

**EFFECTO DE LA AMONIFICACION DE TAMO DE TRIGO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO
DE NOVILLAS HOLSTEIN SUPLEMENTADAS CON BLOQUE MULTINUTRICIONAL**

Por

**NILCE FIERRO VERGARA
MIGUEL CRISTOBAL MUÑOZ ROMERO**

**Testis de Grado presentada como requisito parcial
para optar al titulo de
ZOOTECNISTA**

**PRESIDENTE DE TESIS
JORGE MEDRANO LEAL, ZOOTECNISTA, M. Sc.**

**COOPRESIDENTE
EDMUNDO APRAEZ GUERRERO, ZOOTECNISTA, M. Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA**

1993

"Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado,
son responsabilidad exclusiva de sus autores".

Artículo 1º del Acuerdo Nº 324 de Octubre 11 de 1966,
emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad
de Nariño.

DEDICO A:

LA MEMORIA DE CRISTYNA, q. e. p. d., por su apoyo incondicional y en homenaje a su alegría, belleza e inteligencia. Constante estímulo para mi superación.

MIS PADRES, ARMINDA y OLMEDO

MIS HERMANOS, JHIMY, GISELA, EDITH, EDWARD

MI SOBRINA, CINDY CRISTINA

MIS AMIGOS

NILCE FIERRO VERGARA

DEDICAO:

MI FAMILIA, por su constante apoyo para mi superación.

LA MEMORIA DE CRISTYNA, q. e. p. d.

MIS AMIGOS

MIGUEL MUÑOZ ROMERO

AGRADECIMIENTOS A:

JORGE MEDRANO LEAL, Zoot. M. Sc.

JOSE PULIDO HERRERA, Zoot. M. Sc.

ADRIANA DAVID HINESTROZA, Zoot. M. Sc.

JUAN BECERRA MARTINEZ, M. V. Z. M. Sc.

EDMUNDO APRAEZ GUERRERO, Zoot. M. Sc.

SANDRA ESPINOSA NARYAEZ, Tecnólogo química.

TRABAJADORES ICA, SECCION GANADO DE LECHE

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA

FACULTAD DE ZOOTECNIA, UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Todas las personas que en una u otra forma contribuyeron en el desarrollo y culminación de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Requerimientos nutricionales en levante	4
2.2 Fisiología digestiva de rumiantes alimentados con tamos	6
2.3 Generalidades sobre residuos agrícolas fibrosos	8
2.4 Composición química y nutricional del tamo de trigo	11
2.5 Tratamientos químicos sobre residuos agrícolas fibrosos	13
2.6 Valoración química y nutritiva de tamos a través de métodos de laboratorio	17
2.7 Sistemas de alimentación con base en tamos de cereales	21
2.8 Utilización de tamo de trigo amonificado en alimentación de bovinos	24
2.9 Suplementación de dietas fibrosas	25
2.9.1 Bloques multinutricionales	26
2.9.1.1 La formulación de los bloques	27
2.9.1.2 La fabricación de los bloques	28
2.9.1.3 Ensayos realizados	29

	pág.
2.9.1.4 Consumo de bloques por parte de los rumiantes	31
III. MATERIALES Y METODOS	33
3.1 Localización	33
3.2 Instalaciones	33
3.3 Animales	34
3.4 Manejo de animales	34
3.5 Tratamientos	34
3.6 Variables evaluadas	35
3.6.1 Análisis bromatológico	35
3.6.2 Consumo de alimento	37
3.6.3 Cambio de peso	38
3.6.4 Conversión alimenticia	38
3.6.5 Análisis económico	39
3.7 Análisis estadístico	39
3.8 Amonificación de tamo de trigo	40
3.9 Preparación de bloques multinutricionales	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	46

	pág.	
4.1	Análisis bromatológico	46
4.2	Respuesta biológica	51
4.2.1	Consumo de tamo de trigo	52
4.2.2	Consumo de bloque multinutricional	55
4.2.3	Consumo de materia seca	56
4.3	Cambio de peso	62
4.4	Conversión alimenticia	65
4.5	Análisis económico	68
4.5.1	Costos de alimentación	68
4.5.2	Costos de producción	74
v.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1	Conclusiones	78
5.2	Recomendaciones	78
VI.	RESUMEN	80
VII.	BIBLIOGRAFIA	83
	APENDICE	92

LISTA DE TABLAS

	pág.
TABLA 1. Composición química del concentrado comercial para novillas	36
TABLA 2. Composición del bloque multinutricional utilizado como suplemento en la alimentación de novillas Holstein con tamo de trigo amonificado y sin amonificar	43
TABLA 3. Composición de la sal mineralizada utilizada en los bloques multinutricionales	44
TABLA 4. Análisis bromatológico de tamo de trigo sin amonificar y amonificado con 5% de urea	47
TABLA 5. Análisis proximal del bloque multinutricional	48
TABLA 6. Consumo de tamo de trigo sin amonificar y amonificado (kg/100 kg de peso vivo/día) de novillas Holstein	53
TABLA 7. Consumo de bloque multinutricional (g/100 kg de peso vivo/día) de novillas Holstein, alimentadas con tamo	

	pág.
de trigo sin amonificar y amonificado.	56
TABLA 8. Consumo de materia seca (kg/100 kg de peso vivo/día) de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado y suplementadas con bloque multinutricional.	59
TABLA 9. Incremento de peso (g/animal/día) de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado y suplementadas con bloque multinutricional.	63
TABLA 10. Conversión alimenticia (kg de materia seca/kg de incremento de peso) de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado suplementadas con bloque multinutricional.	66
TABLA 11. Costos por kg de tamo amonificado utilizado en la alimentación de novillas Holstein suplementadas con bloque multinutricional.	69

<p>TABLA 12. Costos por kg de bloque multinutricional utilizado en la alimentación de novillas Holstein con tamo de trigo amonificado y sin amonificar.</p>	<p>70</p>
<p>TABLA 13. Análisis de presupuestos parciales (\$/animal/día) de novillas Holstein comparando los tratamientos experimentales con el sistema utilizado en C. I. Obonuco, 1993</p>	<p>72</p>
<p>TABLA 14. Costos de producción de 100 kg de peso vivo en novillas Holstein comparando los dos tratamientos experimentales con el sistema de alimentación utilizado en el C. I. Obonuco.</p>	<p>75</p>

LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Consumo de tamo de trigo sin amonificar y amonificado (kg/100 kg de peso vivo/día) de novillas Holstein, en periodos de tiempo cada 14 días,	54
FIGURA 2. Consumo de bloque multinutricional (g/100 kg de peso vivo/día) de novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado, en periodos de tiempo cada 14 días.	57
FIGURA 3. Consumo de materia seca (kg/100 kg de peso vivo/día) de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado, suplementadas con bloque multinutricional en periodo de tiempo cada 14 días.	60
FIGURA 4. Incremento de peso (gramos/animal/día) para novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y sin amonificar más bloque multinutricional, en periodos de tiempo cada 14 días.	64

- FIGURA 5. Correlación entre consumo de materia seca y ganancia de peso de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y sin amonificar suplementadas con bloque multinutricional. 65
- FIGURA 6. Conversión alimenticia (kg de materia seca/kg de incremento de peso) de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y sin amonificar, suplementadas con bloque multinutricional, en periodos de tiempo cada 14 días. 67
- FIGURA 7. Costos de alimentación (\$/animal/70 días) comparando los dos tratamientos experimentales con el sistema utilizado en el C. I. Obonuco. 73
- FIGURA 8. Costos y tiempo de producción de 100 kg de peso vivo en novillas Holstein comparando los dos tratamientos experimentales con el sistema de alimentación utilizado en el C. I. Obonuco, 1993. 76

LISTA TABLAS DEL APENDICE

	pág.
TABLA 1. Análisis bromatológico del tamo de trigo sin amonificar y amonificado con 5% de úrea (cantidades ofrecidas y rechazadas)	93
TABLA 2. Análisis de covarianza y prueba de t para consumo de tamo de trigo sin amonificar y amonificado en novillas Holstein.	94
TABLA 3. Análisis de covarianza y prueba de t para consumo de bloque multinutricional en novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado.	95
TABLA 4. Análisis de covarianza y prueba de t para consumo de materia seca en novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado.	96
TABLA 5. Materias primas y aportes nutricionales de las dietas experimentales.	97

TABLA 6.	Análisis de covarianza y prueba de t para incrementos de peso en novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado.	98
TABLA 7.	Análisis de covarianza y prueba de t para conversión alimenticia en novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado.	99

**EFFECTO DE LA AMONIFICACION DE TAMO DE TRIGO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO
DE NOVILLAS HOLSTEIN SUPLEMENTADAS CON BLOQUE MULTINUTRICIONAL***

Por

NILCE FIERRO VERGARA

MIGUEL CRISTOBAL MUÑOZ ROMERO

I. INTRODUCCION

Los sistemas de producción bovina ubicados en el trópico y, específicamente aquellos situados en la zona andina, presentan una disminución marcada en la producción de forrajes durante los periodos de sequía prolongados, haciendo que la producción de carne y leche disminuya

* Tests de Grado presentada como requisito parcial, para optar al título de ZOOTECNISTAS, bajo la presidencia del M. Sc. JORGE MEDRANO LEAL, Director Ganado de Leche, CI Obonuco, profesor de la Universidad de Naríño.

hasta en un 40% con relación a las épocas de lluvia, afectando drásticamente la rentabilidad de las explotaciones pecuarias.

Para afrontar los periodos de escasez forrajera en el trópico, es necesario buscar prácticas de alimentación que permitan la utilización de materiales tales como los residuos agrícolas, los cuales además de su diversidad se producen en apreciables volúmenes. Estos subproductos se caracterizan principalmente por tener un alto contenido de pared celular y bajo contenido de nitrógeno; sin embargo, la disponibilidad de nutrientes de los residuos agrícolas para la alimentación de rumiantes puede mejorarse a través de tratamientos químicos como la amonificación con úrea.

Dentro de la composición normal de los hatos, el grupo de animales que se encuentra en la fase de levante, generalmente se alimenta con base únicamente en forrajes; sin embargo, en la mayoría de los casos este grupo de animales es sometido a pastorear en praderas previamente utilizadas por animales de mayores requerimientos nutricionales o lo que es más común, se les envía a potreros de baja disponibilidad a los cuales nunca se les hace ningún tipo de manejo. Además, en los sistemas de producción bovina de esta zona, el ganadero considera que dentro de la estructura del hato, este grupo es el menos productivo, ignorando la importancia que tiene para el futuro de su ganadería.

La alimentación de novillas con base en tamo (tallos, espigas y hojas secas del cereal, resultantes de la cosecha del grano) de trigo amonificado con úrea y suplementado con bloque multinutricional podría convertirse en una buena alternativa para el ganado durante la

época seca. Además, con la utilización del bloque se busca proporcionar al animal un suplemento que permita las condiciones necesarias para un funcionamiento ruminal eficiente.

El propósito de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y suplementado con bloque multinutricional, además de:

- Comparar el tamo de trigo tratado y no tratado con úrea en términos de consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.
- Medir el efecto del bloque multinutricional como suplemento para mejorar la calidad de la dieta y,
- Determinar la factibilidad económica de las dietas formuladas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Requerimientos nutricionales en levante

Al suministrar una dieta es importante tener en cuenta características propias del animal como son fase de producción, edad, tamaño, raza, sexo, para así cubrir necesidades nutritivas según el nivel de productividad que se pretenda obtener.

Pérez (1982) afirma que a pesar de que los requerimientos de nutrientes por animal y por día son menores para animales jóvenes que para adultos, la concentración de nutrientes por unidad de materia seca consumida debe ser mayor, debido principalmente a la menor capacidad del tracto gastrointestinal.

- Los animales en crecimiento necesitan mayores cantidades de proteína de buena calidad, nutrientes digestibles totales, minerales especialmente calcio y fósforo y vitaminas en comparación con los animales adultos que se están manteniendo únicamente para sostener su peso vivo (Morrison, 1976).
- Tully (1993) asegura que existen dos razones que limitan el consumo de alimento de las vacas. El primero es la capacidad del estómago. Las vacas sólo pueden comer hasta que se llenan y empiezan a rumiar para desdoblar la fibra. La segunda razón es que cuando se cubren las necesidades internas de energía y las de producción, dejan de comer.

- Rivera (1993) sostiene que para que novillas de la raza Holstein alcancen peso de ± 370 kg, alzada de 1.50 m y edad de ± 18 meses al primer servicio, se requiere un programa administrativo que garantice una correcta alimentación, control sanitario y de registros de tal manera que el animal al alcanzar las condiciones citadas esté ciclando normalmente y tenga un aparato reproductor sano. En los bovinos la pubertad se relaciona con el peso normal más que con la edad.

Este autor también considera que ganancias de peso entre 500 y 800 g, permiten alcanzar los pesos promedios fijados entre los 15 y 18 meses de edad, sin producir engrasamiento y desechando el empleo de concentrados.

Goings y Bennett (1993) sostienen que si se subalimenta o sobrealimenta las vaquillas en edades de 3 a 12 meses, puede estar limitando el futuro potencial de producción de leche, especialmente durante la primera lactancia. Después de todo, el período clave para el desarrollo de la glándula mamaria es la fase de crecimiento antes de la pubertad, de los 4 meses hasta los 10 meses de edad; sobrealimentar durante esta fase ocasiona un rápido crecimiento, pero este crecimiento muchas veces está acompañado por engrasamiento, la grasa resultante se va a depositar en la ubre que está creciendo, lo que ocasiona un menor desarrollo del tejido secretor. Cuando la vaquilla pare se le va a notar una ubre llena, pero produce menos leche que la que debería por no tener suficientes células secretoras de leche. La clave para la fase anterior a la pubertad debe ser una tasa de crecimiento óptima en vez de máximo desarrollo.

2.2 Fisiología digestiva de rumiantes alimentados con tamos

Para la alimentación de rumiantes con tamos es importante tener en cuenta que estos animales están fisiológicamente adaptados para manejar cantidades apreciables de material fibroso, por lo tanto, se deben conocer los mecanismos cómo el animal digiere la pared celular a través de la fermentación ruminal y lo que se está produciendo a partir de dicha fermentación.

Preston y Leng (1989) señalan que los rumiantes pueden digerir la pared celular de plantas no lignificadas a través de la fermentación ruminal. El uso continuado de rumiantes para producción se justifica por: su habilidad para digerir fuentes de carbohidratos no digeribles por monogástricos, su capacidad de utilizar nitrógeno no protéico (NNP) y suplir sus necesidades de proteína a través del crecimiento microbial en el rumen, su uso eficiente de proteínas alimenticias (protegida de fermentación ruminal) y su utilización eficiente de lípidos en la dieta para propósitos productivos.

En cuanto a digestión ruminal Mason, 1979, citado por Sundstol y Coxworth (1984), manifiesta que la digestión en los estómagos de los rumiantes está caracterizada por una fermentación anaeróbica extensa. La digestión y la absorción de grasas, de la proteína sobrepasante y de los microorganismos tiene lugar en el estómago ácido y en el intestino delgado. Una posterior fermentación se presenta en las paredes, en las secreciones intestinales de la mucosa, etc. En las heces todos los detritus digestivos se encuentran junto con material endógeno del cual la gran mayoría es de origen microbial.

- El proceso de fermentación se presenta en el primer estómago que es dinámico y donde ocurre hidratación, fermentación, reducción de partículas, paso de la digesta y absorción de ácidos grasos volátiles (AGV). El tiempo de fermentación en el rumen puede disminuir por una mayor absorción debida a características físicas alteradas del alimento (Blaxter et al., 1956, Colucci, 1979, citados por Sundstol y Coxworth, 1984).
- Durand (1987) afirma que la fermentación ruminal de los alimentos lignocelulósicos se presenta en un sistema complejo que está influenciado por la interacción dinámica entre el animal, la dieta y la población de microbios. Se sabe que los factores del animal tales como ingestión de alimentos, rumia y tiempos de masticación en el porcentaje del paso de la digesta, afectan la cantidad relativa de digestión ruminal de las paredes celulares vegetales. Los factores dietéticos tales como las características intrínsecas de la fibra, incluyendo la estructura física y química, también afectan el porcentaje de digestión. La fracción indigerible de la fibra se sabe que está estrechamente relacionada al contenido del lignina de los forrajes.
- Para el mejoramiento del ecosistema ruminal Pezo (1993), realizó una revisión bibliográfica donde se sugiere considerar la suplementación con:
- a) Nitrógeno fermentable para asegurar una actividad celulolítica eficiente requiriéndose una disponibilidad de al menos 150 mg. de amonio/litro de contenido ruminal. Este nivel, de hecho, es suficiente para maximizar la síntesis de proteína microbial.
 - b) Minerales: se deben proveer los elementos minerales requeridos por los microorganismos y que estén deficitarios en el alimento base.
 - c) Fibra de alta calidad, si el alimento base es un residuo agrícola fibroso o se tienen raciones

altas en melaza, se recomienda considerar además el uso de una fuente de fibra que posea una tasa de degradación alta, la cual aparentemente tiene influencias sobre la motilidad ruminal, favoreciendo la tasa de pasaje de la digesta, además de que, aparentemente, incrementa la población de hongos ruminales.

