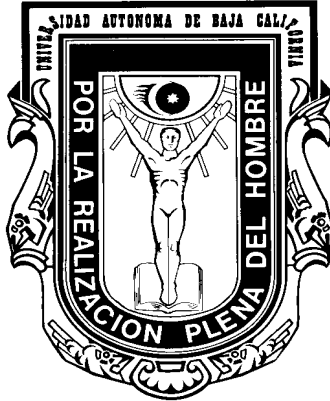


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
MAESTRIA EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL



VALOR ALIMENTICIO COMPARATIVO DEL FORRAJE DE TRIGO
PARA ALTA PRODUCCION DE GRANO OFRECIDO A NOVILLOS
HOLSTEIN

PRESENTA
MARIO ALEJANDRO MEJIA DELGADILLO

ASESOR:
Dr. ENRIQUE G. ÁLVAREZ ALMORA

MEXICALI, B. C. NOVIEMBRE DEL 2007

La presente tesis titulada “**valor alimenticio comparativo del forraje de trigo para alta producción de grano ofrecido a novillos Holstein**”, realizada por el **C. Mario Alejandro Mejía Delgadillo**; fue dirigida y asesorada por el **Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora**, siendo aceptada, revisada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION ANIMAL

Consejo Particular

PRESIDENTE

Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora

SINODAL

M.C Juan Rodríguez García

SINODAL

Dr. Juan Francisco Ponce Medina

SINODAL

Dr. José Fernando Calderón Cortes

“POR LA REALIZACION PLENA DEL HOMBRE”

Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México; 01 Noviembre del 2007

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Al consejo de Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado con el cual fue posible realizar esta maestría.
- ❖ A la Universidad Autónoma de Baja California, al Instituto de Ciencias Agrícolas por la oportunidad seguir con mi superación personal y académica.
- ❖ A la Universidad Autónoma Chapingo.
- ❖ Al Dr. Enrique Álvarez Almora por ser el director del presente trabajo, por sus enseñanzas y por su amistad.
- ❖ Al Ph.D. German D. Mendoza M. y Familia por su amistad y la oportunidad ofrecida
- ❖ Al M.C. Juan Rodríguez García por su valiosa cooperación en el presente trabajo, por su amistad y ser excelente maestro.
- ❖ A los Drs. Noemí Torrentera, Juan F. Ponce y Miguel Cervantes Ramírez por sus enseñanzas y apoyo brindado durante mi estancia en esta casa de estudios.
- ❖ Al Sr. Andrés Lee por su amistad y apoyo.
- ❖ A las encargadas del laboratorio de nutrición animal Esmeralda Rodríguez y Juanita por su colaboración en los análisis de laboratorio de este experimento, al igual que a Nadia y Sandrita por su apoyo y amistad.
- ❖ A los Sres. Delfino, Juan Topete y muchos más trabajadores del ICA que me brindaron su ayuda y amistad durante mi estancia.
- ❖ A los alumnos, compañeros y amigos, que por mencionar algunos Janer, Paco, Jaime, Lenin, Ulises, Juan A., Rolando, Horacio, Juan Carlos, Rosalba, Cesar, Ramses, Edel, Marcela, Clemente, Rubén, José Gerardo, Sabas, Corpus, entre muchos mas con quienes compartí momentos inolvidables, gracias por ofrecerme su amistad.

DEDICATORIA

A Dios que por brindarme a vida.

A mi papas Apolinar y Cristina por que siempre me han apoyado con mucho cariño para ellos.

A Karla Mayra por ser una estupenda mujer y Hermana.

A mis Hermanitos Cristy y Marcos.

A mis abuelos que siempre me pienso en ellos Alejandrina, Agustín y Maria.

