

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS



"EFECTO DEL GRANO DE SORGO ROLADO HUMEDO CONTRA MOLIDO EN
DIETAS PARA GANADO DE CARNE EN PRODUCCION INTENSIVA EN CORRAL"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO Y
ZOOTECNISTA

PRESENTA

OMAR INDALECIO GARCIA SALAZAR

DIRECTOR DE TESIS: PhD JOSE MANUEL ZORRILLA RIOS

ASESOR DE TESIS: MVZ DAVID LICEAGA RIVERA

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., FEBRERO DE 1997

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

ESTAMPADO DE LA INSTITUCION

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Indalecio Garcia Rodriguez

María del Carmen Salazar Ramirez

AGRADECIMENTOS:

A DIOS:

Por permitirme vivir y realizar una de mis metas.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA:

Por brindarme la oportunidad de formarme académicamente.

A MIS PADRES:

Por la absoluta confianza, paciencia y apoyo que me ofrecieron sin lo cual no sería posible la realización de éste trabajo

A MIS HERMANOS :

Por el cariño y apoyo que me regalaron durante la realización de este trabajo.

A LA EXFACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, HOY CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS, DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS:

Por darme la oportunidad invaluable de lograr una profesión.

AGRADECIMENTOS:

AL DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS: Ph. JOSE ZORRILLA RIOS Y M.C. DAVID LICEAGA RIVERA:

Por su desinteresada ayuda y apoyo para la realizacion de éste trabajo, así como por su amistad y camaradería que en ellos he encontrado.

AL CIPEJ-TLAQUEPAQUE Y A TODO EL PERSONAL:

Por darme la facilidad de realizaer el presente trabajo.

A MIS MAESTROS:

Por el esfuerzo que hacen en dejar sembrado en cada uno de nosotros la inquietud por aprender un poco mas cada día.

A EL RANCHO EL MEZQUITE ESPECIALMENTE A EL SEÑOR LAE. RODRIGO GUTIERREZ Y AL M.V.Z. ARTURO ROMERO:

Por la ayuda aportada para la elaboración de éste trabajao.

A TODOS MIS AMIGOS EN ESPECIAL A JAVIER RAMOS:

Por que me brindaron su apoyo para seguir adelante.

RECONOCIMIENTO

La ejecución de esta investigación recibió apoyo económico parcial por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Sistema de Investigación José María Morelos, a través del proyecto No. 95 - 01 - 020 : Tecnología para el Crecimiento y Finalización de Ganado Bovino.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	i
INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACION	7
HIPOTESIS	8
OBJETIVOS	9
MATERIAL Y METODO	10
RESULTADOS	13
DISCUSION	18
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFIA	22



RESUMEN

La industria de ganado bovino de engorda intensiva se ha convertido en una parte altamente especializada con el fin de obtener altos niveles de productividad. Es por eso que la utilización de granos procesados en diferentes formas se ha venido utilizando. El rolado húmedo es un método que incrementa el valor energético del grano aumentando su digestibilidad al hacerlo más susceptible al ataque enzimático; lográndose una mayor utilización del almidón que con el molido. Con el objetivo de evaluar el efecto del procesamiento de grano de sorgo rolado húmedo contra el procesamiento de sorgo molido en dietas para ganado de carne se utilizaron 160 toretes cruzados de cebú con diferentes tipos y proporciones de ganado europeo, de un peso vivo inicial promedio de 314 kg y de 311.8 kg para el molido y rolado respectivamente. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones. El experimento tuvo una duración de 91 días, divididos en un periodo inicial de 28 días y 3 periodos de 21 días. En cada periodo se midieron los cambios de peso vivo individual (sin previa dieta), peso final individual, consumo de alimento por lote por día, número de animales enfermos por signos de acidosis. La dieta estaba elaborada con rastrojo y ensilaje de maíz, canola, gluten de maíz, almidón, pollinaza y minerales así como grano de sorgo procesado por uno de los dos métodos. Los resultados se analizaron mediante el paquete estadístico SAS. La ganancia diaria de peso fue muy similar para ambos tratamientos siendo de 1.35 vs 1.38 kg para molido y rolado respectivamente no encontrando diferencias entre estos ($P < 0.52$). El consumo de materia seca fue ligeramente inferior en el tratamiento molido con 10.66 vs 11.26 kg en el rolado no encontrando diferencia ($P < 0.11$), de igual manera se comportaron los consumos de nutrimentos. Para la conversión alimenticia se encontró similar respuesta por el procesamiento rolado contra el molido con 8.14 y 7.81 kg de alimento por kilogramo producido respectivamente, no encontrando diferencias ($P < 0.85$). No se encontró respuesta sobre los parámetros medidos al utilizar grano de sorgo rolado o molido usando una dieta característica de la región, sin embargo se sugiere que si se tiene la posibilidad de incrementar el nivel de grano tratado en la dieta (75% o más) los efectos al rolado se harán notorios.

INTRODUCCION

México, como país en desarrollo, requiere cada vez más de una mayor demanda de nutrientes para el consumo de su población, así como de avances técnicos que permitan solventar esos requerimientos, por lo que es necesario el incrementar así como eficientizar la producción pecuaria. La industria de ganado bovino de engorda en forma intensiva se ha convertido en una parte altamente especializada del campo agropecuario, particularmente en aquellas regiones donde existe un gran número de criadores de ganado de engorda, acompañado de un excedente en la producción (6).