Para optimizar la digestión en el rumen de las dietas con base en tamo se tiene en cuenta: microorganismos incluidos y su interacción, el efecto de los suplementos de carbohidratos y el pH, el suministro de nutrientes microbiales y la ausencia de sustancias tóxicas (Durand, 1987).

El mismo autor indica que los requerimientos de nitrógeno total se aproximan a 26 g N/kg de materia orgánica, la contribución del nitrógeno (N) reciclado puede reducir estas cifras a un 10 a 40% dependiendo de los tratamientos del tamo; 1.8 g de S/Kg de materia orgánica digestible se tendría que tener disponibles. Además este autor afirma que se requiere en el rumen aproximadamente 5 g de P/kg de materia orgánica digestible; los ácidos grasos de cadena ramificada y la vitamina B pueden estimular la digestión de la fibra; además de la úrea, las pequeñas cantidades de proteína, pueden aumentar la actividad celulolítica; el pH debería prevenirse de que rebaje de 6.0 y todos los nutrientes requeridos se deberían suministrar con la degradación de la pared celular, lo cual es un proceso lento.

2.3 Generalidades sobre residuos agrícolas fibrosos

Los subproductos agrícolas fibrosos son muy abundantes en el medio tropical y pueden ser

utilizados en alimentación animal, ya que hacen más eficiente el uso de recursos disponibles y ofrecen ventajas económicas.

Pezo (1993) afirma que los sistemas de alimentación del ganado en el trópico deben enfatizar el aprovechamiento de la biodiversidad propia del trópico, la cual se manifiesta en una gama muy amplia de recursos alimenticios, que en muchos casos han sido desaprovechados por el desconocimiento de su valor nutricional. Igualmente, estos sistemas deben basarse en la capacidad que poseen los rumiantes para aprovechar recursos fibrosos, por lo que el objetivo primario deberá ser potencializar la eficiencia de actividad fermentativa ruminal y la síntesis de proteína microbiana, suplementando luego con aquellos nutrientes que resulten deficitarios para el animal hospedero.

Por otro lado, este autor considera que las tendencias que se observan en el mundo en cuanto a políticas agrarias en general (desarrollo sostenible, reducción de subsidios, liberalización de mercados), definen un nuevo marco para la producción animal en el trópico, la misma que deberá ser cada vez más acorde con el uso racional de los recursos naturales y tendrá que buscar una eficiencia real basada en las ventajas comparativas que provee el medio tropical. En este sentido, se visualiza que tendrá mayor potencial de éxito la empresa pecuaria diversificada e integrada, en los denominados sistemas agro-pastoriles o agro-silvo-pastoriles.

Preston y Leng (1989) sostienen que en la mayoría de los países en vía de desarrollo, y especialmente en Asia, los rumiantes (búfalos y cebuinos) se alimentan con paja de cereales

(principalmente de arroz y trigo); estos autores consideran que en países en vía de desarrollo donde la ganadería se integre con la producción agrícola éste puede ser un recurso muy valioso.

Zapata (1988) manifiesta para el caso de Colombia que si se tiene en cuenta productos como arroz, maíz, cebado, caño, yuca, las disponibilidades son muy amplias y los subproductos de estos cultivos ofrecen buenas perspectivas como suplemento de energía en las explotaciones pecuarias.

Fenalca (s. f.) reporta que en el año de 1989 se produjeron 79000 toneladas de trigo en Colombia, procedentes de 46000 ha cultivadas que cubrían el 10% del consumo interno, cuyo rendimiento promedio por ha fue de 1718 kg.

En el Departamento de Nariño, para el año de 1992, se produjeron 49000 toneladas de trigo*, lo cual supone una disponibilidad de residuos equivalente a la cantidad de grano producida, puesto que la relación grano-residuos se considera 1:1 (Klopeinstein, 1978, citado por Pulido, 1990).

Bath et al (1987) sostienen que las pajas de cereales se incluyen en las raciones de rumiantes principalmente por su valor como fibras cuando no se dispone de otros forrajes de mejor calidad o no se pueden obtener a precios razonables. En general se pueden

suministrar a las novillas y a las vacas secas sin efectos adversos sobre el crecimiento y la salud, cuando se suplementan adecuadamente con energía, proteína y minerales.

2.4 Composición química y nutricional del tamo de trigo

Debido a que existen diferencias en la disponibilidad de los elementos nutritivos en los diversos alimentos se hace necesario una caracterización del tamo de trigo, para conocer el aporte de nutrientes y sus deficiencias.

Jackson, 1977, citado por Pulido (1992) señala que el componente principal de las pajas es la pared celular y de ella desde el punto de vista nutricional, lo son la celulosa, la hemicelulosa, la lignina y la sílice. La presencia de éste último compuesto está relacionada con la naturaleza del suelo y aparentemente sustituye a la lignina en sus funciones.

La pared celular de las plantas contiene tres tipos de polisacáridos estructurales: celulosa, hemicelulosa y lignina. En las pajas la composición de polisacáridos es más bien simple, con celulosa y xilanos que son los componentes predominantes. Contienen pequeñas cantidades de polisacáridos como manosa y galactosa y probablemente péptidos (Sundstol, 1988).

Sundstol y Coxworth, 1984, sostienen que el valor nutritivo de la paja varía de acuerdo a diversos factores entre los cuales se incluyen: las especies de cereales, la variedad, el contenido de taninos, la etapa de recolección, periodo de almacenaje, la proporción de hoja y de tallo que se selecciona, la aplicación de fertilizante, la calidad del suelo, riego,

enfermedades de las plantas, el intervalo entre la separación del grano y el uso de la paja y finalmente la madurez.

"Todas las pajas de los cereales tienen dos características en común: bajo contenido de nitrógeno y están formadas principalmente por componentes de la pared celular con poco contenido de células solubles y por tanto, tienen que digerirse mediante la fermentación microbiana". (Preston y Leng, 1989)

El contenido de nitrógeno en la paja es generalmente bajo, pero rara vez se presentan deficiencias en los animales de trabajo o en mantenimiento. Los requerimientos de minerales se aumentan casi al doble si se produce carne y leche, y por lo tanto se deben utilizar suplementos. Sin embargo, una respuesta positiva a la suplementación mineral sólo se hace presente cuando se corrigen las deficiencias en los principales nutrientes (Proteína y energía glucogénica). Adicionalmente los contenidos de calcio y fósforo en la paja están usualmente por debajo de los niveles recomendados así como el cobalto, cobre, el potasio y el sodio. (Preston y Leng, 1989).

Theander y Aman (1984) encontraron contenidos de proteína cruda en ocho pajas de trigo en primavera, desde 4.9 a 5.9% y en 15 pajas de trigo en invierno, desde 2.4 a 5.8%. Manifiestan además que la mayor parte de la proteína probablemente está asociada con la pared celular, siendo conocido que las proteínas de la pared celular tienen una baja digestibilidad.

La evaluación del tamo como alimento para los rumiantes es una práctica extremadamente compleja. Involucra la caracterización de las propiedades físicas del tamo con las mediciones de la digestibilidad y el conocimiento de la dinámica de la degradación del tamo en el rumen. Este autor considera que caracterizar el proceso de degradación debería comprender el porcentaje actual de degradación, el cual proporcionará la información sobre la ingestión de tamo, en relación a la regulación física y a la ingestión de parte de los rumiantes, y también la degradación potencial, la cual dará información sobre la digestibilidad potencial (Durand, 1987).

El mismo autor menciona que se ha identificado variabilidad en el valor nutritivo del tamo, la cual se debe a factores genéticos, agronómicos y otros medioambientales. Posiblemente, la investigación todavía esté en progreso y ha proporcionado evidencia que los varios componentes morfológicos del tamo, tales como hojas, nódulos y entrenudos, presentan una gran diferencia en su valor nutritivo.

Los valores energéticos de los tamos pueden variar en una gran proporción, por causas que dependen de las especies vegetales y variedades (Andrieu y Demarquilly, 1985), los tratamientos tecnológicos (Chenost y Dulphy, 1985), la naturaleza del alimento asociado (Chenost, 1985) y el nivel de ingestión (Dulphy *et al.*, 1982).

2.5 Tratamientos químicos sobre residuos agrícolas fibrosos

Con base en la composición química y nutricional del tamo, para mejorar la disponibilidad de

la fibra y el bajo contenido de nitrógeno de los tamos se realizan tratamientos químicos sencillos como la amonificación con úrea.

- Kiflewahid, Potts y Drysdale (1982) ofrecen una reseña de los varios tratamientos físicos, químicos y microbiológicos además de metodologías analíticas usadas con los resultados alcanzados, en proyectos de investigación realizados en Bali, Egipto, Guatemala y Sudán. Estos autores afirman que se han venido aplicando varios tratamientos físicos como molido, tajado, granulado, secado, remojado, colado, extractado, vapor a presión y altas temperaturas para aumentar la digestibilidad y la ingestión voluntaria de los rumiantes. Siendo estos tratamientos un paso previo a la aplicación de otros tratamientos químicos y microbiológicos usándose también en la preparación de raciones completas para rumiantes con base en subproductos. Los tratamientos químicos empleados incluyen hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), amoníaco acuoso y anhidro (NH_3), úrea y ácidos.

- La información sobre la digestibilidad in vivo de la materia seca, ingestión voluntaria y valores de desempeño se obtuvo de pruebas de alimentación en que se administraron subproductos tratados y sin tratar con diversos suplementos. La prueba de alimentación demostró que los subproductos tratados pueden reemplazar una parte importante de los concentrados comerciales de las dietas de rumiantes.

Zapata (1988) afirma que se han realizado numerosos tratamientos usando subproductos fibrosos como tamos, pero debido a su alto contenido de fibra, su empleo se limita por su baja digestibilidad. Para solucionar este aspecto se han adelantado varias investigaciones

empleando agentes químicos como el hidróxido de sodio, amonio, úrea, entre otros, a niveles de 0,5 a 4 y 5% con base en materia seca. Dichos elementos producen en el material fibroso una acción que puede resumirse así:

- Solubilización de la celulosa haciéndola más eficiente para la producción de energía.
- Aumento de la digestibilidad de la celulosa y la hemicelulosa.
- Incremento de la digestión de estos compuestos haciéndolos más accaquibles para los microorganismos del rumen.

Medrano (1992) con relación a los tratamientos químicos asegura que los tratamientos más utilizados están relacionados con la producción de hidrólisis alcalina usando sustancias tales como hidróxido de sodio (NaOH) o amonio (NH₃). El efecto de esta hidrólisis es la solubilización de la hemicelulosa, acompañada del rompimiento de enlaces ésteres que ligan la lignina a los carbohidratos, dando como resultado una mayor tasa y efectividad de la fermentación.

Durand (1987) afirma que los procesos de deslignificación (química-biológica-física) aumentan el porcentaje de fermentación. El molido y el tratamiento con alcali pueden aumentar el área superficial para que los microbios se adhieran y/o haya mayor posibilidad de acción enzimática.

El tratamiento de tamo con reactivos tales como hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, amonio y precursores de amonio como la úrea para incrementar la digestibilidad se utiliza en

muchas partes del mundo, tales tratamientos generalmente aumentan tanto el porcentaje como la disponibilidad de fibra digestible en el rumen, lo cual conduce a un alto valor energético del material tratado así como a una elevada ingestión (Hvelpund, 1986).

- Pulido (1992) en referencia a tratamientos con úrea sostiene que el uso de la úrea como reactivo para el tratamiento de las pajas ha sido bien conocido por mucho tiempo y la aplicación de estos químicos ha sido desarrollada en dos direcciones:

1. A nivel industrial, combinando el tratamiento químico con procesos de molido y peletizado (Marienburg y Bergner, 1973; Bergner, Zimmer y Muchow, 1974, citados por Pulido, 1992).
2. A escala de productor, mezclando diferentes soluciones de urea con paja por un espacio de tiempo que permita que la enzima ureasa descomponga la úrea en amonio (Vander Merwe, 1976; Ahmed y Delbeg, 1988, citados por Pulido, 1992).

El mismo autor refiriéndose al efecto de los tratamientos dice:

"Los distintos procedimientos para mejorar el valor nutritivo de materiales fibrosos, incrementan básicamente su digestibilidad y su consumo, otros como el tratamiento con amonio y úrea aumentan además la cantidad de nitrógeno necesario para el metabolismo de la fracción fibrosa en el rumen".

El tratamiento del tamo con amonio no solamente aumenta la digestibilidad, sino que también

aumenta el contenido de nitrógeno (N) en los materiales tratados. Los diferentes reportes indican que no todo el nitrógeno (N) extra agregado al material se puede degradar pues está tan estrechamente unido al tamo que no se libera en el rumen (Borham y Johnsen, 1981).

Hvelplund (1986) sostiene que el tratamiento del tamo para aumentar la digestión de la fibra probablemente también aumenta la degradación de la proteína asociada a la pared celular.

2.6 Valoración química y nutritiva de tamos a través de métodos de laboratorio

Es importante conocer a nivel de laboratorio las metodologías para evaluar el valor nutritivo de subproductos fibrosos tratados y no tratados, así como también las dificultades que se presentan en la valoración real del aporte de nutrientes y su influencia en el organismo animal.

Van der Meer (1987) considera que los análisis químicos de pared celular únicamente miden los contenidos constitutivos de la pared celular. Este autor describe métodos especializados (mecánicos, morfológicos, físicos, químicos, fisiológicos) los cuales considera deben utilizarse en combinaciones para caracterizar la lignina y celulosa.

Hugs y Lindsay, 1979, citados por Sundstold y Coxworth (1984) afirman que un sistema lógico para el fraccionamiento químico de los materiales vegetales desde el punto de vista nutricional debería al menos diferenciar entre la completa disponibilidad y las fracciones

menos disponibles. En el análisis de fibra los detergentes neutros disuelven la fracción que contiene los carbohidratos solubles, proteína, ácidos orgánicos, almidones, pectinas, etc, con digestibilidad aproximada del 100% y queda atrás la celulosa, la hemicelulosa, la lignina, la cutina y hasta cierto punto las proteínas relativamente indigestibles.

La fibra en detergente neutro se puede fraccionar en fibra en detergente ácido que contiene la mayor parte de la celulosa y de la lignina, pero también la cutina y cierta hemicelulosa ácido detergente (Goerin y Van Soest, 1970, citados por Sundstol y Coxworth, 1984).

Estos mismos autores consideran que el extracto libre de nitrógeno (ELN), la fibra cruda, la fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) no se comportan uniformemente y su verdadera digestibilidad varía con la fuente vegetal. El aislamiento de FDN en las heces también se ha convertido en un medio para determinar la verdadera digestibilidad en la materia seca y también para separar los efectos de la excreción endógena y la fermentación de la fibra. Desgraciadamente esta posibilidad no se ha convertido en un proceso rutinario en los ensayos de digestibilidad *in vivo* o *in vitro*, lo cual ha hecho difícil la interpretación de resultados, métodos de comparación y evaluaciones.

Udén, 1978, citado por Sundstol y Coxworth (1984) considera que una predicción exacta de la digestibilidad a través de las condiciones de laboratorio no es tan fácil de obtener. La investigación de la predicción de la digestibilidad ha seguido dos rutas generales: técnicas de microdigestión se han desarrollado para simular condiciones *in vivo* o mediante análisis químicos se han hecho las relaciones de investigación entre ciertas fracciones de la planta y la

digestibilidad de toda la planta.

Romallo, Cottyn y Cherost (1987) consideran que la medición de la digestibilidad no es un fin en si mismo sino un medio de indicar el valor potencial de un tamo dado, contribuyendo a dar una información nutricional estandar que puede utilizarse para propósitos de predicción, así mismo indicar el valor nutritivo del tamo como una guía para alimentación con tamo dentro del contexto de un sistema alimenticio bien definido.

Así mismo, estos autores, consideran que parece ser necesario discriminar entre los aspectos importantes de las propiedades intrínsecas de los tamos y las que son importantes en la interacción tamo-animal. Enfatizan en la necesidad de realizar mediciones de digestibilidad en condiciones que permitan una actividad celulolítica óptima. La importancia de estas consideraciones se vió demostrada en el documento de D. I. Givens que presentó una considerable variabilidad en las mediciones de digestibilidad.

Sauvant y Sundstol (1987) consideran que debido a que el tamo rara vez se da solo como alimento, las mediciones de la digestibilidad deberían siempre realizarse sobre la dieta, para reflejar la situación práctica, sin embargo, estos autores afirman que se necesita mayor investigación para decidir las mejores condiciones en las cuales se debería medir la digestibilidad del tamo y asegurarse que los datos sean aplicables en la práctica.

