículas fracturadas, por lo que el molido muy fino sería necesario para incrementar la superficie de ataque.

Tabla 2. Comparación entre métodos de procesamiento (CMS: Consumo de Materia Seca)

Cantidad de pruebas	Método de procesamiento		Mejora sobre el control		
			%	%	%
	Prueba	Control	ADPV	CMS	Conversión
5	Peleteado	Partido	+ 5	- 8	+ 7
5	Molido fino	Partido	- 1	- 2	+ 1
10	Molido fino	Molido grueso	+ 1	- 6	+ 5
3	Partido fino	Partido grueso	- 4	- 4	0
8	Peleteado	Molido	+ 4	- 6	+ 9
3	Rolado al vapor	Partido	- 2	0	- 2

La comparación entre grano partido a partícula pequeña y grano finamente molido son confusas. Siete ensayos indicaron que el grano finamente molido fue utilizado más eficientemente que el partido pequeño (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación entre partido a partículas pequeñas versus molido intenso. Resumen de 7 pruebas realizadas en Kansas a 231 novillos.

Ítem	Tratamiento		Diferencia
	Molido fino	Partido fino	
CMS (kg/día)	10,4	10,1	- 3,4 %
ADPV (kg.)	1,36	1,32	- 2,4 %
Conversión	7,67	7,51	+ 2,1 %

Sin embargo, 8 pruebas favorecieron al GS partido en partículas pequeñas (Tabla 4). La performance del ganado que consumía sorgo finamente molido no mejoró con el aumento de la cantidad o de la calidad del forraje de la dieta.

Tabla 4. Comparación entre partido a partículas pequeñas versus molido intenso. Resumen de 8 pruebas realizadas en Kansas a 690 novillos entre los años 1982-1984.

Ítem	Tratamiento		Diferencia
	Molido fino	Partido fino	
CMS (kg/día)	10,46	10,08	- 3,6 %
ADPV (kg.)	1,37	1,21	- 11,6 %
Conversión	7,7	8,3	- 7,7 %

GRANO DE SORGO TRATADO AL VAPOR Y PARTIDO (*STEAM ROLLING*)

Este tratamiento no ofrece ventajas sobre el GS seco partido. El producto obtenido luego del tratamiento del grano tiene una interesante apariencia física que atrajo a los alimentadores de ganado.

SORGO EN ESCAMAS (*STEAM FLAKING*)

El sorgo procesado con vapor y convertido en escamas aumenta la ADPV en 7,8% y mejora la conversión en 11,6% (valores promedio), sobre el grano partido (Tabla 5). Los mejores resultados fueron obtenidos cuando las escamas arrojaron un peso hectolítrico entre 31 y 36 kg (31 a 36 kg / 100 litros).

Tabla 5. Comparación entre métodos de procesamiento del grano de sorgo (Arizona).

Método de procesamiento	Partido seco	Escamas	Reconstituido	Expandido y micronizado
ADPV (kg.)	1,16	1,25	1,25	1,25
CMS (kg/an/día)	7,62	7,26	7,12	7,26
Conversión	6,57	5,80	5,67	5,80
% Grano en la dieta	74	74	78	74
Mejora en la eficiencia de la dieta (%)		11,6	13,7	11,6
Mejora en la eficiencia de utilización del grano (%)		15,7	17,6	15,7

Las respuestas observadas a la alimentación del ganado con GS en escamas es altamente variable. Los diferentes tiempos a que el grano permanece en contacto con el vapor, la temperatura, la humedad del grano, la presión que ejercen los rolos, influyen en las características del producto. Variantes en el peso hectolítrico y contenido de materiales extraños son también causa de diferencias entre las distintas partidas o procedencias. El tratamiento hidrotérmico excesivo produce una sobre gelatinización del almidón con depresión del consumo y de la ganancia diaria.

GRANO COSECHADO ALTA HUMEDAD (GAH) Y GRANO RECONSTITUIDO (GR) (*HIGH MOISTURE HARVESTING AND RECONSTITUTION*)

Los resultados obtenidos con el uso de GAH y GR muestran en general una mejora promedio en la conversión de 8,5% a 20% cuando se la compara con la que ocurre con GS seco partido (Tablas 5 y 6). Puede no haber variantes en la ADPV.

Tabla 6. Grano de alta humedad por cosecha anticipada o reconstituido versus GS seco partido.

Método de procesamiento	ADPV	Conversión	Mejora en relación a molido fino
	Kg	Kg	%
seco molido fino	1,09	6,3	
Reconst., molido (1-2)	1,04	5,8	8,5
Reconst., partido (1-3)	1,22	5,3	16,8
GAH, partido (2-3)	1	5,4	14,8
GAH, partido (2-3)	1,18	5,2	18,3
1.- Reconstituido en estructuras oxígeno-limitantes 2.- Quebrado o molido inmediatamente antes de ser suministrado. 3.- Cosechado con alta humedad y almacenado en estructuras oxígeno-limitantes.			