A mis tíos: Agustín, Elsa, Aure, Fran, Geno, Jorge, Estela, Licha,

A mis primos: Licha, Agustín, Silvia, Faby, Moni, Luís Carlos, Luís Alberto, Miriam, Marlem, Víctor, Paty, Marcia, Pancho, Ángel,

A la Familia Silva Mejia

A la Familia Angulo Navarro

A la Familia Cortés Torres

A la Familia Vázquez Rivas

A la Familia González Reyes

A la Familia Montañés Magaña

A mis amigos:

Fabián, Hugo S. Noe, Pecas, Gerardo A., Roy, Héctor Lee, Ricardo, Cuahutemoc, Coss, Mariana, Alexander, Leonardo, Oscar Alberto, Cach, Román y los demás Tlacuaches.

RESUMEN

“Valor alimenticio comparativo del forraje de trigo para alta producción de grano ofrecido a novillos Holstein”

Para comparar el valor alimenticio del forraje del trigo para grano, cosechado en dos estados de crecimiento con dos forrajes henificados típicos de la región, ryegrass anual y alfalfa. Se utilizaron cuatro becerros Holstein (326 ± 20 kg de PV) habilitados con cánulas tipo “T” en rumen y duodeno proximal (6 cm del esfínter pilórico distribuidos en un diseño cuadrado latino 4 x 4. Los tratamientos fueron 1) **RGH**: ryegrass henificado, 2) **T45**: heno de trigo cosechado a los 45 días, **T90**: heno de trigo cosechado a los 90 d de la siembra y 4) **ALF**; heno de alfalfa. El experimento consistió en cuatro periodos de 14 d cada uno. No existió diferencia entre los tratamientos sobre la digestión ruminal de la MO y MS, aunque T45 registró un valor 14% superior al promedio de los demás tratamientos. T45 presento valores mas altos ($P < 0.05$) de digestión ruminal de FDN, a su vez T90 presento la menor digestión en el rumen de FDN. Para la FDN del heno de ryegrass. No existieron diferencias en la digestión para la digestión postruminal para la MO y el N, aun que cuando existieron diferencias entro los tratamientos de 13.6% y 7.3% en MO y N respectivamente. Entonces particularmente se apreciaron dos características, por un lado no se observaron diferencias en la digestión total de MS, MO y FND en los tratamientos RGH, T45 y ALF y por otro lado existió una consistente mayor digestión total de T45 respecto a T90 en todos los componentes analizados. El valor alimenticio del forraje de trigo cosechado a los 45 días fue comparativamente similar o superior a los demás tratamientos, pero el cortado a los 90 días presento la menor digestión ruminal y total de MS, MO y FDN.

Palabras clave: Forraje, Digestión y Trigo.

SUMMARY

“Valor alimenticio comparativo del forraje de trigo para alta producción de grano ofrecido a novillos Holstein”

Four Holstein steers (326±20 BW) were fitted with a simple T-cannula at rumen and proximal duodenum to compare nutritional value of forage of wheat for high grain production harvested in two stages of vegetative growth, with two forage typical of this region: annual ryegrass and alfalfa, distributed in a Latin square design 4 x 4. The treatments were 1) RGH: ryegrass hay, 2) T45: hay wheat harvested within 45 days, T90: hay wheat harvested at 90 d of sowing and 4) ALF; alfalfa hay. The experiment consisted of four periods of 14 d each. There was no difference between treatments on ruminal digestion of the MO and MS, although T45 recorded a value 14% higher than the average of other treatments. T45 presents highest values (P <0.05) ruminal digestion of NDF, in turn presents the lowest T90 digestion in the rumen of FDN. For NDF hay of ryegrass; No differences in digestion for the ruminal digestion for MO and N, even when there were differences in treatments of 13.6% and 7.3% in MO and N respectively. Then particularly appreciated two features on the one hand no differences were seen in total digestion MS, MO and NDF in treatments RGH, T45 and ALF and on the other hand there was a consistently higher total digestion T45. Respect T90 at all components analyzed. The nutritional value of forage wheat harvested at 45 days was comparatively similar or superior to the other treatments, but the cut to 90 days presenting the slightest rumen digestion and total MS, MO and NDF.