Cottyn, de Boever y Vanacker (1987) realizando diferentes ensayos sobre digestibilidad con tamos, consideraron que éstos son menos confiables, que los ensayos realizados con otros

alimentos, los cuales se pueden dar a comer solos; además consideran que si hay un cambio en la ración de los animales experimentales, es necesario un periodo previo de 14 días para permitir una adaptación óptima de la flora microbiana del rumen a la nueva dieta.

La digestibilidad de la materia orgánica y consecuentemente el valor energético del tamo dado solo no presenta un significado práctico. Consecuentemente la determinación de la digestión del tamo se debe realizar dentro de una dieta. Los diferentes métodos del cálculo de la digestibilidad del tamo, que se pueden utilizar, dependen del diseño experimental y parece necesario adoptar un diseño que utilice un procedimiento de cálculo que pruebe la existencia de una interacción digestiva. La precisión de los valores obtenidos y el mecanismo de su obtención parecen ser de un gran interés para utilizarlos. Como la interacción digestiva es un problema importante, se necesita más investigación para explicar mejor los mecanismos implicados y controlarlos en la dirección más correcta (Sauvant y Giger, 1987).

El tratamiento del tamo no solamente influencia la digestibilidad, sino también el valor protéico del tamo. La influencia del tratamiento sobre el valor protéico no se puede evaluar con base en un sistema de proteína cruda digestible, sino que requiere un sistema, el cual considere el metabolismo del nitrógeno (N) en el tracto gastrointestinal. El factor más importante en este contexto es la cantidad de N suministrado a los microorganismos del rumen (Orskov y Grubb, 1978).

Hvelplund y Pfeffer (1987) consideran necesaria la medición del nitrógeno microbiano de la

síntesis neta, la cual tiene lugar en el rumen cuando los tamos, ya sean tratados o no tratados, se suplementan en forma correcta para optimizar la actividad celulolítica. Además consideran que las mediciones tales como: degradabilidad del nitrógeno a través de la técnica de la bolsa de nylon, medición directa de la síntesis microbiana a través de los ácidos nucleicos y la técnica de la solubilidad del nitrógeno; son prácticas que necesitan mayor implementación, concluyendo que se necesita mayor investigación para una mejor evaluación de la actual degradabilidad del nitrógeno.

Hvelplund (1986) en relación a la contribución proteínica de la proteína degradada en el tamo, considera que la cantidad de aminoácidos absorbidos de la proteína no degradada del alimento está influenciada por el contenido de la proteína cruda del alimento, por la degradabilidad de la proteína en el rumen, por el contenido de aminoácidos de la proteína no degradada y finalmente por la digestibilidad de los aminoácidos en la proteína no degradada.

2.7 Sistemas de alimentación con base en tamos de cereales

Es necesario el conocimiento y análisis de investigaciones realizadas en alimentación de rumiantes con base en tamos de cereales como perspectiva de comparación con los resultados obtenidos, así como también para tener un enfoque de cómo se ha encaminado la investigación en este campo y las posibilidades de utilización de diversos residuos agrícolas.

O'Donovan (1983) indica que las pajas de arroz, cebada, trigo y avena se encuentran entre los residuos agrícolas más pobres en nutrientes, ya que la composición química,

digestibilidad, consumo y respuesta productiva del animal están todos interrelacionados, concluyendo que cualquier mejoramiento en su composición química debe resultar, en general, en un mejoramiento en la producción animal.

El mismo autor considera que las pajas de cereales de granos menores difieren poco entre sí en cuanto a composición química; sin embargo, existe una tendencia de que las mejores respuestas animales se obtienen con paja de arroz, seguidas por las pajas de cebada y avena y por último de trigo. Sin embargo, ocurren casos contradictorios.

Ruíz, Thiago y Costa, 1984 consideran que el ganado que consume paja de cereal como único alimento en nada diferirá de uno que esté en pastoreo durante la época seca en que usualmente ocurren pérdidas de peso. En general los resultados presentados con base en la investigación con paja de arroz dan una idea cercana de lo que se podría esperar de las pajas de otros cereales, recordando siempre que la paja de arroz parece ser ligeramente mejor que las otras.

"Específicamente, con respecto a la paja de cebada, investigaciones realizadas en Escocia demuestran que la adición de úrea en una proporción de 1kg/100 kg de paja maximiza el consumo de ella; con mayores niveles de úrea no se mejora". (Mbataya *et al.*, 1979, citado por Ruíz, Thiago y Costa, 1984)

Orskov y colaboradores, 1983, citados por Medrano (1992), con respecto a la paja de avena tratada (25 g de amonio/kg de materia seca) y sin tratar encontraron incrementos del 20%

en la digestibilidad y del 50% en consumo voluntario por efecto del tratamiento. Estos resultados muestran un subproducto que como la paja de avena sin tratar y con suplementación produce bajos rendimientos en la productividad animal, se comporta como un buen alimento para ruminantes cuando la suplementación es adecuada o cuando se usan tratamientos químicos con el fin de aumentar la digestibilidad.

La investigación más amplia en el uso de úrea para tratamiento de pajas a nivel de finca, se hizo en Bangladesh con paja de arroz (Dolber *et al.*, 1981, citado por Pulido, 1990). Este trabajo indica que si la paja de arroz está seca, puede ser mezclada a igualdad de peso con una solución que contenga 5% de úrea. Así mismo señalan, que el tiempo de tratamiento recomendado es de aproximadamente 3 semanas. (Pulido, 1990).

Forero, 1988, citado por Medrano (1992), en trabajos realizados en el Tolima indica que con animales destetos es posible obtener ganancias de peso de 600 g/día con tamo de arroz tratado (3%) y suplementación con leucaena y harina de arroz. Con animales de levante (290-300 kg de peso vivo) alimentados con tamo tratado (3%) y suplementados con harina de arroz se lograron ganancias de peso de 630 a 808 g/día dependiendo del nivel de suplementación. En la etapa de engorde (363-423 kg de peso vivo) las ganancias fluctuaron entre 600 y 750 g/día. Se destacan los resultados antieconómicos al utilizar tamo sin tratar debido a la necesidad de usar altos niveles de suplementación; también, se aprecia el mayor consumo (20-38%) que hacen los animales del tamo tratado.

2.8 Utilización de tamo de trigo amonificado en alimentación de bovinos

Diferentes pruebas de alimentación con resultados obtenidos demuestran el beneficio de la amonificación del tamo de trigo.

- En 1989, Klee y González reportan un consumo de 4.6 kg de materia seca de paja de trigo tratada con amoníaco anhídrido al 1.5%, en novillos mestizos (Holando-Europeo * Holando-Americano), correspondiente al 89% de la ración, que además contenía: harina de pescado (0,45 kg) y sal mineralizada (0,12 kg). Muestran un incremento de peso de los novillos que consumen esta ración de 610 g/animal/día.

Sing et al, 1982, citado por Pulido (1990), al comparar el efecto de diferentes tratamientos sobre la paja de trigo, en términos de consumo de materia seca, digestibilidad y ganancia de peso, no encontraron diferencias significativas entre la aplicación de hidróxido de sodio rociado y la aplicación de 4% de úrea en la solución, los valores de digestibilidad obtenidos al suministrar tamo de trigo con NaOH y úrea fueron de 54,5 y 48,5%. Los consumos de materia seca digestible de 46.8 y 43.2 g por kg de peso metabólico y las ganancias de peso de 158 y 182 g/animal/día, respectivamente.

Chauhan, 1982, citado por Pulido (1990), en otro ensayo de alimentación efectuado en la India, con una duración de 156 días, utilizando vacunas cebuínas alimentadas con tres dietas con forraje de sorgo verde ad libitum, más 1,0 kg de concentrado/día, paja de trigo tratada con úrea al 5% más 1,0 kg/día de concentrado y paja tratada con úrea al 5% más 0,2 kg de

harina de pescado, no encontraron diferencias estadísticas en ganancia de peso (345, 321, 336 g/día), consumo de alimento (2.81, 2.91, 2.75 kg de materia seca/100 kg de peso vivo) y conversión alimenticia (10.6, 11.5, y 10.6), respectivamente.

2.9 Suplementación de dietas fibrosas

Para brindar al animal condiciones adecuadas de nutrición y para cubrir las deficiencias que se presentan en el alimento, es necesaria una suplementación adecuada y para ello es básico conocer las características propias del suplemento.

Preston y Leng (1989) afirman que las fluctuaciones en la producción de forrajes a lo largo de todo el año no son garantía para una producción estable de leche, trabajo y carne por parte del ganado rumiante, por lo tanto, se hace necesario acudir a la suplementación, la cual debe hacerse de manera estratégica; es decir para el rumen y el animal con materiales disponibles.

- Los mismos autores consideran que el primer paso para incrementar la utilización de la paja por los ruminantes, es suplementarlos con úrea. Al respecto afirman que se han establecido tres procedimientos para proporcionar úrea a los animales que consumen dietas fibrosas con bajo contenido de nitrógeno. El primero es regar úrea sobre la paja. Los otros dos emplean el principio del autoconsumo, según el cual se utiliza la miel final como vehículo para la úrea, uno de los sistemas utiliza una mezcla líquida de úrea y miel final (usualmente con concentraciones de úrea del 8 a 14%) el otro método es hacer un bloque compacto con la mezcla anterior más un material ligante.

El propósito fundamental de estos suplementos es el de proveer úrea y por consiguiente amoníaco para los microorganismos del rumen. También proporcionar una amplia gama de micro y macro minerales (especialmente azufre y potasio), sirviendo como portador de un alto rango de compuestos necesarios para la eficiente fermentación ruminal (ejemplo: pequeñas cantidades de proteína para proporcionar péptidos y aminoácidos; ácidos grasos de cadena ramificada y fósforo. (Preston y Leng, 1989).

- Zapata (1989) afirma que poco o ningún efecto se obtiene al utilizar compuestos nitrogenados tales como la úrea, fosfato de amonio, etc., cuando éstos elementos se usan sin suplementación energética; pero en forrajes de baja calidad se observa un aumento en la digestibilidad, al emplear suplementos carbohidratados más una fuente de NNP.

• 2.9.1 Bloques multinutricionales

- Becerra (1988) afirma que a partir de los trabajos realizados por Aitona, Rose y Tilley (1960) en Suráfrica y Beames (1963) en Australia, se ha estado investigando sobre el uso de los bloques multinutricionales en la suplementación protéico-energética de rumiantes alimentados con dieta básica de forrajes pobres, típicos de la estación seca en el trópico y subproductos de cosechas.
- El principio básico de los bloques es la solidificación de los componentes en una mezcla homogénea. Este fenómeno hace que el consumo se efectúe de manera limitada y progresiva (Sansoucy y Aarts, 1986) y además ofrece una gran versatilidad sobre la composición del

bloque, lo cual es clave para diseñar diferentes fórmulas de acuerdo a las necesidades del animal al cual se va a ofrecer el suplemento (Sansoucy, 1987).

2.9.1.1 La formulación de los bloques

Según Sansoucy (1987) son muchos los ingredientes que pueden entrar en la composición de los bloques dependiendo de la disponibilidad, el valor nutritivo, el precio, las facilidades para la utilización y la influencia sobre la calidad de los bloques:

- La melaza provee energía y su gusto y olor son muy atractivos y vuelven al bloque muy apetitoso para los animales.
- La urea que provee el nitrógeno no protéico, es el elemento más importante del bloque, pues permite incrementar la digestibilidad y consumo de la paja y regula el nivel de amoníaco en el rumen para un mejor desarrollo de los microorganismos y una mejor degradación de los materiales celulósicos. Los bloques son una excelente manera de controlar el consumo de la urea.
- El afrecho de trigo o de arroz tiene varios propósitos. Posee un buen valor nutritivo y provee energía, proteína y fósforo. Puede también absorber el agua de la melaza y dar estructura al bloque. Puede ser reemplazado por otros materiales fibrosos.
- Se pueden añadir minerales si es necesario. Para animales en crecimiento o en producción puede ser útil añadir fósforo. El calcio es aportado por la melaza, cal o cemento.
- Un agente ligante es necesario para endurecer el bloque. Varios productos pueden ser utilizados: la cal viva (óxido de calcio), el óxido de magnesio, el cemento, la ventonita, la

dolomita (mezcla de óxido de calcio más óxido de magnesio), etc.

- Adicionalmente afirma que la composición del bloque puede también variar de acuerdo con:
tipo de animales, tipo de producción, época del año, etc.

2.9.1.2 La fabricación de los bloques

- Sansoucy (1987) manifiesta que se han probado varios procesos. Originalmente la melaza era calentada para facilitar el endurecimiento del bloque, pero eso necesitaba energía y era costoso. La experiencia ha demostrado que la única ventaja del proceso de calentamiento es que reduce el tiempo necesario para el endurecimiento, pero no mejora la calidad del producto final.

Igualmente afirma que el proceso más empleado utiliza la melaza a temperatura ambiente sin calefacción. Los agentes ligantes más utilizados son: la cal viva y el cemento porque son los más comunes, baratos y eficientes. Los diferentes ingredientes son introducidos sucesivamente en el siguiente orden: melaza, urea, sal y minerales, agente ligante y finalmente afrecho. Cuando el cemento es empleado debe ser previamente humedecido con 40% de su peso en agua para favorecer su acción. La masa que tiene forma de pasta es agitada y homogeneizada con un mezclador horizontal de paletas. Cuando esto no está disponible se puede utilizar un mezclador de hormigón. Después de obtener una pasta bien homogeneizada, la masa se derrama en moldes que pueden ser cuadros de madera o simplemente cubos en material plástico. Después de doce horas o un día el bloque se extrae del molde para secar al exterior, y después de dos días más puede ser utilizado.

Becerra y David (1990) consideran que: "El tiempo de solidificación y dureza de los bloques dependen de los niveles de melaza y cal utilizados cuando el nivel de úrea permanece constante".

2.9.1.3 Ensayos Realizados

Diferentes autores: Leng, 1986; Sansoucy, 1987; Preston y Leng, 1987; Ayala, 1988; Kunju, 1989; citados por Becerra y David (1991), han propuesto la utilización de bloques multinutricionales como una forma segura de garantizar el suministro de nitrógeno no protéico (N.N.P.); minerales y otros macronutrientes, a rumiantes en pastoreo durante la época seca.

Preston y Leng (1989), reportan que en la India se han venido realizando pruebas preliminares, utilizando bloques que contienen miel final, úrea, salvado de arroz, macro y microelementos y un agente solidificante.

En los ensayos iniciales, los bloques se suministraron a toros jóvenes de la raza Jersey, y posteriormente a búfalos lactantes que recibían una dieta básica de paja de arroz. Luego, se seleccionaron aldeas que utilizaban concentrados y algunas que no podían utilizarlos, para las pruebas con productos individuales. En las primeras, la introducción de los bloques disminuyó la cantidad de concentrados requeridos, manteniendo constante la producción de leche. En las segundas los bloques mejoraron la ingestión de paja en búfalos, incrementándose la producción de leche (Kunju, 1986, citado por Preston y Leng, 1989).

Dos grupos de cuatro toros Jersey (aproximadamente de 350 kg de peso vivo) recibieron en forma constante paja de arroz y 1 kg/día de un suplemento protéico; el grupo experimental tuvo acceso a bloques con miel final (55%), úrea (15%), salvado de arroz (18%), minerales y relleno (12%). El suplemento contenía salvado de arroz y torta de algodón. La digestibilidad in vitro de la paja de arroz fue del 40% con un contenido de nitrógeno del 0,8%. Los resultados muestran un aumento de peso de 700 g/día en los toros que consumían bloque en comparación a 220 g/día de los toros sin suplementación. (Preston y Leng, 1989).

Los mismos autores reportan un estudio realizado en Etiopía, donde se alimentaron bueyes adultos con una dieta básica de paja de trigo, obteniéndose respuestas drásticas a la suplementación con bloques de miel/úrea y una torta de oleaginosas.

Becerra y David (1991) midieron el efecto de la suplementación con bloques de úrea-melaza en la variación de peso vivo y la producción láctea de cuatro vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) frente a un grupo control de iguales características. El grupo suplementado tuvo acceso al bloque durante tres horas diarias después del ordeño. Todos los animales pastaron juntos en potreros de pará (*Bracharia mutica*) y pangola (*Digitaria decumbens*). El lote experimental alcanzó un consumo promedio diario de bloque de 36 g/100 kg de peso vivo en base seca. El análisis de varianza indica que no hubo diferencias estadísticas entre los dos grupos con relación a la producción de leche, pero una tendencia a mayor ganancia de peso se observó en el grupo que recibió bloque.