El GS debe ser almacenado entero durante el proceso de reconstitución (Tabla 7) para poder lograr mejoras en su utilización. Los cambios químicos que ocurren durante este proceso son bastante similares a los de la germinación del grano. Es necesario que el grano permanezca entero a fin de que los procesos enzimáticos y hormonales puedan manifestarse y producir cambios en el almidón. Por esto, son necesarias estructuras de almacenaje que impidan la entrada de oxígeno.

Tabla 7. Resultados de diversas formas físicas de GS reconstituido (Oklahoma).

Método de procesamiento	ADPV	Conversión	Mejora, en relación a GS molido seco.
	Kg.	Kg.	%
Molido seco	1,04	5,7	
Almacenado entero	1,18	5,1	+ 9,4
Almacenado molido	1,04	5,9	- 4,8

En contraste con la reconstitución, el grano cosechado con alta humedad puede ser almacenado entero o quebrado y mantener sus propiedades mejoradoras. Si es utilizado un silo trinchera, el grano debe ser molido o partido para obtener una adecuada compactación.

Para el GR los datos indican que un 30% de humedad es mejor que un 22% para almacenar GR, y que no se perciben ventajas adicionales si se supera el 30% (Tabla 8).

Tabla 8. Grano de sorgo reconstituido. Relación del nivel de humedad con la producción (Oklahoma).

Método de procesamiento	ADPV	Conversión	Mejora sobre GS partido seco.
	Kg.	Kg.	%
Partido seco	1,13	6,1	
Recon. 22%	1,22	5,9	+ 4
Recon. 30%	1,09	5,4	+ 11,8
Recon. 38%	1,04	5,4	+ 12,1

El grano de sorgo reconstituido debe ser almacenado durante un mínimo de 10 días, aunque es preferible optar por un período de 20 días antes de ser utilizado. En condiciones de baja temperatura y humedad, son necesarios

períodos mayores de almacenaje. La reducción del tiempo de almacenaje del grano reconstituido permite un ciclo rápido de instalaciones y menores costos.

CONCLUSIONES RELACIONADAS CON EL GS HÚMEDO

1. El GAH y GR mejoran consistentemente la eficiencia entre un 8,5 % a 20 % en relación a los resultados obtenidos con GS partido o molido.
2. Las pérdidas anteriores a la cosecha (perdidas por pájaros, volteo, etc) son minimizadas. No hay costos adicionales por secado.
3. Debe tener de 27 a 30 % de humedad.
4. El GAH puede ser almacenado partido, en silos trinchera y entero en estructuras oxígeno-limitantes.
5. La reconstrucción del GS, se realiza humedeciendo el grano hasta el 30% de humedad, almacenaje en estructuras selladas durante 15-20 días y quebrado inmediatamente antes de su empleo en alimentación.

PRESERVACIÓN QUÍMICA DEL GS

Los ácidos orgánicos preservan los alimentos del enmohecimiento. La preservación del GR con una mezcla de ácidos orgánicos produjo aceptables ADPV y eficiencia según ensayos realizados en Kansas (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados de ganancia diaria de peso y conversión de novillos alimentados con GR adicionado de ácidos orgánicos (Kansas).

Ítem	ADPV	Conversión
	Kg.	Kg.
Escamas	1,36	6,3
Reconstituido		
Entero (a)	1,45	6,5
Tratado c/ácidos (a)		
Silo trinchera	1,45	6,8
Silo metálico	1,5	6,7
Silo trinchera quebrado	1,32	7,2
(a): quebrado previo a su administración.		

GS ESTALLADO (*POPPING*)

Este proceso aplicado al grano de sorgo da como resultado un 50 % aproximadamente de granos estallados. En GS se han utilizado temperatura más bajas (260 °C vs. 370 °C) a las standard para este proceso, habiéndose obteniendo los mismos resultados. La digestibilidad del almidón del GS es aumentada por la expansión de los gránulos de almidón. Ensayos realizados en California en los que compararon GS en escamas y GS expandido, no arrojaron diferencias significativas.

Ensayos de Texas, muestran que el 45 % de grano expandido es alcanzado cuando este contiene 15 % de humedad. La alimentación sin restricciones con la mezcla de grano expandido y entero tal cual sale de la industria, comparada con grano totalmente expandido y grano que no fue expandido durante el proceso formando parte de raciones altas en concentrados partidos, mostró en todos los casos una disminución del consumo de MS en relación a dietas base GS partido seco. Se observó también una mejora en la conversión aunque se observó una muy ligera disminución en el ADPV y calidad de la res. Las tres fracciones de GS sometidas al proceso (expandidas o no), resultaron más digestibles que el grano no tratado por calor, indicando que la mejora observada fue debida al tratamiento térmico y no a la expansión del grano.

La inversión en equipamiento industrial y los costos operacionales son más bajos para *popping* que para GS en escamas.