En la engorda intensiva de bovinos, la manipulación de la alimentación tiene por objeto proporcionar al animal los ingredientes necesarios en la forma y proporción adecuada para que este exprese su máximo potencial de crecimiento y engorda corporal con el mínimo de alimento, que al final de cuentas es la energía depositada en su cuerpo y el nitrógeno retenido en forma de proteína. Siendo los granos la principal fuente energética en la dieta, y el sorgo uno de los más utilizados, es que se han desarrollado métodos de procesamiento para mejorar su utilización, dentro de los cuales sobresale por su respuesta el rolado húmedo.

Las barreras físicas para la digestión del almidón incluyen la cubierta de la semilla, la matriz proteica que rodea los gránulos de almidón y la solubilidad del almidón en sí mismo. Entonces la mejora en la utilización puede lograrse generalmente por diversos medios que rompen la cáscara o la capa cerea de la semilla y la asociación proteína-almidón que existe en el endospermo, incrementando la superficie y la tasa de digestión del almidón (1, 4, 5, 11, 12, 15, 26, 28)

El almidón es el punto principal en el procesamiento de granos cerealeros. Este existe inmerso en una matriz proteica, la cual es particularmente fuerte en el sorgo y en el maíz. Los gránulos de almidón son pseudocristales que tienen áreas organizadas (cristalinas) y áreas relativamente no organizadas (amorfas). Estos gránulos se gelatinizan, perdiendo irreversiblemente su estructura nativa, cuando suficiente energía es aplicada para romper los puentes intermoleculares de hidrógeno que existen en las áreas cristalinas, es decir, se pierde la cristalinidad de los gránulos haciendo hidrosoluble este por ruptura de las paredes de la célula del almidón.

Con la gelatinización, los gránulos del almidón absorben agua, hinchándose y exudando parte de la amilosa haciéndolos más susceptibles a la degradación enzimática. La gelatinización del almidón puede ser causada

por agentes térmicos, mecánicos, químicos o combinaciones. La gelatinización mecánica del almidón ocurre mediante el molido de los cereales (19, 21).

La tasa de digestibilidad del almidón es el resultado de varios factores que interactúan, entre los cuales podemos considerar las propiedades físico-químicas del grano, factores tipo microbial y factores del animal. Desde otro punto de vista, la digestibilidad es afectada por la especie de la planta, la forma física del granulo, inhibidores (tales como taninos), y el tipo del almidón. De los granos cerealeros, el sorgo es el que tiene más baja digestibilidad (4, 11, 12, 21)

Teóricamente sería más ventajoso para el rumiante que el almidón sobrepase el rumen y sea digerido en el intestino delgado debido a la relativa ineficiencia de la fermentación ruminal que acompaña a la digestión microbiana. Sin embargo, en términos de comportamiento animal existe poca evidencia publicada para demostrar que cambiando el sitio de digestión del almidón del rumen a intestino delgado se obtengan mayores rendimientos (1, 8, 24, 26).

No existe un completo acuerdo sobre la significancia que tiene el sitio de digestión del almidón en los rumiantes, puesto que unos autores mencionan que el almidón es digerido principalmente en el rumen, ocurriendo también una parte de la digestión en el intestino delgado. Theurer (1989), demostró que la digestibilidad total en todo el tracto digestivo estaba relacionada estrechamente con la digestión ruminal del almidón. Otros autores mencionan que la máxima utilización del almidón ocurre en el intestino delgado. Barcena (1994), citando a Owens et. al. (1986) menciona que el almidón digerido en el intestino delgado aportó 42% más energía que el fermentado en rumen (1, 8, 9, 12, 24, 26).

La fermentación no es una buena alternativa cuando el rumiante consume concentrados, ya que esta involucra pérdida de energía y el animal pudiera digerir almidón sin fermentarlo. (17).

La hidrólisis del almidón en el rumen es el resultado de diversas amilasas microbianas que producen oligosacáridos, maltosa, y pequeñas cantidades de glucosa. El tipo de dieta modifica la actividad específica de las enzimas microbianas. Las bacterias que fermentan almidón no son sensibles a la acidez (5.5 a 7); valores menores a 5.5 provocan solo la supervivencia de algunos tipos. Las bacterias que fermentan almidón producen principalmente ácido propionico, lo que es deseable en términos productivos (11, 17).

La necesidad de obtener una conversión alimenticia eficiente para minimizar los costos de alimentación, ha traído como consecuencia la utilización masiva de granos procesados en diferentes formas. Aunque los granos procesados son mucho más digestibles y producen ganancias de peso más eficientes, tienen mayor probabilidad de producir trastornos digestivos si se utilizan en forma inapropiada en las raciones de finalización. Estos trastornos consisten principalmente en acidosis aguda y subaguda, que son consecuencia de la fermentación de grandes cantidades de almidón. Por lo tanto requiere de cuidados al formular las raciones y la alimentación de este ganado (6, 12, 18, 24).

El tratamiento físico para los granos ha sido practicado por el hombre durante muchos años. Moler, aplastar, rolar y adición de agua, parecen mejorar la palatabilidad y/o utilización de ciertos granos. Además, pueden mejorar el tamaño de las partículas y/o la densidad que facilita el paso a través del rumen (1, 5, 8).