Becerra y David (1990) suministrando a cuatro vacas adultas (dos cebú x Holstein y dos cebú

x Pardo suizo) paridas, en igual fase de lactancia, similar manejo pastoreando praderas de Pará (Brachiaria mutica) y pangola (Digitaria decumbens) concluyeron:

"Cuando el acceso al bloque es restringido (3 horas diarias), los animales alcanzaron a comer cantidades apreciables, promedio de 52 g/100 kg de peso vivo, sin riesgo aparente de toxicidad".

Diaz *et al* (1991), desarrollaron un experimento en época seca, utilizando 4 novillas mestizas (3/4 holstein - 1/4 cebú) con edad de 14 meses y peso inicial medio de 145 ± 0.11 kg, los animales pastaron sobre Panicum maximum, sin fertilización. Los animales disponían de sal común, agua, sal mineral y bloques multinutricionales a voluntad. Concluyeron que el bloque utilizado es de factible aplicación a las novillas en pastoreo durante la época seca y las ganancias de peso se pueden considerar adecuadas para las condiciones del trabajo.

2.9.1.4 Consumo de bloques por parte de los ruminantes

Sansoucy (1987) sostiene que los factores que afectan el consumo de bloques son:

- La dureza. Cuando el bloque es demasiado duro el consumo es limitado y puede ser reducido a cero. Si es demasiado blando hay riesgo de toxicidad debido al exceso de úrea consumida con los bloques.
- Cuando el porcentaje de úrea en una mezcla con melaza líquida alcanza 8 a 10% el consumo

de melaza se limita automáticamente (Beames, 1960, Preston et al., 1967, citados por Sansoucy, 1987).

- Período de transición para acostumbrar al animal a la úrea. Particularmente, se debe tener mucho cuidado con animales a los cuales les faltan alimentos básicos como puede ser el caso en época seca. Eso puede conducir a un consumo excesivo de bloque y por consiguiente de úrea, y a la intoxicación de los animales.
- Finalmente el consumo cambia con el tipo de animal.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en la Sección de Ganado de Leche del Centro de Investigaciones (C. I.) Obonuco del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El Centro de Investigaciones está situado en el corregimiento Obonuco, municipio de Pasto, departamento de Nariño, aproximadamente a 5 km de la ciudad de Pasto. Localizado a 1°13' latitud norte y 77°16' longitud oeste a un altitud de 2710 msnm, presenta una precipitación pluvial promedio anual de 848 mm y una temperatura media por año de 13°C. Zona de vida bosque seco montano bajo*.

3.2 Instalaciones

Los animales se alojaron en corrales individuales de 40 m² (10 x 4), piso en concreto, sin techo, aislados entre si por medio de cerca electrica. Cada corral provisto de dos comederos: la mitad de una caneca de 55 galones acondicionada para suministro de tamo y baldes plásticos para el bloque multinutricional con techo en tejas de cartón y asfalto para evitar humedecimiento de los bloques.

* ICA, 1993.

Además se proveyó un bebedero compartido por cada dos animales.

3.3 Animales

Se utilizaron para el ensayo 16 novillas Holstein con un peso promedio inicial de 185 ± 32 kg y una edad promedio al iniciar el ensayo de 284 ± 66 días.

3.4 Manejo de animales

Previamente al inicio del ensayo a los animales se les hizo control interno y externo de parásitos.

Durante el periodo experimental se llevó a cabo el plan sanitario vigente en el Centro de Investigaciones Oboruco.

3.5 Tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos diferenciados por el tipo de dieta:

Tratamiento 1 (T1): Tamo de trigo no tratado más bloque multinutricional a voluntad.

Tratamiento 2 (T2): Tamo de trigo amonificado con 5% de úrea (diluida en agua de tal manera que se obtuvo un 30% de humedad en el material) sobre la materia seca de la paja.

tratada durante 57 días, dejada al oreo durante 24 horas; más bloque multinutricional a voluntad.

Se suministraron adicionalmente dos kg de concentrado por animal y por día en los dos tratamientos, la composición del concentrado aparece en la tabla 1.

3.6 Variables evaluadas

El ensayo tuvo una duración de 85 días, de los cuales 15 días fueron de acostumbramiento a la nueva dieta y 70 para la toma de datos e información.

Durante la evaluación se estimaron el consumo de materia seca, la ganancia diaria de peso y con base en esto se determinó la conversión alimenticia. Para la evaluación nutritiva de la dieta al finalizar el experimento se realizaron análisis de laboratorio.

3.6.1 Análisis bromatológico

Se tomaron muestras de 500 g tanto del material ofrecido como del rechazado para la determinación de la calidad de la dieta. Las muestras se recogieron cada 14 días, permanecieron en bolsas plásticas sometidas a refrigeración hasta el final de la prueba, cuando se realizaron los análisis correspondientes.

Se determinó materia seca por el método de Weende. Las determinaciones del nitrógeno se

TABLA 1. Composición química del concentrado comercial para novillas

Nutriente	%
Proteína mínimo	16.00
Grasa mínimo	2.00
Fibra cruda máximo	10.00
Humedad máximo	13.00

FUENTE: Etiqueta del producto

hicieron por el método de Kjeldahl.

A las muestras de tamo de trigo amonificado y sin amonificar por su valor principalmente como fibras y para diferenciar fracciones de pared celular se determinaron valores de fibra en detergente ácido y fibra en detergente neutro de acuerdo a la técnica de Van Soest.

Se realizaron pruebas de digestibilidad in vitro de la materia seca (método modificado por Minson y McLeod) para esto se tomó líquido ruminal de novillas fistuladas que recibieron durante 15 días la dieta experimental.

Las técnicas anteriores se utilizaron con base en el manual de laboratorio de Apraez (1992).

3.6.2 Consumo de alimento

El consumo de materia seca se determinó diariamente a través de todo el período experimental, obteniéndose por diferencia entre la cantidad ofrecida y la cantidad rechazada del tamo de trigo.

El consumo de bloque se midió diariamente. Para ello se hacían pesajes diarios del bloque y el consumo se obtuvo por diferencia. No se tuvo en cuenta el porcentaje de pérdidas para este caso por considerarlo mínimo y porque las condiciones del ensayo no permitían su evaluación.

3.6.3 Cambio de peso

Los animales se pesaron al inicio del experimento (día cero) y posteriormente cada 14 días, a la misma hora, por dos días seguidos, esto con el fin de disminuir errores de precisión de la báscula, se obtuvo promedio de los dos pesajes. La comida se retiraba doce horas antes de cada pesaje.

Los pesos obtenidos al finalizar el experimento, se utilizaron para estimar correlación entre el crecimiento y el consumo de materia seca.

Las ganancias de pesos se obtuvieron por diferencias entre los pesos finales y los iniciales.

3.6.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se determinó teniendo en cuenta el incremento de peso y la cantidad de alimento consumido.

Para evaluar las conversiones alimenticias de los tratamientos se aplicó la siguiente fórmula:

Conversión alimenticia = consumo de alimento/ incremento de peso (Preston y Leng, 1989).

3.6.5 Análisis económico

Para el análisis económico de cada uno de los tratamientos se optó por un análisis de presupuestos parciales (Layard, 1978), sin considerar costos por instalaciones, equipos, tierra, animales y servicios ya que estos permanecieron constantes para los dos tratamientos.

El análisis económico tomó como base los parámetros de producción (ganancias de peso) expresados en las dietas.

El análisis tomó en cuenta los siguientes ingresos y costos para determinar la rentabilidad:

Ingresos: Producción bruta (kg/día)

Ingreso total (\$/ día)

Costos: Tamo de trigo (\$/animal/día)

Bloque multinutricional (\$/animal/día)

3.7 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorio, conformado por dos tratamientos y ocho réplicas por tratamiento.

La respuesta se analizó con ajuste por peso inicial, ya que dicha variable no es controlable

por el experimento; por lo anterior se analizó la respuesta con un análisis de covarianza, de acuerdo con el siguiente modelo matemático sugerido por Steel y Torrie (1992):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B(X_{ij} - \bar{x}) + e_{ij}, \text{ donde:}$$

μ = Media general del experimento

T_i = Efecto del *i*ésimo tipo de dieta

$B(X_{ij} - \bar{x})$ = Efecto de la covariable

e_{ij} = Error experimental

Para medir la significancia entre las medias de las variables de respuesta, se le realizó una prueba de *t* de Student (Steel y Torrie, 1992).

3.8 Amonificación de tamo de trigo

Una vez obtenido el tamo de trigo, el material recolectado se almacenó bajo techo hasta alcanzar la cantidad requerida para todo el ensayo.

Para elegir el sitio de la amonificación se tuvo en cuenta que el terreno fuera plano, con buen drenaje, aislado del contacto con animales y cercano al sitio de suministro.

Proceso de amonificación:

- Se obtuvo la materia seca del tamo de trigo MS = 86.62%

- Con base en la materia seca se determinó la cantidad de agua requerida, con la siguiente fórmula peso a peso hasta obtener el 30% de humedad:

$$HF = \frac{HI + X}{HI + MS + X}$$

Donde:

X = Cantidad de agua a adicionar

HI = Humedad inicial del tamo de trigo

MS = Materia seca del tamo de trigo

HF = Humedad final (30%)

- Posteriormente se pesaron los insumos requeridos, en este caso, se utilizaron las siguientes cantidades/100 Kg de M. S. de tamo:

Agua : 24 Lt

Urea : 5 Kg

Frijol molido : 2 Kg

- Se elaboraron capas de 100 kg de tamo de trigo, con la finalidad de facilitar la distribución uniforme de la solución de urea y el frijol molido por todo el material.
- Se compactó cada capa mediante el desplazamiento continuo de los operarios sobre el material.
- Se mezcló la urea y el agua en un balde plástico, esta solución se esparció manualmente sobre cada una de las capas formadas.
- Posteriormente se adicionó frijol molido, portador de la enzima ureasa.

- Se compactó una vez más, para impregnar mejor la solución de úrea y frijol.
- Se continuó amonificando en capas hasta alcanzar una altura aproximada de 2 m.
- Se procedió al sellado hermético con plástico negro calibre 6.
- El tamo permaneció sellado 57 días, al cabo de los cuales se destapó.
- Se dejó orear 24 horas para liberar el amoníaco resultante del proceso de amonificación.
- Una vez realizado este proceso se suministró a los animales.

3.9 Preparación de bloques multinutricionales

Para la elaboración de bloques multinutricionales, se realizó un ensayo previo para encontrar la fórmula adecuada en cuanto a compactación y dureza de los bloques, con base en 200 g de mezcla.

Se tuvo en cuenta que las proporciones de úrea, melaza, mezcla mineral y azufre permanecerían constantes (15 - 30 - 17 - 1% respectivamente) y se hicieron variar los porcentajes de harina de alfalfa, salvado de maíz y cal.

A las 24 horas de elaborados los pequeños bloques, se evaluaron y se escogió el que ofrecía las mejores características físicas. Con base en este ensayo se estableció la fórmula de bloques utilizados (Ver Tabla 2).

Se utilizó el 17% de sal mineralizada, teniendo en cuenta los requerimientos de minerales para novillas (NRC, 1989). La composición aparece en la tabla 3.

TABLA 2. Composición del bloque multinutricional utilizado como suplemento en la alimentación de novillas Holstein con tamo de trigo amonificado y sin amonificar

Ingrediente	%
Letaca	30
Urea	15
Mezcla mineral	17
Azufre	1
Cal	14
Harina de alfalfa	10
Salvado de maíz	13
	100

FUENTE: Esta investigación

TABLA 3. Composición de la sal mineralizada utilizada en los bloques multinutricionales

Nutriente	%
Humedad máxima	5.00
Calcio mínimo	8.00
Fósforo mínimo	8.00
Relación Calcio- fósforo	1:1
Relación Fluor: máximo	1:100
NaCl mínimo	40
Magnesio	0.4
Azúfre	4.00
Yodo	0.04
Zinc	0.07
Cobre	0.15
Cobalto	0.019

FUENTE: Etiqueta del producto.

Para la elaboración de 100 kg de bloque se procedió así:

- Se pesaron los ingredientes.
- Se calentaron la urea y la melaza hasta formar una solución homogénea. Esto con el fin de facilitar la mezcla con los demás ingredientes.
- Posteriormente se depositó la solución anterior en una mezcladora de concreto.
- Se adicionó azufre, sal mineralizada, harina de alfalfa, salvado de maíz y se accionó la mezcladora durante 20 minutos.
- Por último se adicionó la cal y se accionó nuevamente la mezcladora hasta obtener una pasta homogénea fácil de manejar.
- Para la obtención de los bloques se utilizó un dispositivo empleado en la fabricación de ladrillos, el cual consta de un molde rectangular y una palanca para la compactación del material.
- Finalmente los bloques se extraían del molde y estaban listos para ser suministrados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis bromatológico

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio (promedio de cantidades ofrecidas y rechazadas) del tamo de trigo sin tratar y tratado con 5% de úrea. Más específicamente, el análisis de laboratorio con cantidades de tamo ofrecido y tamo rechazado aparecen en la tabla 1 del Apéndice.

En la tabla 5, se presenta el análisis bromatológico del bloque multinutricional.

Se observó que el contenido de nitrógeno, por efecto de la amonificación, se aumentó en 1.28 unidades que expresadas en porcentaje equivalen a un incremento del 142%. Así mismo la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica se incrementaron en 12.53 y 12.61 unidades respectivamente. Se destaca también la fibra en detergente ácido (FDA) que presentó una disminución en el tamo tratado de 7.54 unidades (13.77% menos) con relación al tamo no tratado.

El bloque multinutricional presentó un alto contenido de ceniza explicado por la inclusión de sal mineralizada en la formulación del mismo. El equivalente protéico representa fundamentalmente la cantidad de nitrógeno proveniente de la úrea.

El tratamiento con úrea, precursora de amonio, incrementó en 8 unidades la proteína cruda.

TABLA 4. Análisis bromatológico de tamo de trigo sin amonificar y amonificado con 5% de úrea

Componente	Tamo sin tratar	Tamo amonificado (5% úrea)
Materia seca	92.09	91.28
Materia orgánica	90.52	91.71
Ceniza	9.49	8.29
Nitrógeno total	0.90	2.18
Equivalente protéico (N x 6.25)	5.62	13.62
Fibra en detergente neutro	81.90	78.41
Fibra en detergente ácido	54.75	47.21
Digestibilidad in vitro de M. S.	41.27	53.80
Digestibilidad in vitro de M. O.	42.83	55.44

Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Zootecnia, Universidad de Nariño,
San Juan de Pasto, 1993.

TABLA 5. Análisis proximal del bloque multinutricional

Componente	%	
Materia seca	82.95	± 0.1
Materia orgánica	59.17	± 0.9
Ceniza	40.83	± 0.9
Nitrógeno total	7.66	± 0.67
Equivalente proteico (N x 6.25)	47.91	± 4.23
Extracto etéreo	1.10	± 0.15
Fibra cruda	16.43	± 0.20

Laboratorio de nutrición animal, facultad de Zootecnia,
Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 1993.

Resultados similares reportaron Kernan *et al* (1979) quienes trabajando con 2.5% de amonio en agua, encontraron aumentos de 8.1, 4.7 y 5.3 unidades porcentuales en la proteína cruda en pajas de trigo, avena y cebada respectivamente. Así mismo Laredo *et al*, (1989) valorando la amonificación del tamo de trigo encontró aumento de 7.7 unidades en el porcentaje de la proteína cruda comparando niveles de 1 y 5% de úrea.

En el contenido de nitrógeno del tamo amonificado hubo un aumento del 142% en comparación al tamo de trigo no tratado. Estos resultados son comparables a los encontrados por Pulido (1990) quien investigando en paja de Jaraguá (*Hiparrhenia rufa*) encontró que el tratamiento con 2.5% de úrea aumentaba el contenido de nitrógeno en 85%. Así mismo Kjus y Torgrimby, 1980, citados por Sundstol y Coxworth (1984), tratando pajas de avena y trigo con 2.5% de amonio encontraron 84 y 119% de aumento en el contenido de nitrógeno, respectivamente para las dos pajas.

Aunque el nitrógeno ligado a las pajas tiene un importante potencial de uso a nivel ruminal (Sundstol y Metre, 1980, citados por Sundstol y Coxworth, 1984); es necesario tener en cuenta investigaciones como las realizadas por Borham y Johnsen (1981) quienes encontraron que una proporción de amonio estaba completamente ligado a la paja y no era liberado durante el paso por el tracto gastrointestinal. Así mismo Solaiman, Horn y Owens (1979) mostraron que 12.6% de nitrógeno retenido en la paja después del tratamiento con amonio estaba ligado a la fibra detergente ácida de la paja.

Con relación al efecto de la amonificación sobre la pared celular, se observó disminución

apreciable en la fibra detergente ácida (FDA) de 7.54 unidades. Similares resultados fueron reportados por Orskov, Kay y Reid (1987) en la composición química del tamo de trigo sin tratar y tratado con amonio donde la fibra en detergente neutro (FDN) pasó de un valor de 80.7 g/100 g a 75.5 con el tratamiento; de 52 a 48.8 la fibra en detergente ácida (FDA) y de 8 a 7 g/100 g la lignina ácido detergente. Laredo *et al* (1989) también observó disminución en FDA de 66.1 a 59% con niveles de 1 a 5% de úrea en el tratamiento del tamo de trigo.