Key words: Forage, Digestion and wheat.

CONTENIDO

CONSEJO PARTICULAR	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY	v
CONTENIDO.....	vi
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vii
INTRODUCCION	1
HIPOTESIS	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA.....	30

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO 1	Producción de carne por hectárea y rendimiento de grano de trigo en diferentes especies animal y largo del periodo de pastoreo.	5
CUADRO 2	Cambios en rendimiento de grano y forraje en distintas variedades de trigo.	6
CUADRO 3	Concentración porcentual de nutrientes en diferentes gramíneas.	8
CUADRO 4	Digestibilidad en distintos experimentos realizados con forraje de trigo.	10
CUADRO 5	Composición del heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento y heno de alfalfa ofrecido a novillos Holstein.	14
CUADRO 6	Periodo de recolección de muestras.	16
CUADRO 7	Consumo total de nutrientes por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.	19
CUADRO 8	Flujo total de nutrientes hacia duodeno por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.	20
CUADRO 9	Digestión ruminal, síntesis microbiana y uso del nitrógeno por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.	22
CUADRO 10	Digestión postruminal y total de nutrientes por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.	24
CUADRO 11	Contenido ruminal (CR), sólidos, líquido y FDN en novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.	26
CUADRO 12	Características de la fermentación ruminal por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.	28
FIGURA 1	Rendimiento de materia seca	11

VALOR ALIMENTICIO COMPARATIVO DEL FORRAJE DE TRIGO PARA ALTA PRODUCCION DE GRANO OFRECIDO A NOVILLOS HOLSTEIN

INTRODUCCION

El trigo es el cultivo agrícola de mayor importancia económica en la región del valle de Mexicali, por las casi 91,000 ha sembradas, rendimientos promedio de 6.53 ton/ha (SAGARPA, 2007) y el valor total de su producción, 761.8 millones de pesos en el último ciclo agrícola (CCBRES, 2007). Aunque la mayor parte de la producción de grano se destina a la industria procesadora de harinas, en los últimos años ha crecido su rol como soporte estratégico de la producción de ganado de engorda en la región porque parcialmente la abastece de grano y con mayor frecuencia es utilizada en raciones de finalización la paja de trigo, un subproducto de escaso valor nutritivo. La mayor parte de referencias sobre trigo en pastoreo provienen de las llanuras centrales de Estados Unidos, en donde con alta densidad (90 – 110 kg/ha) se siembra entre Agosto y Septiembre. El primer pastoreo se inicia al final del otoño, 2 a 3 semanas antes de lo usual,. El segundo período de pastoreo del trigo ocurre durante la primavera (Torell *et al.*, 1999).

En algunas regiones la planta de trigo produce excelente calidad y cantidad de forraje durante todo el ciclo de cultivo (Shroyer, 1993). Su contenido de proteína, energía y minerales es adecuado, pero es bajo en fibra (True *et al.*, 2001). En general el pastoreo afecta la madurez, el número de tallos producidos y generalmente madura 14 días más tarde. Existen antecedentes que muestran que a causa del corte intermedio la producción de grano podría disminuir de un 12 hasta 25% (Khalil *et al.*, 2002; Torell *et al.*, 1999), pero estos estudios provienen de condiciones de temporal y escasa fertilización

El objetivo del presente trabajo es comparar el valor alimenticio del forraje de trigo para grano, cosechado en dos estados de crecimiento con dos forrajes henificados típicos de la región, ryegrass anual y alfalfa.

HIPOTESIS

En los forrajes, el estado de madurez influye sobre la proporción de nutrientes. El forraje de trigo al ser cortado en estadios jóvenes de crecimiento, podría presentar similar valor nutritivo al ryegrass anual, pero su calidad disminuiría cuando se corta y henifica durante la etapa de llenado del grano.