Ciertos tipos de procesos, además de incrementar el valor energético de los granos y su digestibilidad, pueden destruir micotoxinas (5, 8, 9, 10, 11, 18, 28).

Los métodos para el tratamiento de granos se dividen preferentemente en secos y húmedos:

a) Tratamientos en seco: micronización, molido, quebrado, rolado, tostado, termalizado, torrefacción, granulado, expansión en aire, estiramiento a presión.

b) Tratamientos con humedad: triturado al vapor, rolado húmedo, empapado, reconstituido, explotado, cocción a presión, ensilado con alto contenido de humedad (5, 7, 8, 10).

Para una más completa utilización del almidón se requiere de una mayor transformación en el granulo del almidón que la obtenida con solo moler o aplastar el grano. Para ello, se utiliza el rolado húmedo, que es el método de procesamiento más comúnmente usado para mejorar la utilización del grano de sorgo por ganado de engorda (15, 28).

Desde la observación en los años 60's de que el valor nutritivo del grano de sorgo (milo) para el ganado de carne puede ser mejorado por el proceso de rolado húmedo, han sido realizadas investigaciones acerca de procesamientos de granos y sus efectos en la utilización de nutrientes y rendimiento en rumiantes (26).

La técnica del rolado húmedo consiste en exponer el grano a vapor con presión por un período de tiempo (20 a 30 minutos en el caso del mijo) y es pasado después por unos rodillos para ser aplastado (hojueado). Las variables en el proceso incluyen el tiempo de vaporización, cantidad de humedad adicionada y el grado al cual el grano es aplastado, lo cual es una función de la tolerancia y tensión en los rodillos y el grano expuesto (19, 26).

La respuesta del rolado húmedo es extremadamente variable debido a diferencias en el tiempo de tratamiento, temperatura, humedad, presión del rolado, entre otros (11, 27).

Sin embargo, otros reportes mencionan que existen muy pocas diferencias en la respuesta animal en relación al grado de procesamiento o densidad del rolado (28, 29).

El valor energético del sorgo respecto al del maíz es de aproximadamente el 85%, y si se procesa podemos incrementar el valor hasta en un 95%; aunque se ha reportado que con el rolado húmedo se alcanza hasta un 105 a 108% de el valor relativo del maíz (3, 11, 23).

El valor nutritivo del sorgo es incrementado por el rolado húmedo mejorando su utilización de un 12 a un 15% y la del maíz de un 6 a un 8% (1, 2, 25, 26).

El rolado húmedo puede incrementar el rendimiento y reducir los requerimientos de alimento en novillos de engorda (8).

Desde antes de 1960 se conoce que el rolado o aplastado tiene una ligera ventaja sobre el molido (8).

El análisis de diversos estudios sobre distintos métodos de procesamiento de grano de sorgo (rolado húmedo, rolado seco, alta humedad y reconstituido) mostraron los siguientes resultados:

El rolado seco presentó los mejores incrementos de peso vivo (GDP de 1.437) seguido por el rolado húmedo con 1.36 kg, para reconstituido 1.32 kg y para el de alta humedad fue de 1.31 kg. Los consumos mostrados fueron de 8.66 kg para el rolado húmedo, contra 8.80 kg para el reconstituido, 8.98 kg para el de alta humedad y 10.52 kg para el rolado seco. La mejor conversión alimenticia también fue para el rolado húmedo (6.46 kg contra 6.74 kg, 6.94 y 7.39 para el reconstituido, el de alta humedad y el rolado seco respectivamente. En relación a la energía metabolizable, también el rolado

húmedo obtuvo el más alto valor (3.39 Mcal/kg MS, por 3.04 del reconstituido, 2.98 para el de alta humedad y 2.91 para el rolado seco) (18).

En términos de porcentaje, el rolado húmedo supera en un 15% aproximadamente al rolado seco en relación a su energía metabolizable (8, 18, 19).

El rolado húmedo se ha empleado con resultados favorables en el ganado bovino productor de leche (13, 20, 26).

De igual manera, en corderos, la utilización de este método de procesamiento de granos ha demostrado mejorar la eficiencia en la utilización del alimento (8).

En base a los resultados que se han reportado sobre la utilización de grano de sorgo rolado en la alimentación de bovinos, es importante conocer la respuesta a ese método de procesamiento bajo condiciones locales.

CENTRO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la problemática que enfrenta México en la producción de alimentos para consumo humano y ante la difícil situación en que se encuentra la ganadería del país en estos momentos, ya que también ha sido afectada por la grave crisis económica, las elevadas tasas de interés, los elevados costos de insumos, etc., es necesario realizar estudios sobre los diferentes factores que intervienen en la industria pecuaria y contribuyan a incrementar y hacer más eficiente la producción de carne bovina.

Uno de los caminos factibles lo encontramos en el ámbito de la alimentación animal, sabiendo que ésta genera el costo principal en la producción, entonces es necesario implementar o buscar prácticas provechosas en este rubro.

En los sistemas intensivos de explotación de ganado bovino de carne, es preciso proporcionar una dieta adecuada, en la cual el grano juega un papel de gran importancia. Por tanto, una opción para reducir los periodos de finalización es el empleo de dietas con alto contenido de grano. Para optimizar esta alternativa se requiere implementar métodos de procesamiento físicos sobre los granos que favorezcan su utilización nutricional por parte del bovino.