La respuesta obtenida en aumento del nitrógeno total y disminución de fibra se expresó en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y orgánica que se incrementó con el tratamiento. En el tratamiento con 5% de úrea, de este experimento se incrementó en 12.6 unidades. Resultados obtenidos por Saadullah, Haque y Dolberg (1981) con paja de arroz amonificada con úrea muestran un aumento de 11 unidades porcentuales en la digestibilidad de la materia orgánica. Andersen, *et al* (1987) aseguran que la digestibilidad de la materia orgánica del tamo puede aumentarse en un 10 a un 15% con el tratamiento con amonio y en más de 20 unidades con el tratamiento con hidróxido de sodio (Na OH).

Girard y Laroche (1983) compararon la digestibilidad de materia seca de tamos y encontraron valores de 46.9 ± 2.7 para el no tratado y de 53.6 ± 1.9 para el tratado; valores muy similares a los encontrados: 41.25 y 53.8 del no tratado y tratado respectivamente.

Así mismo Cottyn, De Boever y Vanacker (1987) midiendo digestibilidad *in vivo* de tamo de cebada en vacas encontraron valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de $45.8 \pm$

1.7 en tamo sin tratar y de 60.9 ± 1.3 en tamo tratado con 3% de NH_3 y valores de 46.4 ± 1.8 y 59.4 ± 1.0 en digestibilidad de materia orgánica de tamo sin tratar y tratado respectivamente.

Con el proceso de amonificación se incrementa la cantidad de nitrógeno, y por medio de la hidrólisis alcalina se solubiliza la hemicelulosa y se rompen enlaces ésteres incrementando la energía utilizable. Unidos estos factores (incremento de nitrógeno y energía) posiblemente se genere mayor población microbiana, por tanto una mayor actividad microbiana, que va a producir mayor degradabilidad del tamo tratado.

4.2 Respuesta biológica

En la Tabla 2 del Apéndice se presenta el análisis de covarianza para consumo de tamo de trigo; en la Tabla 3 del Apéndice, análisis de covarianza para consumo de bloque; en la Tabla 4 del Apéndice, análisis de covarianza para consumo de materia seca; en la Tabla 6 del Apéndice, análisis de covarianza para incrementos de peso y en la Tabla 7, análisis de covarianza para conversión alimenticia.

Así como fue propuesto para esta investigación, se realizó un análisis de covarianza utilizando el peso inicial como covariable, esta prueba no presentó diferencias estadísticas, $P (0.01)$. Lo cual implica que la covariable peso inicial no tuvo efecto significativo sobre las variables de respuesta (consumo de tamo, consumo de bloque, consumo de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia), esto se explica debido a que las diferencias

existentes en el peso inicial no fueron amplias, probablemente si éstas hubiesen sido mayores se habría presentado influencia sobre el consumo.

De tal manera que pueden ser analizados los tratamientos (dietas) sin tener en cuenta un posible efecto de la covariable, es decir, realizar prueba de *t* común y corriente en un diseño completamente aleatorio.

4.2.1 Consumo de tamo de trigo

En la Tabla 6 y Figura 1 se presenta los consumos de los dos tipos de tamos.

Al realizar la prueba de *t* (Tabla 2 del Apéndice), se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo que significa que el consumo de tamo se incrementó por efecto de la amonificación con úrea.

El consumo de tamo de trigo amonificado se vio incrementado en 36.93% con relación al consumo de tamo no amonificado.

Para la observación detallada del comportamiento animal frente al consumo de tamo se tuvieron en cuenta periodos de tiempo cada 14 días (Figura 1). Los animales que consumieron tamo amonificado presentaron consumos que oscilaron entre 1.99 y 2.71 kg/100 kg de peso vivo, con un promedio acumulado de 2.41 kg/100 Kg a través de todo el periodo experimental y los animales que consumieron tamo no tratado presentaron

TABLA 6. Consumo de tamo de trigo sin amonificar y amonificado (kg/100 kg de vivo/día) de novillas Holstein.

Réplica	T1 (\bar{X} / día)	T2 (\bar{X} / día)
R1	1.64	2.37
R2	1.79	2.46
R3	1.95	2.39
R4	1.60	2.42
R5	1.73	2.57
R6	1.68	2.49
R7	2.04	2.46
R8	1.67	2.08
\bar{x}	1.76	2.41

Fuente: Esta investigación

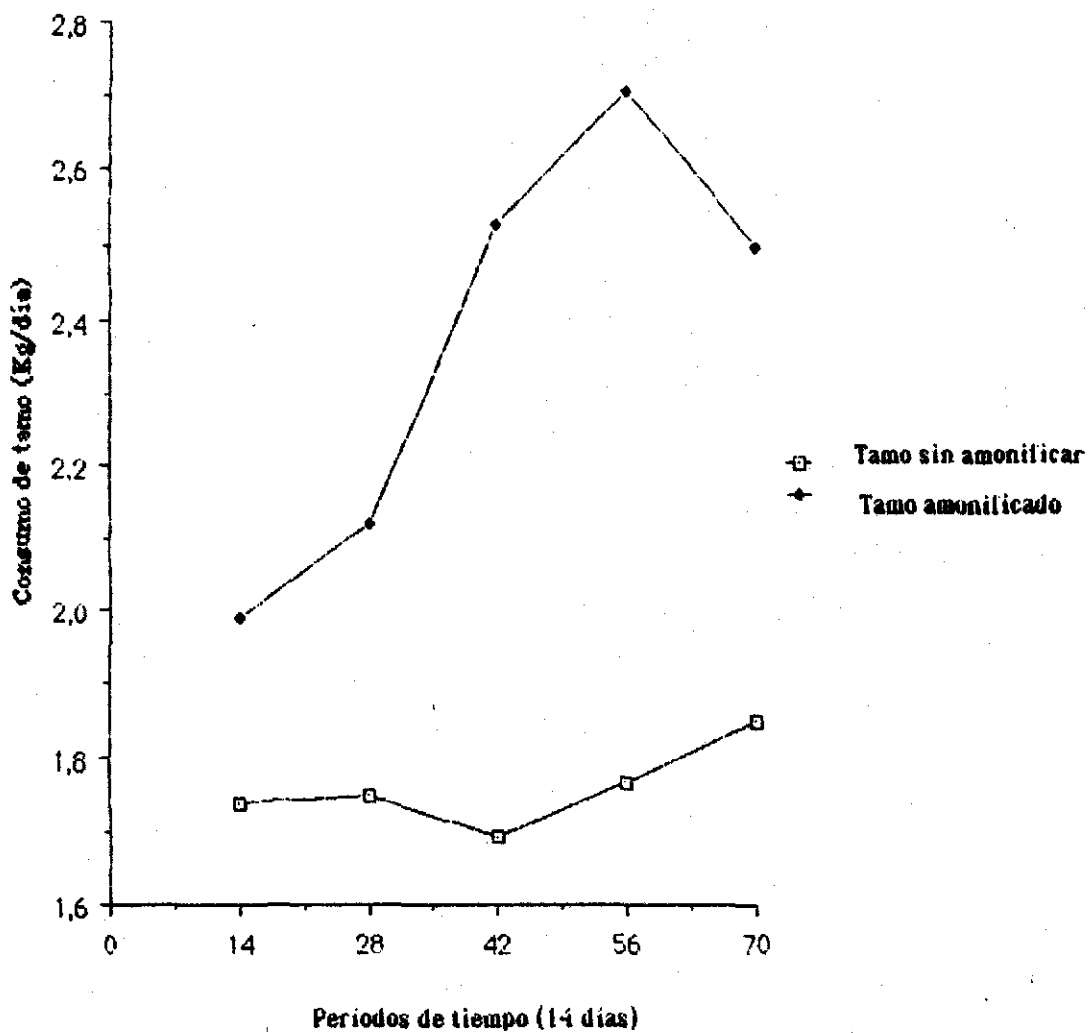


FIGURA 1. Consumo de tamo de trigo sin amonificar y amonificado (kg/100kg P.V./día) de novillas Holstein, en periodos de tiempo cada 14 días.

tratado presentaron promedios de consumo entre 1.74 y 1.81 kg a lo largo de todo el experimento con promedio final de 1.76 kg/100 kg de peso vivo. La tendencia de la curva de consumo de tamo amonificado refleja mayores incrementos a través del tiempo con respecto al consumo de tamo no tratado.

El alto y significativo consumo de tamo de trigo amonificado, pudo deberse a los cambios que sufrió la pared celular y a la digestibilidad de la materia seca *in vitro* (Tabla 5 y Tabla 1 del Apéndice) que también fue mayor. Este fenómeno hace que disminuya el tiempo de retención en el rumen, aumente la tasa de pasaje y, por ende, se incremente el consumo. Este efecto también puede explicarse por la cantidad de nitrógeno en el tamo amonificado, la cual favorece la población bacteriana que más tarde va a actuar en el desdoblamiento de pared celular.

Similares respuestas encontraron Andersen *et al.*, (1987) quienes compararon tamo de cebada no tratado con tamo tratado con NH_3 y otro tratado con NaOH , en raciones para vacas de ordeño. La ingestión de tamo se incrementó en los tamos tratados.

4.2.2 Consumo de bloque multinutricional

En la Tabla 7 y Figura 2 se presentan los consumos de bloque multinutricional en los dos tratamientos.

Al realizar la prueba de t (Tabla 3 del Apéndice) no se encontraron diferencias estadísticas

TABLA 7. Consumo de bloque multinutricional (g/100kg peso vivo/día) de novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado

Réplica	T1 (\bar{X} / día)	T2 (\bar{X} / día)
R1	63.97	75.79
R2	160.98	129.64
R3	188.95	101.01
R4	99.11	71.67
R5	105.14	102.86
R6	91.68	186.37
R7	143.34	80.88
R8	141.73	123.73
\bar{x}	124.36	109.00

Fuente: Esta investigación

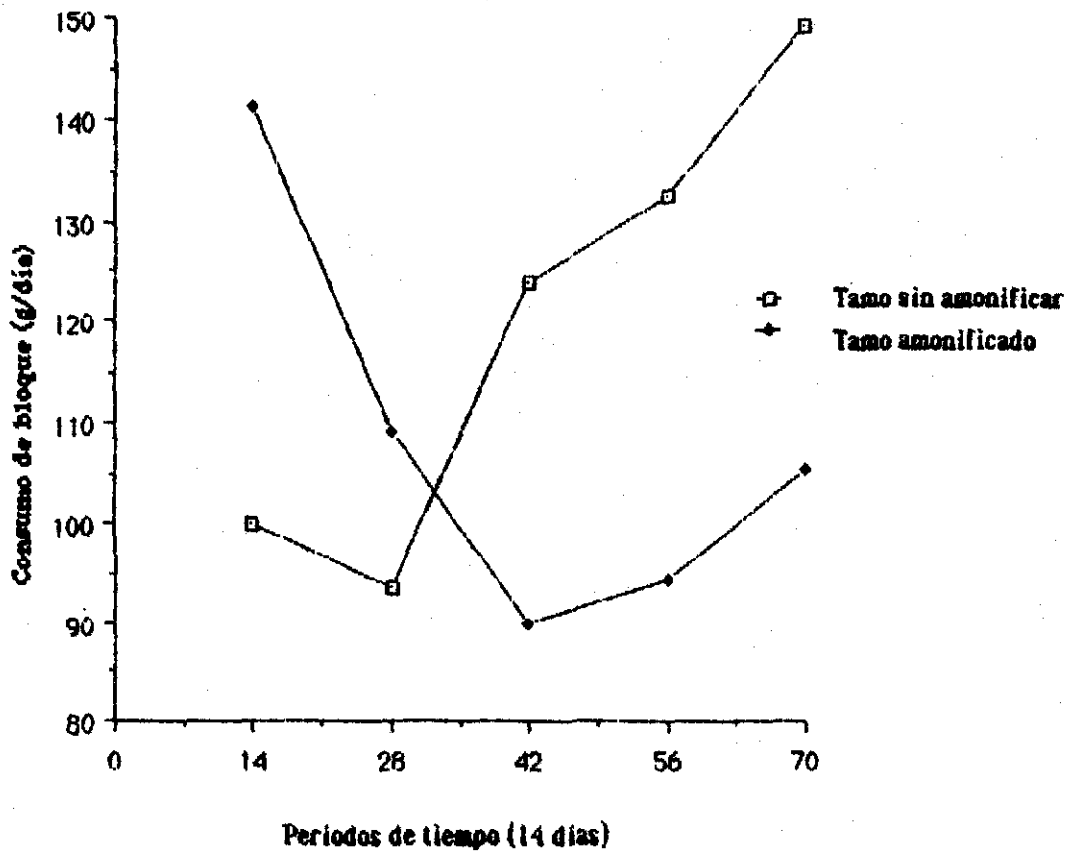


FIGURA 2. Consumo de bloque multinutricional (g/100 Kg P.V./día) de novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado en periodos de tiempo cada 14 días.

entre tratamientos.

Se obtuvo una diferencia en consumo de bloque multinutricional de 14.09% más para el tratamiento con tamo sin amonificar (Tabla 7). En la Figura 2 se observan consumos que oscilan entre 93.62 y 149.51 g/100 kg de peso vivo para el tratamiento 1 y consumos de bloque entre 89.82 y 141.47/100 kg de peso vivo para el tratamiento 2.

- El análisis estadístico demostró que en los dos tratamientos es importante la suplementación con bloque multinutricional, esto se explica porque a pesar de que el tamo amonificado posee mayor contenido de nitrógeno, no implica que llene los requerimientos de nitrógeno no protéico para los microorganismos del rumen. Por lo tanto la suplementación con bloque multinutricional cumple un papel importante dentro de este tipo de dietas fibrosas. En la Figura 2 se observa que animales que consumieron tamo amonificado empezaron con un mayor consumo, que a través del tiempo fue disminuyendo; los animales que consumieron tamo sin amonificar fueron incrementando a través del tiempo el consumo, lo que sugiere que trataron de llenar requerimientos de nitrógeno, esto se podría evaluar más a largo plazo.

4.2.3 Consumo de materia seca

En la Tabla 8 y Figura 3 se presenta los consumos de materia seca de los dos tratamientos.

En la prueba de t para esta variable (Tabla 4 del Apéndice) se encontraron diferencias altamente significativas entre los dos tratamientos; demostrándose que la amonificación del

TABLA 8. Consumo de materia seca (kg/100 kg peso vivo/día) de novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado, suplementadas con bloque multinutricional,

Réplica	T ₁ (\bar{X} / día)	T ₂ (\bar{X} / día)
R1	2.45	3.18
R2	2.91	3.52
R3	3.30	3.34
R4	2.44	3.33
R5	2.72	3.64
R6	2.53	3.73
R7	2.91	3.41
R8	2.53	2.93
\bar{x}	2.72	3.39

Fuente: Esta investigación

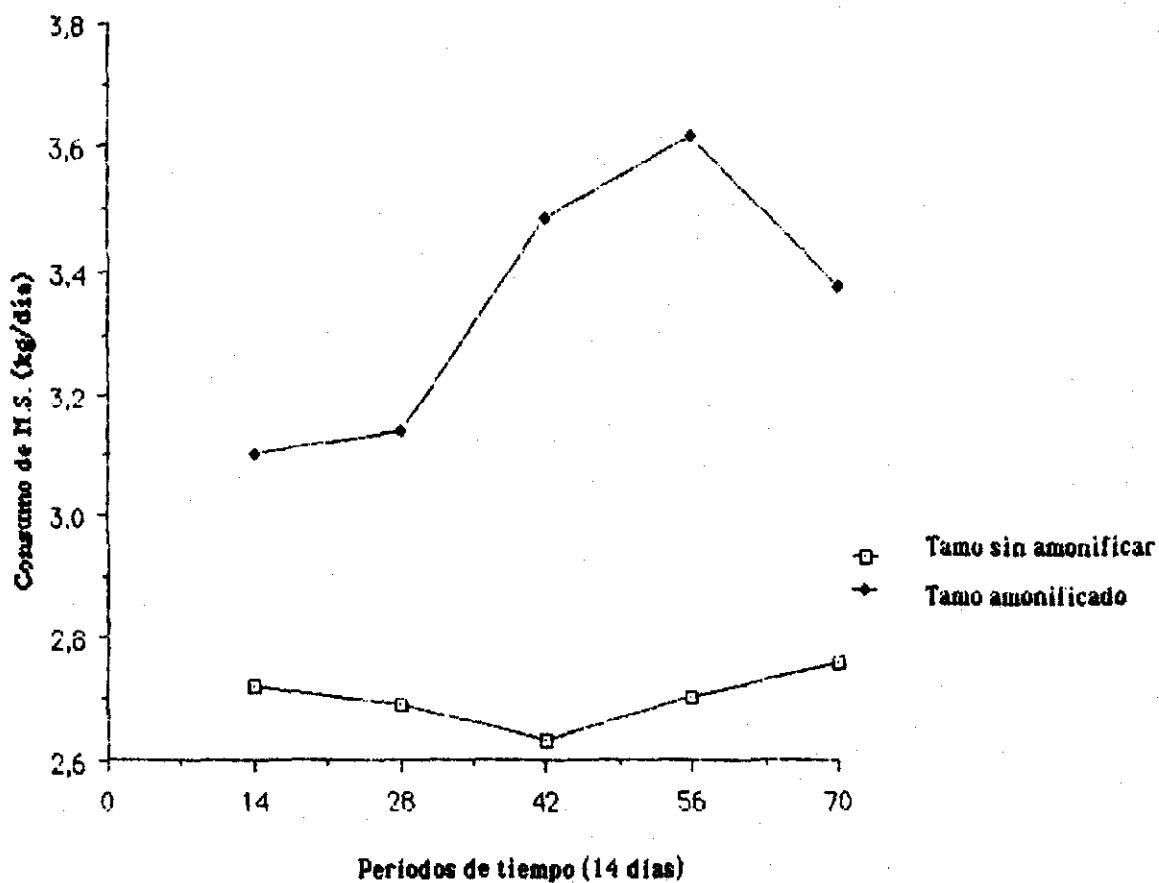


FIGURA 3. Consumo de materia seca (Kg/100 Kg P.V./día) de novillas Holsteín alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado, suplementadas con bloque multinutricional, en periodos de tiempo cada 14 días.

tamo de trigo incrementa el consumo de materia seca porque éste depende fundamentalmente de los cambios que ocurrieron en el consumo de tamo ya que las cantidades ingeridas de suplemento (concentrado y bloque) fueron similares en los dos tratamientos.