MICRONIZACIÓN

El GS es expuesto al calor infrarrojo (150 °C) y aplastado. Su aspecto es muy similar al GS en escamas. La eficiencia es comparable a la del GS en escamas. Generalmente es necesario una adaptación cuidadosa hasta lograr consumo y ADPV máximos cuando es usado en una proporción importante de la dieta de concentrados.

COPOS (EXPLODING)

En este proceso el GS es expuesto a una corriente de vapor directa a presión, al cesar la presión, el producto se expande con fuerza y las cubiertas del grano son separadas. Comparación entre ADPV y conversión obtenidos con la alimentación de novillos con una dieta alta en concentrados base GS en copos *versus* escamas de peso hectolí-

tricos variable (escamas de diferente espesor) de 47, 36 o 26 kg mostraron que los copos pueden competir con el mejor resultado obtenido con escamas.

EXTRUSADO

El GS es forzado a través de una extrusadora mediante un tornillo cónico, produciéndose calor y presión. En la medida en que la presión deja de ejercerse, el producto es expandido.

Pruebas realizadas en Kansas con GS partido seco, GS alta humedad GS en escamas y GS extrusado arrojaron igualdad en cuanto a ADPV; sin embargo la conversión mejoró entre un 9 a 15 % cuando fueron utilizadas escamas o GS extrusado en relación al GS partido seco. Entre escamas, extrusado y alta humedad no fueron observadas diferencias.

COMBINACIÓN DE GS CON OTROS GRANOS

El valor alimenticio del GS aumenta sensiblemente cuando es mezclado con grano de maíz cosechado húmedo o grano de trigo partido seco (Tablas 10 y 11).

Tabla 10. Efectos complementarios de la alimentación con GS partido seco y grano de maíz cosechado con alta humedad. Resultado promedio de 9 pruebas sobre 69 corrales en el Estado de Nebraska. USA.

Ítem	Grano de maíz alta humedad: GS partido seco			
	100:0	50:50	30:70	0:100
CMS (kg/an/día)	9,44	9,47	9,64	10,1
ADPV (kg)	1,46	1,47	1,46	1,37
Conversión	6,43	6,36	6,54	7,21

Tabla 11. Efecto complementario. Alimentación con GS partido seco y proporciones variables de Grano de Trigo partido seco.

Ítem	Composición de la dieta			Efecto complementario
	Grano de sorgo	Sorgo/Trigo	Trigo	
CMS (kg/an/día)	10,8	10,3	9,3	+ 2,5%
ADPV (kg)	1,63	1,52	1,29	+ 3,8%
Conversión	6,58	6,55	6,97	- 3,4%

La mezcla de granos basadas en las propiedades dinámicas de los almidones reducen la ocurrencia de acidosis asociada a dietas basadas en grano de maíz de alta humedad y grano de trigo o cebada y se optimiza la utilización de los almidones en el tracto digestivo del ganado. Los mejores resultados son obtenidos durante el período de adaptación de animales provenientes de dietas altas en forrajes y su pasaje a altas en granos. El efecto asociativo complementario del GS, es observado cuando se combina este grano con granos cuyos almidones presentan una alta proporción de almidón degradable en el rumen, sumada a una alta velocidad de degradación de ese almidón, pero no cuando es asociado con un grano de lenta tasa de degradación como el caso del maíz entero o partido seco.

EFFECTOS RELACIONADOS CON LA VARIEDAD DEL GRANO

La variedad de GS así como las características ambientales del lugar de producción pueden influenciar su valor nutritivo tanto como lo hace el método de procesamiento. Esta es la principal razón por la que la performance de los animales de feedlot es tan variable cuando el sorgo es utilizado como ingrediente base de la dieta.

En un estudio realizado sobre 102 líneas de sorgo híbrido en tres diferentes estados de EE.UU. (Texas, Kansas y Nebraska), los investigadores de Texas encontraron que la variedad y zona de producción afectaron la digestibilidad "in vitro" (en el laboratorio) de sorgos quebrados y GS reconstituido.

Los investigadores de Kansas observaron que cuatro híbridos de endosperma amarillo promediaban el 95,1% del valor del grano de maíz, pero que variedades de endosperma blanco solo lograban alcanzar el 85,8% como promedio cuando eran alimentados novillos en terminación.

Novillos alimentados con variedades de sorgo antipájaro presentaron las ganancias de peso y eficiencia más bajo en comparación con el resto de las variedades probadas.

En dos estudios de Kansas en los que se compararon variedades de GS híbrido amarillo con GS endosperma marrón rojizo, la eficiencia fue mejorada en un 9,6% y 25,1% para los amarillos.

Es notable que algunos tipos de sorgo responden en forma diferente al procesamiento, debido en este caso a la disponibilidad del almidón de cada variedad. Por esto, en el futuro, es esperable nuevas investigaciones realizadas

por los semilleros a fin de conocer las variedades mas propensas a lograr alta eficiencia en el uso del GS en dietas para ganado de feedlot. Es probable que esta línea de trabajo adquiera la importancia que tuvo la investigación y aplicación de los distintos métodos de procesamiento en los últimos años

Volver a: [Suplementación](#)