El rolado húmedo es uno de los métodos que han demostrado incrementar los valores nutricionales y con esto también incrementar la eficiencia alimenticia y productiva; por consiguiente es necesario evaluar su empleo bajo las condiciones locales y en base a ello determinar la factibilidad de su uso en engordas comerciales, tomando en consideración que los niveles de inclusión de grano en la dieta son menores a los reportados en la literatura y que se emplean ingredientes no convencionales.

JUSTIFICACION

En la engorda intensiva de bovinos, la manipulación de la alimentación tiene por objeto proporcionar al animal los ingredientes necesarios en forma y proporción adecuada para que este exprese su máximo potencial de crecimiento y engorda corporal, con el mínimo de alimento, que al final de cuentas es la energía depositada en su cuerpo y el nitrógeno retenido en forma de proteína. Siendo los granos la principal fuente energética en la dieta y el sorgo uno de los más utilizados, es que se han desarrollado métodos de procesamiento para mejorar su utilización, entre los cuales sobresale por su respuesta en la eficiencia alimenticia el rolado húmedo.

El rolado húmedo, como método de procesamiento puede tener una buena aceptación por los productores de ganado bovino de engorda en forma intensiva, ya que los datos que se tienen indican que es más eficiente que el molido en relación a digestibilidad animal, por consiguiente, el rolado húmedo es testimonio de beneficio económico.

De lo anterior se desprende la importancia en determinar los efectos del procesamiento de sorgo en la alimentación animal sobre los parámetros productivos que puede contribuir a mejorar, bajo condiciones locales que corroboren la información que se tiene al respecto.

HIPOTESIS

Con el rolado húmedo se degrada la matriz proteica que rodea el almidón permitiendo el acceso enzimático y de microorganismos al granulo de almidón, por lo tanto, este proceso mejora los parámetros productivos en la engorda de bovinos.

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
SANTAFÉ DE BOGOTÁ

OBJETIVOS

GENERAL

Comparar el efecto de los métodos de procesamiento de grano de sorgo rolado húmedo contra molido en la engorda de ganado bovino en finalización en corral.

PARTICULARES

- 1.- Determinar el efecto del rolado húmedo o del molido sobre la ganancia diaria de peso, consumo alimenticio y conversión alimenticia
- 2.- Incrementar la eficiencia en la utilización del grano en dietas para ganado bovino de engorda a través de su procesamiento.
- 3.- Estimar el costo-beneficio del tratamiento e inclusión del grano de sorgo rolado húmedo o molido en la engorda de bovinos.

MATERIAL Y METODO

Se corrió una prueba en los corrales de engorda del rancho El Mezquite, ubicado en Valle de Guadalupe, Jalisco, encontrándose a una latitud de 102° y 45' y a una altitud de 21°; con un clima semicálido-subhúmedo. La temperatura media anual es de 20 C y la precipitación es de 800 mm.

Se utilizaron las siguientes instalaciones y equipo: corrales de engorda, corrales y manga de manejo, trampa, báscula electrónica individual, mezcladora y repartidor de alimento, almacén de alimento, roladora de granos y oficina.

Los corrales son de material tubular, dimensiones de 16 por 13 m, con piso de concreto, comederos de concreto lineales de canal, bebederos de pileta automáticos y sombreadero en el área de comedero.

El experimento se ajustó a las prácticas de alimentación implementadas por el productor. De igual forma, las características de la dieta así como el manejo y comercialización de los animales se ajustaron a las políticas de esta empresa pecuaria (Rancho El Mezquite).

Se proporcionó la misma dieta en ambos tratamientos, con la variable de comparar el efecto del procesamiento de grano de sorgo: rolado húmedo contra molido como única variable, incluyéndose en la misma cantidad para los dos tratamientos (Cuadro 1).

Se realizó una introducción en forma súbita a la dieta.

El alimento se ofreció dos veces al día a libre acceso.

Se utilizaron 160 toretes cruzados de cebú con diferentes tipos y proporciones de raza europeo de un peso promedio inicial de 313 kg.

Todos los animales recibieron el mismo manejo de recepción, el cual consistió en desparasitación, vacunación, implante, aretado y herrado.

Después de una semana en el corral consumiendo la misma dieta, los animales fueron pesados en forma individual, y en base al peso promedio se distribuyeron en 8 corrales (repeticiones), 20 cabezas en cada uno.

La duración del experimento fué de 91 días.

Se midieron los siguientes parámetros:

Peso vivo inicial individual.

Pesos intermedios individuales al día 28, 49 y 70 (sin previa dieta)

Peso final individual.

Consumo de alimento por lote .

Número de cabezas y días de tratamiento, en particular para signos de acidosis.

Los resultados se analizaron utilizando un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones, por medio del paquete estadístico SAS, utilizando el programa GLM y el peso inicial como covariable con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = M + T_i + PI_{(i)j} + E_{(ij)k}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observacion al analizarse el k-ésimo corral usando el j-ésimo animal anidado en el i-ésimo tratamiento.

M = Media General.

T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento

$PI_{(i)j}$ = Efecto del j-ésimo animal asociado al i-ésimo tratamiento

$E_{(ij)k}$ = Error experimental asociado al k-ésimo corral asociado al j-ésimo animal y al i-ésimo tratamiento.