En esta investigación se obtuvo una diferencia del consumo de materia seca de 0.67 kg/100 kg de peso vivo (Tabla 8). En la Figura 3 se observa el mayor consumo de materia seca para los animales del tratamiento 2 con un rango de 3.1 y 3.62 kg de M.S. consumida/100 kg de peso vivo. Para el tratamiento 1 se obtuvo consumos que oscilan entre 2.63 y 2.76 kg de MS/100 kg de peso vivo.

Para el aporte de nutrientes de las dietas formuladas (Tabla 5 del Apéndice) el cálculo del valor energético del tamo se realizó teniendo en cuenta el contenido de energía metabolizable del tamo (EM) que se determinó por la digestibilidad de materia orgánica (DMO) ya que el aumento de energía metabolizable es de 0.148 MJ por Kg en base a materia seca por punto de digestibilidad de la materia orgánica, esto según Informe N° 4 del Instituto de Investigación Rowett (RRI, 1984).

El incremento en el consumo de materia seca por la amonificación con 5% de úrea del tamo de trigo fue del 25% en esta investigación, resultados similares reportan Greenhalgh et al. 1976, citados por Andersen et al (1987), quienes alimentaron vacas de leche con raciones completas que contenían 50% de concentrado y 50% de tamo de cebada tratado y no tratado con 8% de NaOH. La ingestión de materia seca aumentó de 10.8 a 13.4 Kg por tratamiento, obteniendo un incremento del 24% en el consumo de materia seca por el tratamiento.

Pestalossi y Matre, 1977, citados por Andersen et al (1987) encontraron un aumento del 26% en el consumo de materia seca de la dieta de terneras alimentadas con tamo tratado con amonio, más un suplemento.

4.3 Cambio de peso

En la Tabla 9 y Figura 4 se presentan los incrementos de peso en los dos tratamientos.

- Al realizar la prueba de t, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Tabla 6 del Apéndice) lo que significa que hubo un mayor incremento promedio de peso en los animales que consumieron tamo de trigo con 5% de úrea.

El tamo amonificado al poseer mayor digestibilidad desencadena una serie de efectos positivos en el animal, como es el incremento del consumo, lo cual garantiza un mayor aporte de nutrientes tanto para mantenimiento como para crecimiento que al final se vieron reflejados en la ganancia de peso. Sin embargo, es importante tener en cuenta los resultados obtenidos con un subproducto que como el tamo de trigo sin tratar y con suplementación adecuada produce rendimientos aceptables en cuanto a este parámetro.

Se obtuvo una ganancia en promedio de 766 g/día en los animales que consumieron tamo amonificado contra 550 g/día de los animales que consumieron tamo sin tratar (diferencia de 216 g). Respuesta similar a la obtenida en un experimento realizado en Noruega por Kvale y Homb, 1976, citados por Andersen et al (1987), donde el tratamiento de tamo tratado

TABLA 9. Incremento de peso (g/animal/día) de novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado y suplementadas con bloque multinutricional

Réplica	T1	T2
R1	414.29	800.00
R2	671.43	885.71
R3	571.43	728.57
R4	500.00	757.14
R5	514.29	742.86
R6	542.86	928.57
R7	628.57	657.14
R8	557.14	628.57
\bar{x}	550.00	766.00

Fuente: Esta investigación

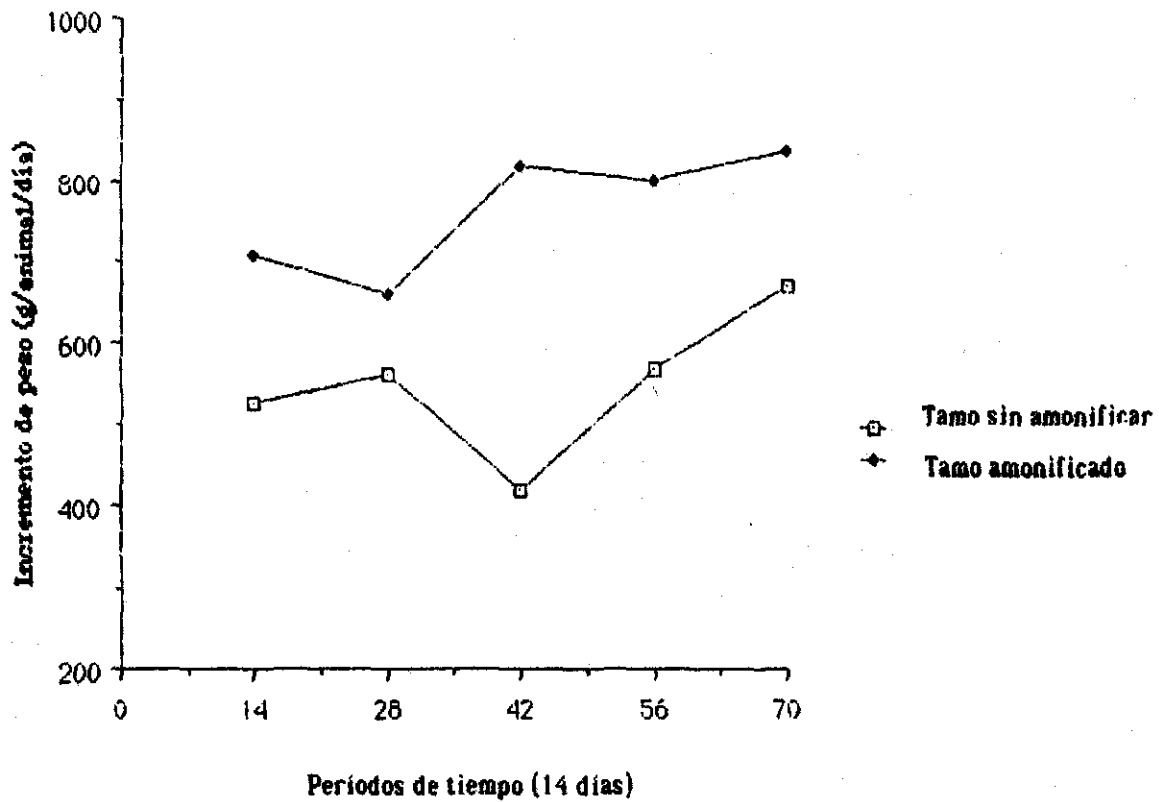


FIGURA 4. Incremento de peso (g/animal/día) para novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y sin amonificar más bloque multinutricional, en periodos de tiempo cada 14 días

con amonio dado como alimento en cantidades restringidas (3.5 kg M.S./ día) aumentó la ganancia de peso en 200 g en toros en crecimiento que además recibían 2 kg de heno y 2 kg de concentrado.

En la Figura 5 se presenta la correlación entre consumo de materia seca y ganancia de peso de los dos tratamientos. Se obtuvieron coeficientes de correlación altos: $r = 0.88$ ($p = 0.01$) para el tamo tratado y $r = 0.72$ ($p = 0.01$) para el no tratado.

4.4 Conversión alimenticia

En la Tabla 10 y Figura 6 se presenta la conversión alimenticia para las dos dietas experimentales.

Al realizar la prueba de t , se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 7 del Apéndice) por lo tanto los animales que consumieron tamo amonificado presentaron las mejores conversiones alimenticias.

Las conversiones alimenticias de los animales que consumieron tamo amonificado fluctuaron entre 7.41 y 8.91 kg MS/kg de incremento de peso (Figura 6) mientras que las conversiones alimenticias de los animales que consumieron tamo no amonificado oscilaron entre 8.83 y 12.56 kg MS/kg de incremento de peso.

Los animales del tratamiento sin amonificación debían consumir 20% más de materia seca

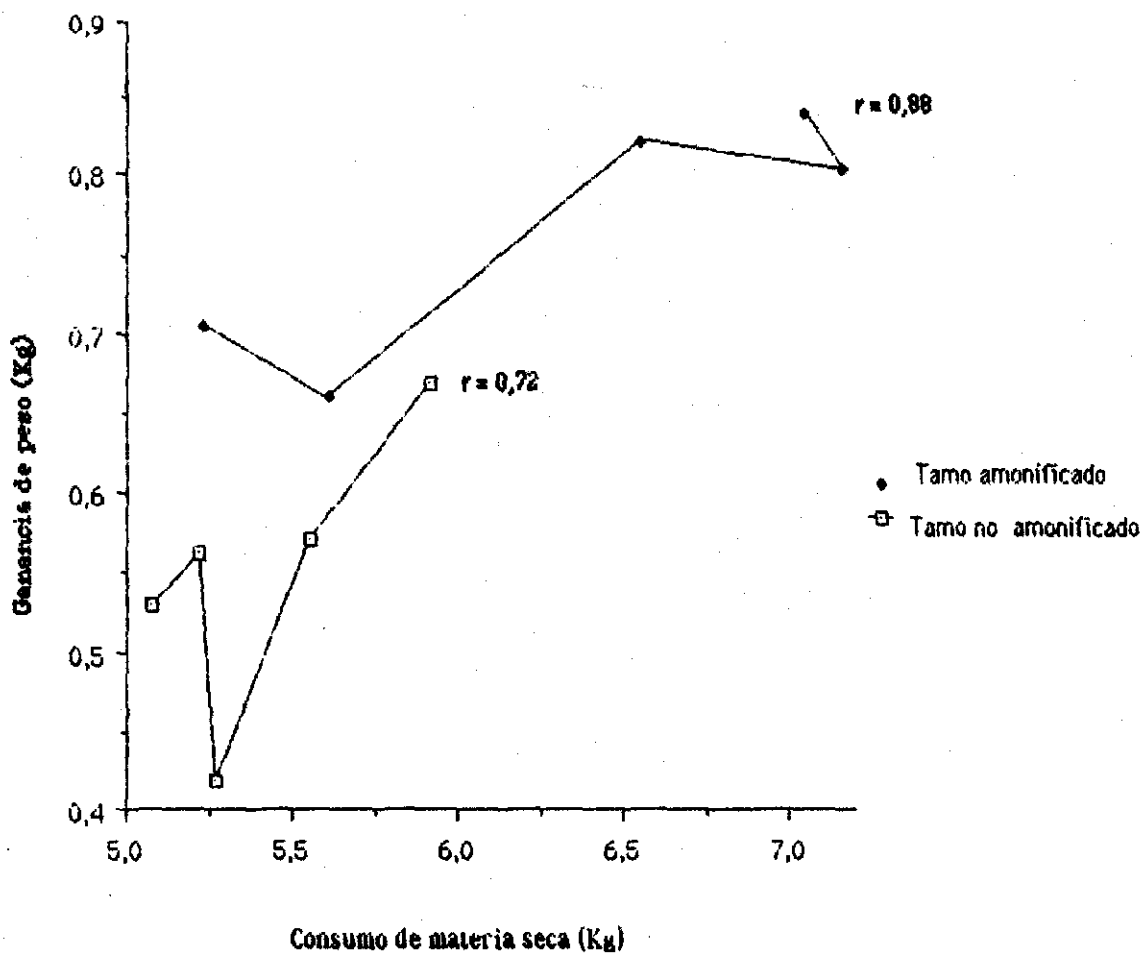


FIGURA 5. Correlación entre consumo de materia seca y ganancia de peso de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y sin amonificar suplementadas con bloque multinutricional.

TABLA 10. Conversión alimenticia (kg de materia seca/kg de incremento de peso) de novillas Holstein alimentadas con feno de trigo sin amonificar y amonificado suplementadas con bloque multinutricional

Réplica	T ₁	T ₂
R1	13.28	8.75
R2	7.40	6.97
R3	8.21	8.74
R4	10.82	8.57
R5	9.84	8.22
R6	10.11	6.17
R7	10.36	9.74
R8	10.32	9.91
\bar{x}	10.04	8.38

Fuente: Esta investigación

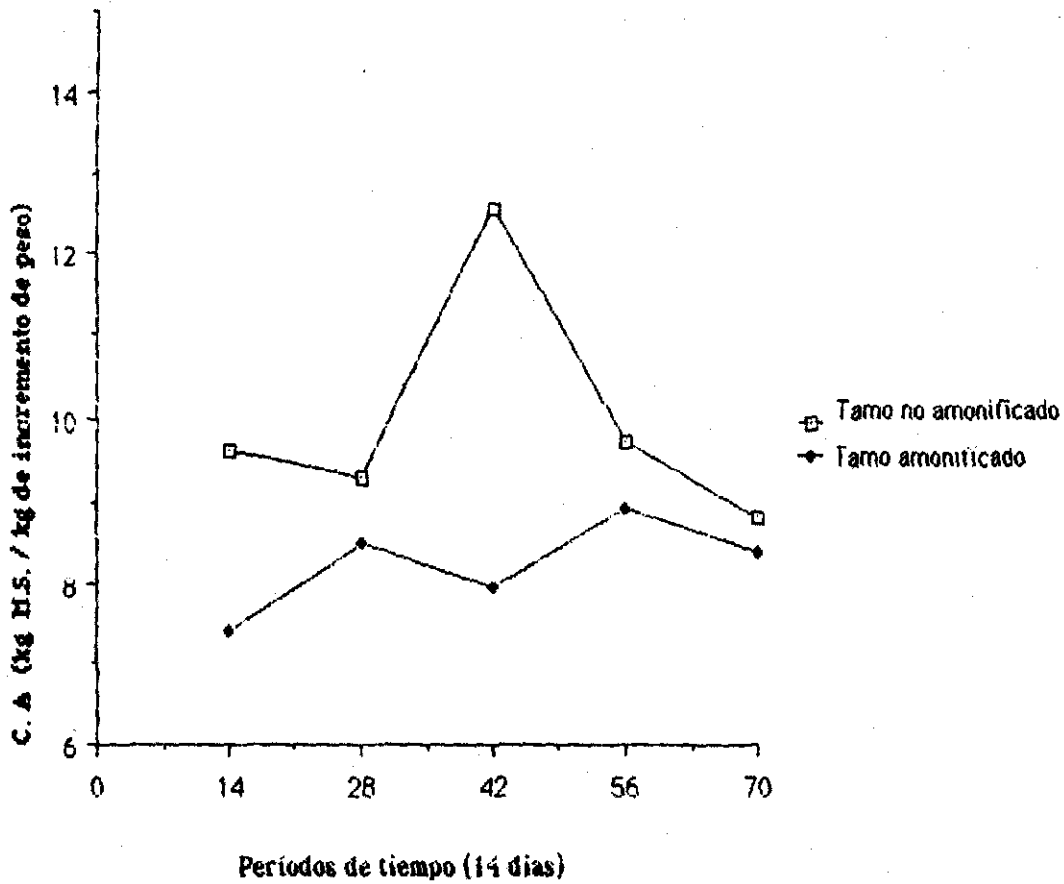


FIGURA 6. Conversión alimenticia (Kg de M.S./Kg de incremento de peso) de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y sin amonificar, suplementadas con bloque multinutricional, en periodos de tiempo cada 14 días.

para incrementar 1 kg de peso vivo en comparación con el tamo amonificado. Estos resultados son inferiores a los encontrados por Amason, 1980, citado por Andersen *et al.* (1987), que comparó tamo de cebada no tratado y tratado con NaOH al 4.3% alimentando novillos que además consumían concentrado y heno de gramíneas. Obtuvo una conversión de 7.28 para el tratamiento con tamo no tratado y de 6.96 para el tamo tratado, encontrando 4.59% más de consumo de materia seca para los animales que consumían tamo sin tratar.