REVISION DE LITERATURA

a) Producción mundial de trigo para grano y porcentaje o región en que se utiliza para pastoreo.

El trigo es el primer grano en producción mundial. Es considerado un alimento para consumo humano, aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial (Slafer y Satorro, 1999). Los principales países productores de trigo son Estados Unidos, China, Rusia India, Oeste de Europa, Canadá, Argentina, y Australia. El aumento del rendimiento y de las superficies cultivadas han aumentado la producción de 275 millones de toneladas en 1965 a 628 millones de toneladas en 2004. El trigo es igualmente el primer cereal desde el punto de vista comercial (World Almanac 2006). Pinchak *et al.* (1996) y Epplin *et al.* (2001) estiman que se pastorea del 30 a 80 por ciento del trigo sembrado en la región semiárida del sur de Kansas, Nuevo México, Oklahoma, sureste de Colorado y Texas. En Texas la mayoría de las 300,000 ha de riego en las planicies altas de Texas se pastorean en el otoño e invierno antes de la producción de grano (Shibley y Regier., 1972; Winter y Thompson 1987)

b) Sistemas de cosecha o pastoreo en que es utilizado el trigo como recurso forrajero.

El trigo es una fuente de forraje alto en proteína, energía, y minerales y bajo en fibra. Típicamente está disponible en otoño tardío, a lo largo del invierno, y a principios de la primavera, cuando otras fuentes de forraje son de menor calidad. En términos de proteína cruda y digestibilidad, el forraje de trigo de otoño–invierno es casi comparable con alfalfa (Hossain *et al.*, 2003). En Oklahoma, el trigo de invierno está disponible para pastoreo desde finales de noviembre hasta el desarrollo del primer tallo hueco, a principios de marzo. Si el ganado se retira antes del desarrollo de primer tallo hueco, el trigo madurará y producirá una aceptable cosecha de grano durante junio. (True *et al.*, 2001). Por esta razón el

trigo doble propósito se siembra de 30 a 45 días antes de la siembra óptima para tener mayor posibilidad de producir forraje a finales del otoño (Petr y Draughtrey., 1978). Regularmente a una densidad de 90 a 110 kg/ha (Torell *et al.*, 1999). Con un sistema similar, pero en una amplia región de la pampa en Argentina, el pastoreo de trigo provee de forraje durante los 90 a 120 días en que existe escases de pastura (Arzadun *et al.*, 2003). En el norte de México se han realizado evaluaciones con el objetivo de seleccionar variedades de trigo y triticales para pastoreo y producción de grano (González *et al.*, 2004), pero la mayor parte de referencias sobre trigo doble propósito provienen de las llanuras centrales de Estados Unidos.

A mayores ganancias de peso (kg/ha) o tiempo de pastoreo, la producción de grano se disminuye (Hernández., 1969; Horn *et al.*, 1994; Redmon *et al.*, 1995). Indudablemente el nivel de pérdidas en la producción de grano cuando se pastorea o corta el forraje de trigo estará en función directa de condiciones tan diversas como variedad de la planta, tipo de animales utilizados durante el pastoreo y manejo agronómico antes, durante y después del corte o pastoreo. En el Cuadro 1 se observan algunos de los datos presentados por autores como Pumphrey (1970) que reporto decrementos de 1021 kg/ha y 1104 kg/ha en la producción de grano con el pastoreo de bovinos y ovinos, respectivamente. Khalil *et al.* (2002) y Torell *et al.* (1999) reportan reducciones de 12 al 33% en la producción de grano en las diferentes variedades de trigo probadas.

c) Influencia de la variedad de trigo sobre su rendimiento forrajero, y el Impacto del corte intermedio sobre el rendimiento y calidad del grano.