Cuadro 1
COMPOSICION Y APORTE NUTRICIONAL DE LA DIETA

<u>INGREDIENTE</u>	<u>kg / BH</u>	<u>% MS</u>
ENSILAJE DE MAIZ	370	20.43
RASTROJO DE MAIZ	185	26.27
AGUA PESADA DE COCIMIENTO (*)	150	10.89
GRANO DE SORGO (**)	150	21.30
ALMIDON	80	11.61
POLLINAZA	50	7.10
CARBONATO DE CALCIO	7	1.10
SAL	5	0.78
MINERALES TRAZA	3	0.47

VALORES CALCULADOS

PROTEINA CRUDA (%)	13
T.N.D. (%)	65
E. N. g. (Mcal/kg)	0.9
CALCIO (%)	0.6
FOSFORO (%)	0.4

(*) 25% de proteina cruda y 46% de materia seca.

(**) Molido ó Rolado.

COSTO POR TONELADA DE ALIMENTO

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>BASE HUMEDA</u>	<u>BASE SECA</u>
MOLIDO	\$411.56	\$649.92
ROLADO	\$417.56	\$659.29



RESULTADOS

El peso inicial (PI) para el tratamiento con grano molido (molido) fué de 314 kg y para el tratamiento con grano rolado (rolado) de 311.8 kg. Los cambios de peso vivo se manifestaron de la siguiente manera. El peso 1 (P1) para molido fué de 340.09 kg y para rolado 342.69 kg. El peso 2 (P2) para molido fué de 373.12 kg y para rolado de 379.92 kg. El peso 3 (P3) para molido fué de 402.97 kg y de 409.92 kg para rolado. El peso final fué de 429.45 kg para molido y de 434.80 kg para rolado. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para cada periodo ni para el valor final ($P>0.05$) (Cuadro 1).

CUADRO 1
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL GRANO DE SORGO SOBRE LOS
CAMBIOS DE PESO VIVO (kg).

PESO	MOLIDO	ROLADO	EE*	P<
INICIAL	314.00	311.80	6.629	0.51
PERIODO 1	340.09	342.69	4.522	0.70
PERIODO 2	373.12	379.92	3.245	0.20
PERIODO 3	402.97	409.92	5.834	0.44
FINAL	429.45	434.80	5.312	0.51

* = Error Estandar

La ganancia diaria de peso en el periodo 1 (GD1) para molido fué de 1.17 kg y para rolado de 1.18 kg. La GD2 para molido fué de 1.56 kg y para rolado de 1.72 kg. La GD3 fué de 1.38 kg para molido y 1.40 kg para rolado. La GD4 fué de 1.26 kg para molido y de 1.19 kg para rolado. La ganancia diaria promedio final fué de 1.35 kg para molido y para rolado de 1.38 kg. No se presentaron entre tratamientos para cada periodo ni parra el promedio final diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) (Cuadro 2).

CUADRO 2
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE GRANO DE SORGO SOBRE LA
GANANCIA DIARIA DE PESO POR PERIODO Y PROMEDIO (kg)

PERIODO	MOLIDO	ROLADO	EE*	P<
P1	1.17	1.18	0.184	0.71
P2	1.56	1.72	0.125	0.29
P3	1.38	1.40	0.166	0.97
P4	1.26	1.19	0.062	0.41
PROMEDIO	1.35	1.39	0.057	0.52

* = Error Estandar

El consumo de materia seca para el periodo 1 (CMSP1) para molido fué de 9.14 kg y de 9.60 kg para rolado. El CMSP2 fué de 12.70 kg para molido y de 13.20 kg para rolado. El CMSP3 fué de 10.87 kg para molido y de 11.18 kg para rolado. El CMSP4 para molido fué de 9.81 kg y de 11.02 kg para rolado. El consumo de materia seca promedio fué de 10.66 kg para molido y de 11.26 kg para rolado. No se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos para cada periodo y para el promedio final ($P>0.05$) (Cuadro 3).

CUADRO 3
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE GRANO DE SORGO SOBRE
EL CONSUMO DIARIO DE MATERIA SECA
POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	MOLIDO	ROLADO	EE*	P<
P1	9.14	9.60	0.118	0.11
P2	12.70	13.20	0.607	0.86
P3	10.87	11.18	0.412	0.61
P4	9.81	11.02	1.110	0.74
PROMEDIO	10.66	11.26	0.178	0.11

* = Error Estandar

El consumo de materia orgánica para el periodo 1 (CMOP1) fué de 8.54 kg para molido y de 8.90 kg para rolado. El CMOP2 fué de 11.95 kg para molido y de 12.10 kg para rolado. El CMOP3 para molido fué de 10.10 kg y para rolado de 10.41 kg. El CMOP4 fué de 10.67 kg para molido y de 11.33 kg para rolado. El consumo de materia orgánica promedio fué de 9.81 kg para

molido y de 10.33 kg para rolado. No existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para cada periodo ni para el valor final ($P>0.05$) (Cuadro 4).