4.5 Análisis económico

4.5.1 Costos de alimentación

En las Tablas 11 y 12 se presentan los costos por kg de tamo amonificado y bloque multinutricional, respectivamente.

El costo por kg de tamo amonificado fue de \$12.75 y el costo por kg de bloque multinutricional elaborado fue de \$188.25.

Para el análisis de esta variable se incluyó como margen de comparación un tercer sistema de alimentación, que es el que actualmente se utilizan en el C. I. Obonuco para el levante de novillas Holstein de reemplazo. Dicho sistema utiliza forrajes, concentrado comercial y sal mineralizada.

El sistema con base en tamo de trigo sin tratar presentó unos costos totales por

Tabla 11. Costos por kg de tamo amonificado utilizado en la alimentación de novillas Holstein, suplementadas con bloque multinutricional.

Detalle	Cantidad (g)	Valor (\$)
Urea	50	8
Frijol	20	4
Mano de obra		0.75
Precio/kg		12.75

Fuente: Esta investigación

TABLA 12. Costos por kg de bloque multinutricional utilizado en la alimentación de novillas Holstein con tamo de trigo amonificado y sin amonificar.

Detalle	Cantidad (g)	Valor (\$)
Urea	150	24
Melaza	300	57
Cal	140	17
Sal mineralizada	170	47
Azufre	10	5
Salvado de maíz	130	13
Harina de alfalfa	100	9
Mano de obra		3.75
Alquiler de maquinaria		12.50
Precio/kg		188.25

Fuente: Esta investigación

alimentación que ascienden a \$ 404,43/animal/día, los cuales se derivan del bloque multinutricional y concentrado comercial. No se tuvo en cuenta costo por el tamo de trigo ya que éste depende de otros factores sujetos a variación tales como: mano de obra utilizada en la recolección y costos de transporte, los cuales están determinados por la distancia del sitio de recolección a la finca.

Los animales alimentados con tamo amonificado generan unos costos de alimentación que equivalen a \$ 471,01/animal/día. Este valor se incrementa con respecto al tratamiento 1 porque entran a participar la mano de obra e insumos utilizados en el proceso de amonificación.

Los costos por alimentación del tercer sistema ascienden a \$ 476.34 /animal/día, los cuales provienen de los costos de producción de forraje, el suministro de sal mineralizada y concentrado comercial.

La comparación entre los tres sistemas de alimentación, periodo de 70 días, se visualiza en la figura 7. El costo de alimentación para novillas alimentadas con tamo de trigo, durante 70 días fue de \$ 28310, alimentadas con tamo amonificado fue de \$ 32971 y el del sistema de forrajes C. I. Obonuco fue de \$33344.

Se realizó un análisis económico mediante la técnica de presupuestos parciales (Layard, 1978), (Tabla 13) comparando los tres sistemas de alimentación mencionados, con base en los potenciales de producción (ganancia de peso).

TABLA 13. Análisis de presupuestos parciales (\$/animal/día), de novillas Holstein comparando los tratamientos experimentales con el sistema utilizado en el C. I. Obonuco, 1993

DETALLE	T ₁	T ₂	Sistema C. I. Obonuco
INGRESOS:			
Producción bruta (kg/día)*	0.550	0.766	0.650
Ingreso total (\$/día)	415.47	578.64	491.01
COSTOS INVOLUCRADOS:			
Tamo (\$/animal/día)	---	74.33	---
Bloque (\$/animal/día)	48.43	40.68	---
Concentrado comercial	356	356	356
Farraje	----	----	97.8
Sal mineralizada	----	----	22.54
Total costos involucrados	404.43	471.01	476.34
BENEFICIO PARCIAL (\$/animal/día)**	11.04	107.63	14.67
PORCENTAJE DEL COSTO TOTAL***	2.73	22.85	3.08

* 1 kg de peso vivo es igual \$ 755.40 (tierras y ganados, 1993)

** Beneficio parcial = ingreso total - costos totales

*** Porcentaje del costo total = (beneficio parcial/costos totales) x 100

Fuente: Esta investigación

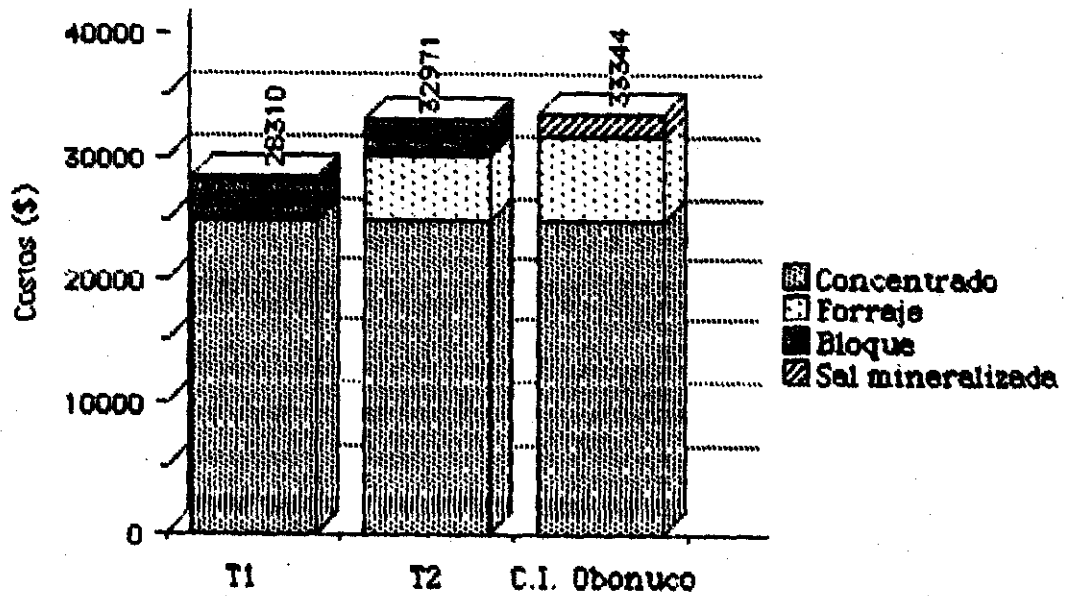


FIGURA 7. Costos de alimentación (\$/animal/70 días) comparando los dos tratamientos experimentales con el sistema utilizado en el C.I. Obonuco.

En la Tabla 13 se presentan los costos de alimentación (\$/animal/día) de los tratamientos y el sistema de alimentación C. I. Obonuco. Para los ingresos se tuvo en cuenta el precio por kg de peso vivo (precio de ferias) y no el precio de fomento de las novillas por estar sujeto a variaciones como es la calidad genética de los animales.

Se observó un beneficio parcial de 107.63 \$/animal/día para el sistema de alimentación que utilizó tamo amonificado, seguido de 14.67 \$/animal/día del sistema tradicional C. I. Obonuco y finalmente 11.04 \$/animal/día para el del tamo sin amonificar. Así mismo el porcentaje de costo total fue de 22.8 para el tratamiento 2 (amonificado), 3.08 para el tradicional C. I. Obonuco y de 2.73 para el T1. Esto indica que a pesar de una mayor inversión en los costos variables al emplear la técnica de amonificación con úrea sobre el tamo de trigo, se obtiene una mayor rentabilidad que cuando se emplea tamo de trigo sin tratar.

4.5.2 Costos de producción

Para una mejor interpretación de los costos en que incurren los sistemas de alimentación, se los relacionó con la respuesta animal. Para esto se introdujeron dos nuevas variables que son la producción de 100 kg de novillas y el tiempo que se requiere en el proceso productivo para cada sistema (Tabla 14, Figura 8).

Se observó que el costo de producción de 100 kg de novilla para el tratamiento 2 (tamo amonificado) fue de \$ 61489, seguido en orden ascendente por \$ 73283 para el sistema

TABLA 14. Costos de producción de 100 kg de peso vivo en novillas Holstein comparando los dos tratamientos experimentales con el sistema de alimentación utilizado en el C. I. Obonuco

DETALLE	T ₁	T ₂	Sistema C. I. Obonuco
Costos de alimentación			
(\$/animal/día)	404.43	471.01	476.34
Incremento de peso diario (g)	550	766	650
Costos/100 kg de incremento de peso (\$)	73.532,73	61.489,56	73.283,08
Tiempo para producir 100 kg de peso vivo (día)	181.82	130.55	153.84

Fuente: Esta investigación

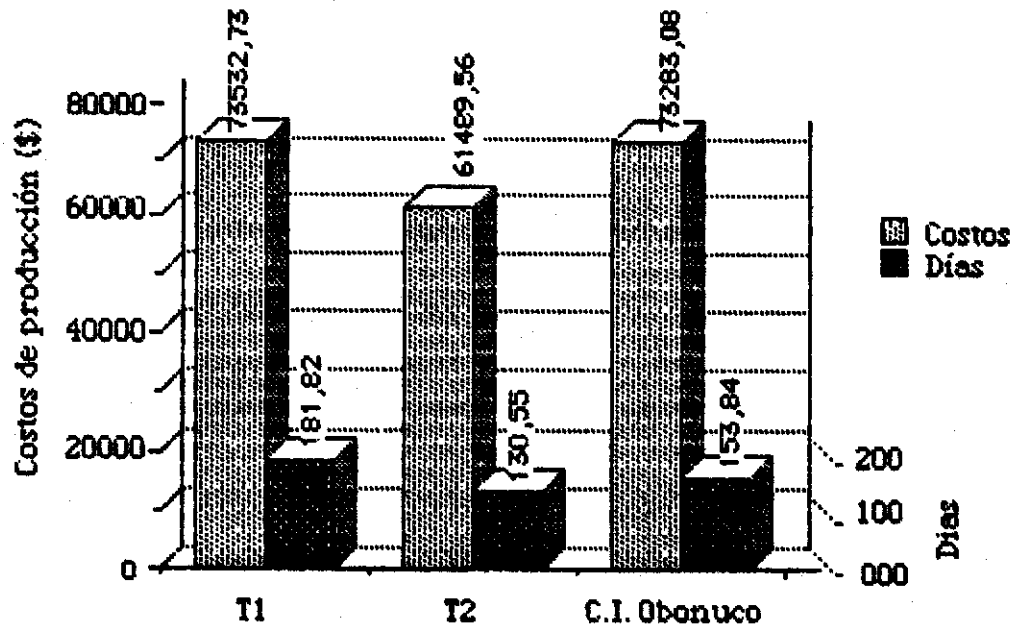


FIGURA 8. Costos y tiempo de producción de 100 Kg de peso vivo en novillas Holstein comparando los dos tratamientos experimentales con el sistema de alimentación utilizado en el C.I. Obonuco 1993.

tradicional C. I. Obonuco y \$ 73533 para el sistema donde se utilizó tamo sin tratar. Los costos de producción de 100 kg de novilla disminuyen en \$ 12043 cuando se utiliza tamo amonificado en comparación al sistema con base en tamo no tratado.

El tiempo de producción de 100 kg de novilla para el sistema con tamo amonificado fue de 130 días, de 154 días para el sistema tradicional C. I. Obonuco y de 182 días para el sistema con base en tamo sin tratar. Se observó un ahorro de tiempo en el proceso, de 51 días con respecto al tratamiento 1 y 23 días con respecto al sistema que utiliza el C. I. Obonuco.

Con base en este análisis, uniendo estos dos factores, costos de producción y tiempo de producción, es posible deducir que se presenta una mayor eficiencia en el proceso productivo con una mayor rotación de capital en el sistema que utilizó tamo de trigo amonificado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.1.1 El tratamiento de tamo de trigo con 5% de úrea incrementa la cantidad de nitrógeno, reduce la cantidad de fibra en detergente ácido (FDA) y aumenta la digestibilidad de la materia orgánica.

5.1.2 En términos de respuesta animal se observó un mayor consumo de materia seca, incremento de peso y mejor conversión alimenticia por efecto del tratamiento del tamo de trigo con úrea.

5.1.3 El papel del bloque multinutricional como fuente de nitrógeno y minerales es importante como suplemento dentro de los dos tratamientos, teniendo en cuenta que el tamo de trigo es deficiente en estos nutrientes.

5.1.4 En la dieta de novillas de reemplazo, donde únicamente se tiene en cuenta las ganancias de peso deseadas, la alimentación con tamo de trigo amonificado con 5% de úrea es una alternativa de alimentación económicamente factible.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Estudiar el efecto de la amonificación sobre los componentes específicos de la pared

celular del tamo.

5.2.2 Realizar investigaciones que permitan la medición del valor del nitrógeno ligado al tamo amonificado, así como la digestibilidad, considerando las implicaciones metabólicas dentro del animal.

5.2.3 Desarrollar estudios en otras fases de producción, en bovinos alimentados con tamo amonificado y suplementados con diferentes fuentes y niveles de energía y proteína.

5.2.4 Medir el efecto de la amonificación a través de la degradación ruminal y digestibilidad in vivo utilizando otros materiales fibrosos que se produzcan en la zona.

5.2.5 Realizar trabajos que permitan estimular la eficiencia en el aprovechamiento animal de recursos agrícolas fibrosos para reducir costos de producción.

5.2.6 Trabajar con diferentes niveles de urea y tiempos de tratamiento.

VI. RESUMEN

La presente investigación tuvo una duración de 85 días, de los cuales 15 días fueron de acostumbramiento y 70 días para la toma de datos e información, se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones El Obonuco del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), localizado en el corregimiento de Obonuco, municipio de San Juan de Pasto, ubicado a una altura de 2710 m.s.n.m., con precipitación pluvial promedio anual de 848 mm, temperatura media de 13°C y zona de vida bosque seco montano bajo.

El objetivo general fue medir el comportamiento productivo de novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo amonificado y suplementado con bloque multinutricional.

Se utilizó un diseño completamente aleatorio comprendido por dos tratamientos y ocho réplicas por tratamiento, tomando el peso inicial como covariable y efectuando prueba de *t* para las variables evaluadas.

Los tratamientos fueron dos tipos de dietas:

Tratamiento 1: tamo de trigo más bloque multinutricional a voluntad (T₁)

Tratamiento 2: tamo de trigo amonificado con 5% de urea y 2% de frijol + bloque multinutricional a voluntad (T₂).

Se suministraron además 2 kg de concentrado/animal/día, en los dos tratamientos.

Las novillas iniciaron con un peso promedio de 185 ± 32 kg y una edad promedio de 284 ± 66 días. Por medio de registros diarios se obtuvieron las variables consumo de tamo, consumo de bloque, consumo de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia. En análisis de laboratorio, realizados al final de la investigación, se obtuvieron aumentos del 142% en el contenido de nitrógeno del tamo tratado con urea por efecto de la amonificación, disminución de 7.54 unidades porcentuales en la fibra en detergente ácido e incremento de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y orgánica del tamo tratado con relación al no tratado.

El análisis de covarianza demostró la no influencia del peso inicial de los animales, en las variables evaluadas por lo que se procedió a efectuar la prueba de t convencional. La prueba de t determinó diferencias altamente significativas entre tratamientos (T₁ Vs T₂) para el consumo de tamo, con un consumo promedio diario de 2.41 kg de tamo amonificado/100 kg de peso vivo y 1.76 kg de tamo/100 kg de peso vivo para el T₁. No hubo diferencias estadísticas para el consumo de bloque multinutricional, se encontraron consumos promedios diarios de 124.36 g/100 kg de peso vivo para el T₁ y 109 g/100 kg de peso vivo para el T₂. Se observaron diferencias altamente significativas para consumo de materia seca (T₁ Vs T₂), incrementándose en 24.63% el consumo de materia seca por efecto de la amonificación. Igualmente se presentaron diferencias altamente significativas para ganancia de peso (T₁ Vs T₂); la ganancia de peso fue de 766 g/animal/día para el T₂ con una diferencia de 216 g con relación a T₁. Para conversión alimenticia se encontraron diferencias significativas (10.04 Kg M. S./100 Kg de incremento de peso para T₁ Vs 8.38 Kg de M. S./ Kg de

incremento de peso para T2).

El análisis económico realizado con base en el potencial de producción (ganancia de peso), por medio de la relación beneficio/costo, mostró que la amonificación de tamo de trigo con 5% de úrea, es mejor como alternativa de alimentación para bovinos, que el suministro de tamo no tratado.

En conclusión la inclusión de tamo de trigo amonificado con 5% de úrea en la dieta, es una alternativa biológica y económicamente factible para la alimentación de novillas.