Debido a que la selección genética en trigo se enfocó a obtener plantas resistentes al acame y enfermedades, la mayor parte de variedades se consideran semi-enanas (Burleigh *et al.*, 1965; Shipley y Regier, 1972), por lo que la producción de biomasa en trigo es regularmente menor al de otros cultivos de cereales. Como se muestra en el Cuadro 2, los estudios para evaluar el comportamiento de la planta de trigo al manejo con pastoreo ha sido enfocado

Cuadro 1. Producción de carne por hectárea y rendimiento de grano de trigo en diferentes especies animal y largo del periodo de pastoreo.

PRODUCCION						
CARNE kg/ha	TRIGO kg/ha	Especie*	Pastoreo, d.	Kg PV/ha	Etapa**	Autor
----	-1021	1	22	---		Pumphrey ,1970
-----	-1104	2	24	---		
194	-1100	1	109	449	30	Khalil <i>et al.</i> , 2002
262	-860	1	118	593		
267	-110	1	122	651		
268	1120	1	21	426	30	Arzadun <i>et al.</i> , 2003
268	1097	1	21	328		
147	1240	1	21	240		

PV= peso vivo

*Bovinos= 1, Ovinos=2.

**Etapa fenológica en la escala de Zadoks (1974).

Cuadro 2. Cambios en rendimiento de grano y forraje en distintas variedades de trigo.

Variedad	Rendimiento		Tipo de pastoreo	Etapa*	Lugar	Autor
	Grano	forraje				
Sturdy-CI 13684	2218				Texas	Dunphy <i>et al.</i> , 1982
	-343	1738	temprano	30		
	-973	2100	medio	32		
Coker 68-15	-1319	2548	tardío	34		
	2896					
	-587	1818	temprano	30		
TAM 105	-950	2056	medio	32		
	-1431	2448	tardío	34		
	4790	0		30	Texas	Winter y Thompson., 1987
TAM W101	0	1410				
	-500	2700				
	-1090	3850				
	-1590	5070				
	-2390	7390				
TAM 105	2670			30	Oklahoma	Chistiansen <i>et al.</i> , 1989
	-420		Ligero			
	-527		pesado			
TAM 105	4790	0		30	Texas	Winter y Thompson., 1990
Newton	4860	0				
Vona	4980	0				
TAM 108	4880	0				
TAM 105	-900	3800				
Newton	-1060	5500				
Vona	-1060	3900				
TAM 108	-850	3500				

*Etapa fenológica en la escala de Zadoks (1974).

a contrastar las pérdidas en producción de grano con la ganancia en kilogramos de carne por hectárea. Dunphy *et al.* (1982) en el Estado de Texas realizó un estudio con pastoreo temprano, medio y tardío en las variedades de trigo Sturdy CI 13684 y la Coker 68-15. Winter y Thompson (1987) en otro estudio en Brushland Texas, utilizaron la variedad TAM 105, para trigo doble propósito. Chirstiansen *et al.* (1989) utilizaron en diferentes temporadas de pastoreo las variedades TAM W-101 en el centro de investigación en forrajes y ganadería cerca de Reno Oklahoma.

En el valle de Mexicali se siembran bajo riego 91,000 ha de trigo (SAGARPA 2007). Las variedades más utilizadas son: Baviacora M92, Rafi, otras escasamente se utilizan son: Oasis 86, Bacanora 92, Seri 82, Pastor, Cumpas 88, Altar 84 y Anchori 89, todas con rendimientos que fluctúan de 4 a 9 ton/ha (Sayre, 2002), aunque en ninguna de ellas se ha evaluado la producción de forraje.

d) Valor alimenticio comparativo del trigo forrajero con otras gramíneas de invierno.