CUADRO 4
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE GRANO DE SORGO SOBRE
EL CONSUMO DIARIO DE MATERIA ORGANICA
POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	MOLIDO	ROLADO	EE*	P<
P1	8.54	8.90	0.107	0.10
P2	11.95	12.10	0.564	0.87
P3	10.10	10.41	0.385	0.61
P4	10.67	11.33	1.033	0.74
PROMEDIO	9.81	10.33	0.165	0.11

* = Error Estandar

El consumo de proteína cruda para el periodo 1 (CPP1) para molido fué de 1.21 kg y de 1.26 kg para rolado. El CPP2 para molido fué de 1.67 kg y de 1.70 kg para rolado. El CPP3 fué para molido de 1.37 kg y para rolado de 1.41 kg. El CPP4 para molido fué de 1.41 kg y de 1.50 kg para rolado. El consumo de proteína cruda promedio fué de 1.35 kg para molido y de 1.42 kg para rolado. Los resultados entre tratamientos para cada periodo y para el promedio final no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) (Cuadro 5).

CUADRO 5
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE GRANO DE SORGO SOBRE
EL CONSUMO DIARIO DE PROTEINA CRUDA
POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	MOLIDO	ROLADO	EE*	P<
P1	1.21	1.26	0.017	0.14
P2	1.67	1.70	0.074	0.82
P3	1.37	1.41	0.046	0.53
P4	1.41	1.50	0.137	0.74
PROMEDIO	1.35	1.42	0.022	0.18

* = Error Estandar

El consumo de energía neta para ganancia de peso en el periodo 1 (CEP1) para molido fué de 8.53 Mcal y de 8.82 Mcal para rolado. El CEP2 fué de 12.41 Mcal y de 12.54 Mcal para molido y rolado respectivamente. El CEP3 fué de 10.73 Mcal para molido y de 11.04 Mcal para rolado. El CEP4 fué de 11.53 kg para molido y de 12.26 kg para rolado. El consumo de energía neta para ganancia de peso promedio para molido fue de 10.73 Mcal y de para rolado de 11.14 Mcal. No hubo significancia estadística entre tratamientos para cada periodo ni para el promedio final ($P > 0.05$) (Cuadro 6).

CUADRO 6
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE GRANO DE SORGO SOBRE
EL CONSUMO DIARIO DE ENERGIA NETA PARA GANANCIA
DE PESO POR PERIODO Y PROMEDIO (Mcal).

PERIODO	MOLIDO	ROLADO	EE*	P<
P1	8.53	8.82	0.001	0.24
P2	12.41	12.54	0.006	0.89
P3	10.73	11.04	0.004	0.66
P4	11.53	12.26	0.011	0.73
PROMEDIO	10.73	11.14	0.002	0.29

* = Error Estanda

La conversión alimenticia en el periodo 1 (CAP1) fué de 11.36 kg para molido y de 9.92 kg para rolado. La CAP2 para molido fué de 8.32 kg y de 8.28 kg para rolado. La CAP3 fué de 8.11 kg para molido y de 8.37 kg para rolado. La CAP4 para molido fué de 7.66 kg y de 8.73 kg para rolado. La conversión alimenticia promedio fue de 7.81 kg para molido y de 8.14 kg para rolado. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para cada periodo ni para el promedio final ($P > 0.05$) (Cuadro 7).

CUADRO 7
EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE GRANO DE SORGO
SOBRE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA
POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	MOLIDO	ROLADO	EE*	P<
P1	11.36	9.92	3.674	0.60
P2	8.32	8.28	1.360	0.48
P3	8.11	8.37	1.021	0.79
P4	7.66	8.73	1.400	0.22
PROMEDIO	7.81	8.14	0.639	0.85

* = Error Estandar

Se realizó una evaluación del costo de producción de un kilogramo de carne por concepto de alimento con precios de Julio de 1995, esto para tener un marco de referencia. El costo para molido fué de \$ 5.075, y para rolado de \$ 5.366. (Cuadro 8).

CUADRO 8
COSTO DE PRODUCCION DE UN KILOGRAMO DE CARNE
POR CONCEPTO DE ALIMENTO (\$)

MOLIDO	ROLADO
5.075	5.366

Solo se detectó un caso de acidosis clínica en el tratamiento con grano de sorgo molido, que en porcentaje representa el 1.25 de los animales de este grupo. Para los animales que consumieron sorgo rolado no se detectó ningún caso.

DISCUSION

El presente estudio se realizó bajo condiciones totalmente comerciales, en donde tanto la dieta como el manejo correspondieron a las utilizadas por el productor; quien tenía la inquietud de conocer la respuesta productiva de una dieta que incluía grano de sorgo rolado. Cabe tomar en consideración que la dieta contenía almidón y grano proveniente del ensilaje de maíz, lo que hacía suponer que el grano de sorgo rolado a un nivel del 21% en la dieta per se podría tener un impacto en su utilización.

Los efectos del procesamiento del sorgo (rolado) sobre los parámetros productivos no han sido consistentes. La composición de la dieta, particularmente el nivel de grano ha sido considerado importante en la medición de los beneficios derivados del rolado. Owens (1994) realizó un análisis estadístico de 124 pruebas en los que se utilizaron diversos métodos de procesamiento de grano, todas ellas con 75% o más de concentrado en la dieta, reportando datos superiores a los conseguidos en éste trabajo; observándose un consumo de materia seca de 8.66 kg, GDP de 1.36 kg y una conversión de 6.36 kg.