VII. BIBLIOGRAFIA

ANDERSEN, P. *et al.* The use of treated straw for feeding dairy cattle in Scandinavia. *In* Evaluation of straws in ruminant feeding (Edited by M. Chenost and P. Reiniger). London and New York. Elsevier applied science, 1987. pp. 86 - 97.

ANDRIEU, J. y DEMARQUILLY, C. *In* Les fourrages secs, récolts, traitement, utilization. (C. Demarquilly ed.). Paris, France. INRA, 1985. 689 p.

APRAEZ, E. Análisis químico de alimentos. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1992. 175 p.

BATH, D., *et al.* Ganado Lechero. México, Interamericana, 1987. 527 p.

BECERRA, J. El Uso de Bloques de Melaza-Urea Para la Suplementación de bovinos alimentados a base de rastrojo de maíz. Tesis M. Sc. Mérida, Yucatán, México, Universidad Autónoma de Yucatán, 1988. 83 p.

_____ y DAVID, A. Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques de úrea-melaza. LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT 2 (2): 8-14. 1990.

_____. Variación del peso vivo y la producción láctea de vacas mestizas (Bos Taurus x Bos Indicus) suplementadas con bloques de úrea-melaza durante la estación lluviosa.

LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT 3 (2): 8-12. 1991.

BORHAM, B. E. A. y JOHNSEN, F. Digestion and duodenal flow of ammonia treated straw and sodium hydroxide-treated straw supplemented with urea, soybean meal, or fish viscera silage. *Acta Agriculturae Scandinavica (Suecia)* 31:245-250. 1981.

CHENOST, M. In Les fourrages secs, récolts, traitement, utilization. (C. Demarquilly ed.). Paris, France. INRA, 1985. pp. 183 - 198.

_____ y DULPHY, J. In Les fourrages secs, récolts, traitement, utilization. (C. Demarquilly ed.). Paris, France. INRA, 1985. 689 p.

COTTYN, B., DE BOEVER, J. y VANACKER, J. In vivo digestibility measurement of straws In Evaluation of straws in ruminant feeding. (Edited by M. Chenost and P. Rainiger.) London and New York, Elsevier applied Science, 1987. pp. 36 - 46.

DIAZ, T.A., et al. Comportamiento de Novillas en Pastoreo Suplementadas con bloque multinutricional. *Producción Animal (Cuba)* 6 (1): 2-6. 1991.

DULPHY, J. et al. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In Digest. and Met. in Ruminants. Lancaster, MTP Press, 1982. p. 103.

DURAND, M. Conditions for optimizing cellulolytic activity in the rumen. *In* Evaluation of straws in Ruminant feeding (Edited by M. Chenost and P. Reiniger). London and New York. Elsevier applied Science, 1987. pp. 3 - 19.

GIRARD, J y LAROCHE, J. P. Essai de determination de la valeur alimentaire de la paille traitée á l'ammoniac. Effet de traitement en four ou en meule. *In* Mémoire de fin d'études d'Ingénieur des techniques agricoles. Francia, ENSSAAD, 1983. 97 p.

GOINGS, R. y BERNETT, R. Alimentando a vaquillas lecheras de un año. Lechero Latino. (U. S. A.). Verano, 1993: 30 - 34. 1993.

HVELPLUND, T. The influence of diet nitrogen and amino acid content of mixed rumen bacteria. *Acta Agriculturae (Scandinavia)*. 36:325-331. 1986.

_____ y PFEFFER, E. Nitrogen value of straws. *In* Evaluation of straws in ruminant feeding. Edited by M. Chenost and P. Reinger. London and New York, Elsevier Applied Science, 1987. pp. 76 - 78.

KERNAN, J. A. et al. Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous amonia. *Journal of Animal Science (Canada)*. 59:511-517. 1979.

KIFLEWAHID, B., POTTS, G. y DRISDALE, R. Product Utilization For Animal Production. Ottawa, Canadá, 1982. 158 p.

- KLEE, G. y GONZALEZ, J. Suplementación protéica y energética de raciones de novillos, basado en paja de trigo tratada con amonio anhidro y sin tratar. *Agricultura Técnica (Chile)* 49 (4): 314-322. 1989.
- LAREDO, W. A., et al. Avances en Nutrición Animal. ICA (Colombia), 1989.
- LAYARD, R. Análisis costo-beneficio. México, Fondo de Cultura Económica, 1976. 478 p.
- MEDRANO, J. Subproductos agrícolas y su Utilización en Sistemas Integrados de Producción. *In* Curso Alternativas no tradicionales para alimentación de rumiantes. Memorias. Pasto, Colombia, ICA, 1992. 39 p.
- MORRISON, F. B. Compendio de alimentación de ganado. Trad. José de la Loma. México, Uteha, 1976. 721 p.
- N. R. C. Nutrient requirements of Dairy Cattle. National Research Council. Washington, D. C., U. S. A., National Academy of Sciences, 1989. 76 p.
- O'DONOVAN, P. B. Untreated straw as a livestock feed. *Nutrition Abstracts and reviews*. 53 (7): 441-455. 1983.
- ORSKOV, E. R., KAY, M. y REID, G. Prediction of intake of straw and performance by cattle from chemical analysis, biological measurements and degradation characteristics. *In*

Evaluation of straws in ruminant feeding (Edited by M. Chenost and P. Reiniger).
London and New York, Elsevier Applied Science, 1987. p. 158.

_____ y GRUBB, D. Validation of new systems for protein evaluation in ruminants
by testing the effect of urea supplementation on intake and digestibility of straw with or
without sodium hydroxide treatment. *Journal Agriculture Science (Cambridge)*.
91:483-486. 1978.

PEREZ, M. Manual sobre ganado productor de leche. México, Diana, 1982. 800 p.

PEZO, D. Bases conceptuales de la alimentación del ganado en el trópico. *Carta Ganadera*
(Colombia) 30(8): 4-11. 1993.

PRESTON, T. R. y LENG, R. A. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos
disponibles; aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de
rumiantes en el trópico. Zed. Cali, Colombia, Conarit Ltda, 1989. 312 p.

PULIDO, J. Efecto de la amonificación con urea sobre el valor nutritivo y parámetros de
digestión ruminal de la paja de Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Tesis M. Sc. Turrialba,
Costa Rica, CATIE, 1990. 130 p.

_____ . Valor nutritivo de las pajas para alimentación de rumiantes. *In* Curso
Alternativas no tradicionales para alimentación de rumiantes. Memorias. Pasto,

- Colombia, ICA, 1992. 55 p.
- RIYERA, J. C. Curso de producción de leche. Pasto, Facultad de Zootecnia. Universidad de Nariño, 1993. pp. 84 - 85.
- ROMALHO, R., COTTYN, B. y CHENOST, M. Intake and digestibility. In Evaluation of straws in Ruminant feeding. Edited by M. Chenost and P. Reiniger. London and New York, Elsevier Applied Science, 1987. pp. 75 - 76.
- RRI. First report. Edimburgh (United Kingdom), DAFS, 1984.
- RUIZ, M. E., THIAGO, L. y COSTA, F. Alimentação de novilhos na entressafra: Principios e exemplos. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de ganado de corde. Documento, 1984.
- SAADULLAH, M., HAQUE, M. y DOLBERG, F. Effectiveness of ammonification through urea in improving the feeding value of rice straw in ruminants. Tropical Animal Production (R. D.). 6:30-36. 1981.
- SANSOUCY, R. Los bloques de melaza/urea como suplemento multinutriente para rumiantes. Documento presentado al Taller Internacional de la Fundación Internacional para la ciencia sobre melaza como recurso alimenticio para producción animal. Universidad de Carraquey-Cuba, 1987. 16 p.

_____ y AARTS, G. Molasses-urea blocks as multivitamin supplement for ruminants in various conditions. Expert consultation on sugar cane as feed. Santo Domingo, Dominican Republic, FAO, Mimeog, 1986. 17 p.

SAUVANT, D. y GIGER, S. Straw digestibility calculation and digestive interactions. In Evaluation of straws in ruminant feeding (Edited by M. Chenost and P. Reiniger). London and New York, Elsevier Applied Science, 1987. pp. 47 - 61.

_____ y SUNDSTOL, F. Assessing digestibility and net energy value of straw within the total diet. In Evaluation of straws in ruminant feeding (Edited by M. Chenost and P. Reiniger). London and New York, Elsevier Applied Science, 1987. pp. 47 - 61.

SOLAIMAN, S., HORN, G. y OWENS, F. Ammonium hydroxide treatment of wheat straw. Journal of Animal Science. (EE. UU.). 49:802-806. 1979.

STEEL, R. y TORRIE, J. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. Ricardo Martínez. México, McGraw-Hill, 1992. 622 p.

SUNDSTOL, F. Improvement of poor quality forages and roughages. In Orskov, E. World animal science. Amsterdam, Holanda, Elsevier, 1988. pp. 257 - 273.

- _____ y COXWORTH, E. Amonia treatment. In Straw and other fibrous by products as feed. (Editors: F. Sundstol and E. Owen). Elsevier: Amsterdam, Holanda, 1984. pp. 197-247.
- THEANDER, O. y AMAN, P. Anatomical and chemical characteristics. In Sundstol, F. and Coxworth, E. Straw and other fibrous by product as feed. Amsterdam, Holanda, Elsevier, 1984. pp. 45-78.
- TIERRAS Y GANADOS. El Tiempo, Bogotá, oct. 23, 1993. 14 B.
- TULLY, J. La grasa de paso le ayuda a las vacas a producir y reproducirse. Lechero Latino (USA) Verano 1993: p. 18. 1993.
- VAN DER MEER, J. M. Physical methods in the study of cell wall structures and cell wall degradation. In Evaluation of straws in ruminant feeding. (Edited by M. Chenost and P. Reiniger). London and New York, Elsevier Applied Science, 1987. pp. 108 - 123.
- VIVEROS, M. Estructura lógica el trabajo científico y redacción de referencias bibliográficas. Pasto, Colombia, Universidad de Nariffo, Facultad de Zootecnia, 1990. 102 p.
- ZAPATA, J. Alimentación de bovinos con subproductos agrícolas. ICA (Colombia) 4 (2): 28 p. 1988.

_____ Efecto de fuentes de nitrógeno y carbohidratos sobre la digestión in vitro de
residuos agrícolas. Revista ICA (Colombia) 24 (2): 146 - 152. 1989.

APENDICE

TABLA 1. Análisis bromatológico del tamo de trigo sin amonificar y amonificado con 5% de úrea (cantidades ofrecidas y rechazadas)

Componente	Tamo sin tratar		Tamo Amonificado	
	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado
M. S.	95.51 ± 0.34	91.66 ± 0.05	91.39 ± 0.12	91.16 ± 0.38
M. O.	90.24 ± 0.00	90.79 ± 0.04	91.34 ± 0.15	92.08 ± 0.21
Ceniza	9.76 ± 0.00	9.21 ± 0.04	8.66 ± 0.15	7.92 ± 0.21
N total	0.95 ± 0.09	0.85 ± 0.03	2.57 ± 0.05	1.78 ± 0.00
E. Q. Protéico	5.94 ± 0.09	5.31 ± 0.19	16.06 ± 0.05	11.13 ± 0.00
FDN	80.87 ± 0.79	82.92 ± 0.47	77.50 ± 0.62	79.32 ± 1.38
FDA	51.18 ± 0.37	58.31 ± 0.09	44.13 ± 0.82	50.29 ± 0.06
DIYMS	45.64 ± 1.46	36.90 ± 1.28	56.25 ± 1.62	51.35 ± 2.45
DIYMD	47.63 ± 0.11	38.03 ± 0.76	57.93 ± 1.32	52.95 ± 3.69

Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Zootecnia, Universidad de Mariño, San Juan de Paslo, 1993

TABLA 2. Análisis de covarianza y prueba de t para consumo de tamo de trigo sin amonificar y amonificado en novillas Holstein.

Fuente	Sumas de productos			y,y	g.l.	$\Sigma (y, y)^2$	CM	F
	gl	x,x	x,y					
Total	15	15.546,94	-144,32	3,61				
Tratamientos	7	9.497,44	-56,10	0,51				
Error	7	6.049,50	-88,22	3,10	6	1,81	0,3	
tret. + error	14	15.546,94	144,32	3,61	13	2,27		
Treatam. Ajust.					7	0,46	0,07	0,22 N.S.

Prueba de t

$$t = Y1 - Y2 / SY1 - Y2 = 6.31^{**}$$

Intervalo de confianza al 95% = 0.82 ± 0.28

Intervalo de confianza al 99% = 0.82 ± 0.39

**** Diferencias estadísticas altamente significativas**

NS No significativo

Fuente: Esta investigación

TABLA 3. Análisis de covarianza y prueba de t para consumo de bloque multinutricional en novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado

Fuente	Sumas de productos			y.y	g.l.	$\Sigma (y, y)^2$	CM	F
	gl	x, x	x, y					
Total	15	15.546,94	-14.562,04	34.646,35				
Tratamientos	7	9.497,44	-8.360,92	17.319,04				
Error	7	6.049,50	-6.201,22	17.327,31	6	10970	1828	
trat. + error	14	15.546,94	-14.562,04	34.646,35	13	21006		
Tratam. Ajust.					7	10036	1433	0,78 N.S.

Prueba de t

$$t = Y1 - Y2 / SY1 - Y2 = 0,44 \text{ N.S.}$$

NS: No significativo

Fuente: Esta investigación

TABLA 4. Análisis de covarianza y prueba de t para consumo de materia seca en novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado

Fuente	Sumas de productos			y,y	g.l.	$\Sigma (y, y)^2$	CM	F
	gl	x, x	x, y					
Total	15	15.546,94	-230,00	5,03				
Tratamientos	7	9.497,44	-109,67	1,40				
Error	7	6.049,50	-120,33	3,63	6	1,24	0,21	
treat. + error	14	15.546,94	-230,00	5,03	13	1,63		
Tratam. Ajust.					7	0,39	0,06	0,28 N.S.

Prueba de t

$$t = Y_1 - Y_2 / SY_1 - Y_2 = 4,44 **$$

Intervalo de confianza al 95% = 0.8 ± 0.45

Intervalo de confianza al 99% = 0.8 ± 0.63

** Diferencias estadísticas altamente significativas

NS No significativo

Fuente: Esta investigación

TABLA 5. Materias primas y aportes nutricionales de las dietas experimentales

Materia prima	Consumo Kg M. S.	Eq. protéico gramos	E. Met. (Mcal)	Consumo Kg M.S.	Eq. protéico gramos	E. Met (Mcal)
Concentrado	1,74	278,4	6,13	1,74	278,4	6,13
Bloque	0,213	102	---	179	85	---
Tamo de trigo	3,47	210	5,24	---	---	---
Tamo de trigo amonificado				4,4	750	8,6
Totales	5,42	590,4	11,37	6,32	1113,4	14,73
Requerimientos*	5,2	620	13,01	5,2	620	13,01

* Requerimientos nutricionales para novillas en crecimiento con un peso promedio de 700 g. (NRC/1989)

Fuente : Esta Investigación.

TABLA 6. Análisis de covarianza y prueba de t para incrementos de peso en novillas Holstein alimentadas con tamo de trigo sin aminorar y aminorado

Fuente	Sumas de productos			V.V	g.l.	$\Sigma (y, y)^2$	CM	F
	gl	x, x	x, y					
Total	15	15.546,94	-2.687,06	1.494,94				
Tratamientos	7	9.497,44	-1.125,50	286,44				
Error	7	6.049,50	-1.561,56	1.206,50	6	802,91	133,82	
tret. + error	14	15.546,94	-2.687,06	1.494,94	13	1030		
Tratam. Ajust.					7	227,09	32,44	0,24 N.S.

Prueba de t

$$t = Y_1 - Y_2 / SY_1 - Y_2 = 4,70^{**}$$

Intervalo de confianza al 95% = 15.13 ± 6.91

Intervalo de confianza al 99% = 15.13 ± 9.59

**** Diferencias estadísticas altamente significativas**

NS No significativo

Fuente: Esta investigación

TABLA 7. Análisis de covarianza y prueba de t para conversión alimenticia en novillas Holstein, alimentadas con tamo de trigo sin amonificar y amonificado

Fuente	Sumas de productos			v,u	q.l.	$\Sigma (v, u)^2$	CM	F
	q)	x, x	x, y					
Total	15	15.546,94	676,74	43,83				
Tratamientos	7	9.497,44	401,33	21,63				
Error	7	6.049,50	275,41	22,20	6	9,66	1,6	
trat. + error	14	15.546,94	676,74	43,83	13	14,37		
Tratam. Ajust.					7	4,71	0,67	0,42 N.S.

$$t = Y_1 - Y_2 / SY_1 - Y_2 = 2.155^*$$

Intervalo de confianza al 95% = 1.66 ± 1.65

Intervalo de confianza al 99% = 1.66 ± 2.29

* Diferencias estadísticas significativas

NS No significativo

Fuente: Esta investigación