Zinn (1994) realizó una prueba de comportamiento de 147 días utilizando 64 novillos de un peso promedio inicial de 387 kg y una dieta con 75% de grano. El obtuvo una GDP de 1.53 kg, un consumo de materia seca de 9.47 kg y una conversión alimenticia de 6.2 kg. Es decir, Owens y Zinn reportan una mayor eficiencia alimenticia.

Por otra parte Church (1977) obtuvo resultados similares a los de éste estudio. El consiguió consumos de 10.66 kg para rolado y de 10.21 kg para molido, que corresponde a un 4.4% más alto para rolado. Los consumos que en éste estudio se obtuvieron fueron de 11.26 kg para rolado y de 10.66 kg para molido, es decir, un 5.6% más para el rolado. Aunque estadísticamente no existieron diferencias entre tratamientos, los valores numéricos fueron más altos para rolado, y además en el periodo uno y en el promedio existió una tendencia positiva para el rolado.

Lo anterior conlleva a discutir sobre el significado que tiene el sitio de digestión del almidón, pensando que el mayor consumo del rolado fue dado por dos factores:

El primero es que al presentarse el fenómeno de la gelatinización sobre el almidón se da una fermentación más sincronizada; es decir, la disponibilidad de el almidón se manifiesta de manera más uniforme que en el proceso del

molido, ya que con éste método se favorece una mayor superficie de contacto sobre el almidón trayendo como consecuencia una rápida tasa de fermentación y por tanto un menor consumo de materia seca. El otro factor es que el grano rolado presenta una forma física que aparentemente es más palatable que el molido.

Estos factores sugieren que el incremento de la digestibilidad del almidón en rumen que se obtiene con la utilización de grano de sorgo rolado mejora la eficiencia de la utilización de éste, ya que un grano de mayor degradabilidad ruminal exhibe mayor digestibilidad en todo el tracto gastrointestinal.

Sin embargo este efecto no se vió reflejado en la conversión alimenticia, y probablemente esto se debió a que el nivel de inclusión de grano en la dieta (21%) fué muy bajo, en comparación con la literatura citada, que reporta niveles superiores al 75%, y en la cual el rolado mejora la conversión alimenticia. Tal es el caso de Church (1977), que reporta una CA de 8.02 kg para molido y de 7.64 para rolado, un 4.7% más baja para este último.

Las ganancias de peso que reporta Church (1977) son similares a las obtenidas en éste trabajo. El reporta GDP de 1.39 kg para rolado y de 1.27 kg para molido. En porcentaje, se observó una diferencia de 9.4 a favor del rolado. Las GDP observadas en éste trabajo fueron de 1.38 kg para rolado y de 1.35 kg para molido, que en porcentaje significa un 2.22 más para rolado. Estadísticamente las GDP no muestran diferencias significativas entre tratamientos y periodos, sin embargo existe una diferencia numérica favorable al rolado, lo cual podría deberse al mayor consumo de materia seca que se presentó para este tratamiento.

Los cambios de peso vivo desde el peso inicial a el peso final no mostraron diferencias significativas estadísticamente entre cada uno de los tratamientos y dentro de cada pesaje, aunque numéricamente el rolado superó al molido.

En el aspecto económico, aunque fué un poco más elevado el costo de producción de un kilogramo de carne por concepto de alimento para el tratamiento con grano de sorgo rolado (3%), se deben analizar otro tipo de factores como lo son la GDP, la cual al ser más alta para el rolado podría reducir los días al mercado, con los beneficios que de ello se derivan. De igual manera, se tienen bases para suponer que al incrementar los niveles de grano tratado en la dieta se mejora la eficiencia en el empleo de este método, por lo que es necesario realizar más estudios de este tipo.

Los sistemas de alimentación en el Estado de Jalisco no permiten la optimización del método de rolado del sorgo. Esto es dado por que el costo del grano no permite ser utilizado a un porcentaje significativamente alto en las dietas y por ende los efectos positivos que puede manifestar éste procesamiento del grano se minimizan al grado de no reflejarse productivamente en los animales.

CONCLUSIONES

1.- Cuando el grano de sorgo rolado participa en niveles de un 21% en la dieta no se presentan efectos en favor de éste sobre los parámetros productivos como lo son ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia; no expresándose diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y periodos.

2.- El costo de producción de un kilogramo de carne por concepto de alimento fué 5.7% más alto para el tratamiento con grano de sorgo rolado.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barcena G. R. 1994. Importancia de la proteína y almidón de escape en ganado de carne. Memorias: Producción de carne bovina en corrales. B.V.A.P., AMENA., C.P., CONACyT., Puebla, Pue. p.49-55.
- 2.- Blackwood R. B., Richardson C. R., Ramsey C. B., Miller M. F. 1993. Effects of steam-flake grain sorghum vs corn based finishing diets with and without added an organoleptic properties of beef. Grain sorghum feeding information for beef cattle. Grain Sorghum Development Utilization and Marketing Board. Nebraska. p.114-126
- 3.- Brandt B., Kuhl Jr. G., Kastner C. 1993. Utilization of steam-flake milo or corn and supplemental fat by finishing steers. Grain sorghum feeding information for beef cattle. Grain Sorghum Development Utilization and Marketing Board. Nebraska.p.127-135.
- 4.- Boyles D. W., Richardson C. D., Robinson K. D., Cobb C. W. 1993. Feedlot performance of steers fed steam-flaked grain sorghum with added enzymes. Grain sorghum feeding information for beef cattle. Grain Sorghum Development Utilization and Marketing Board. Nebraska. p.203-205.
- 5.- Church D. C., Pound W. G. 1977. Cap: 19. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domesticos. Acribia. Zaragoza, Esp. p.397-403-
- 6.- Church D. C., Pound W. G. 1990. Cap:18. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa. M,xico, D. F. p.286-287.
- 7.- Gill D. R., Owens F. N., Martin J. J., Hiller R. A., Zinn R. A., Williams D. E. 1980. Corn processing method and phase feeding of steers. J. Anim. Sci. Research Report MP-107. p.138-142.
- 8.- Hale W. H. 1973. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. J. Anim. Sci. 37:1075-1081.
- 9.- McNeil J. W., Potter G. D., Riggs J. K. 1971. Ruminant and postruminal carbohydrate utilization in steers feed processed sorghum grain. J. Anim. Sci. 33:1371-1374.

- 10.- McNeil J. W., Potter G. D., Riggs J. K., Roney L. W. 1975. Chemical and physical properties of processed sorghum grain carbohydrates. *J. Anim. Sci.* 40:335-341.
- 11.- Mendoza M. G., Ricalde V. R. 1993. Cap: 1, 4, 7. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco México, D. F. p.11, 12, 23-35, 51-53.
- 12.-Mitner K. C. 1993. Grain sorghum and corn compared in early and mid-lactation diets. Grain sorghum feeding information for dairy cattle. Grain Sorghum Development Utilization and Marketing Board. Nebraska. p.77-80.
- 13.- Moore J. A., Poore M. H., Eck T. P. 1993. Sorghum grain processing and buffer addition for early lactation cows. Grain sorghum information for dairy cattle. Grain Sorghum Development Utilization and Marketing Board. Nebraska. p.169-173.
- 14.- Muirhead S. 1995. Dry, high-moisture grains are used most efficiently when fed together *Feedstuff*. Vol:67. No.29 p.10.
- 15.- Nelli M. K., Bartle S. J., Preston R. L. 1993. Determination of kernel size variation in samples of grain sorghum. Grain sorghum feeding information for beef cattle. Grain Sorghum Development Utilization and Marketing Board. Nebraska. p. 187-188.
- 16.- NRC. 1984. Nutrient Requirements of beef cattle. (6th Ed.) National Academy Press Washington, D. C.
- 17.- Orkov E. R. 1985. La fermentación en el rumen. Memoria del seminario sobre engorda de bovinos en corrales. Colegio de Postgraduados. Centro de Ganadería VI Aniversario. p.39-64.
- 18.- Owens F. N., Secrist D. 1994. Grain sources and processing for feedlot cattle. Memorias: Producción de carne bovina en corrales. B.V.A.P., AMENA, C.P., CONACYT. Puebla, Pue. p. 78-88.
- 19.- Pérez A. I. 1993. Rolado de granos. Memorias: Congreso Nacional Curso de Fabricación de Alimentos Balanceados. Asociación Americana de la Soya, AMENA. México, D. F.
- 20.- Poore M. H., Moore J. A., Swingle R. S., Eck T. P., Brown W. H., Whiting F. N. 1993. Influence of forage quality and sorghum grain processing in

diets formulated to contain 25% forage NDF on milk production by Holstein cows. Grain sorghum feeding information for dairy cattle. Grain Sorghum Development utilization and Marketing Board. Nebraska. p.17.

- 21.- Rooney L. W., Plhugfelder R. L. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* 63:1607-1623.
- 22.- SAS. 1987. *Statistic Analysis System User's guide*: Statistics Institute Inc. Cary. NC. USA.
- 23.- Sindt M., Stock R., Goedecken F. 1993. Grain sorghum utilization as affected by processing method dry corn addition on roughage level. Grain sorghum feeding information for beef cattle. Grain Sorghum Development Utilization and Marketing Board. Nebraska. p. 75-77.
24. Stock R. A., Brink D. R., Britton R. A., Goedecken F. K., Sindt M. H., Kreikemeier K. K., Bauer M. L., Smith K. K. 1987. Feeding combinations of high moisture corn and dry-rolled grain sorghum to finishing steers. *J. Anim. Sci.* 65:290-302.
- 25.- Stock R. A., Brink D. R., Kreikemeier K. K., Smith K. K. 1987. Evaluation of early-harvested and reconstituted grain sorghum in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 65:548-556.
- 26.- Swingle R. S., Moore J. A., Poore M. H., Eck T. P. 1993. Utilization of starch from processed grain sorghum. Feeding information for dairy cattle. Grain Sorghum Development utilization and Marketing Board. Nebraska. p.23.
- 27.- Xilong Y., Bartle S. J., Preston L. 1991. Density of steam-flaked sorghum grain roughage level and feeding regimen for feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 69:1707-1718.
- 28.- Zinn R. A., Barajas R. 1994. Influencia del procesamiento con vapor sobre la utilización de granos cerealeros por los bovinos de engorda intensiva. *Memorias: Producción de carne bovina en corrales*. B.V.A.P., AMENA, C.P., CONACYT. Puebla, Pue. p. 1-48.
- 29.- Zinn R. A. 1991. Comparative feeding value of steam-flaked corn and sorghum in finishing diets supplemented with or without sodium bicarbonate. *J. Anim. Sci.* 69:905-916.