La calidad y la cantidad de forraje son dependientes de la fertilidad y humedad de suelo durante el crecimiento hasta la cosecha. (Rayburn, 1995). La etapa de madurez en la cosecha es uno de los factores más importantes que afectan la calidad de todos los forrajes. Generalmente, más joven sea la planta, más alta es la calidad de forraje (Wichman, 2001)

En el Cuadro 3 se observan los componentes nutricionales de gramíneas como trigo, centeno, cebada, avena y triticale. Aunque los valores provienen de diferentes variedades y condiciones de cultivo, se observa más alta calidad nutricional en el heno de trigo, particularmente en la mayoría de los reportes el corte se realizó antes de la maduración de la planta. En promedio el forraje de trigo registra un menor contenido de fibra detergente neutro respecto a otros forrajes de cereales como avena, cebada, centeno y triticale. Su contenido de FDN es comparable con el heno de ryegrass (Xiong *et al.*, 2006). Lo mismo

Cuadro 3. Concentración porcentual de nutrientes en diferentes gramíneas.

FORRAJE	^a Nutrientes					AUTOR
	FDN	FDA	PC	NDT	NH ₃ -N	
Trigo spelt	45.9	24.3	17.4	69.6	1797	Wichman, 2001
Trigo	47.6	24.6	14.8	69.5	1781	
Trigo	45.4	26.7	22			Cobletz <i>et al.</i> 2004
Trigo	27.5		17.9			Min <i>et al.</i> 2005
Trigo	32.4	20.6	28.1			Lippke <i>et al.</i> 2000
*Trigo	50.7	30.3	11.5			Adesogan <i>et al.</i> 1998
Cebada	56	36	12	64		35 Rayburn, 1995
Avena	59	39	14	61		36
Centeno	58	37	14	63		33
Triticale	57	38	15	62		32
Quackgrass	53.5	27.7	22.2			Schoroeder 1996
Ballico annual			15	60		Hannaway <i>et al.</i> 1999
Ballico annual	44	21	24.4			Xiong <i>et al.</i> 2006

^aNutrientes: FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente acida, PC: proteína cruda, NDT: nutrientes digestibles totales, NH₃-N: nitrógeno amoniacal, MS: materia seca.

*Ensilado.

sucede con la fracción fibra detergente ácido, mientras que en el forraje de trigo el valor esta fluctúa alrededor del 25%, los demás cereales tienen un promedio de 36% de FDA. El promedio del contenido proteico del heno de trigo es de 18.6%, mientras que para el resto de los cereales forrajeros es de 13.8%, esto significa que en promedio se ha documentado 35% mas proteína en el heno de trigo que los otros forrajes cerealeros, aunque su eficiencia de utilización y digestibilidad no son reportadas.

e) Influencia del estado fenológico sobre el valor nutritivo del trigo forrajero.

El valor de un forraje esta en función de su producción de la materia seca y calidad nutricional. En general, conforme la planta crece y se desarrolla la producción total de materia seca aumenta, pero el valor nutritivo disminuye (Schoroeder, 1996). Los estudios de pastoreo continuo del trigo y otros forrajes de temporada fría, muestran como los cambios morfológicos y de calidad ocurren en relación directa con la edad (Cuadro 4); de tal forma que la materia muerta se incrementa, los niveles de PC y digestibilidad in vitro de la MS disminuyen y aumenta la concentración de FDN (Nelson y Moser 1994). Otros factores como la sanidad en el cultivo impactan sobre la concentración de fracciones con diferente grado de solubilidad (Daly *et al.*, 1962).

Como se muestra en la Figura 1, generalmente es aceptado que la cantidad máxima de materia seca digestible producida por hectárea se obtiene antes que la cantidad máxima de materia seca total, de tal manera que la producción máxima de la materia seca digestible se obtiene en la ultima fase del desarrollo vegetativo. Antes del embuche para gramíneas y en el inicio de la floración en leguminosas. Por cada día posterior al punto optimo de madurez, la potencial producción de leche o carne se reduce (Schroeder, 1996).

f) Resultados de digestión y consumo de trigo forrajero por rumiantes en pastoreo.

Cuadro 4. Digestibilidad en distintos experimentos realizados con forraje de trigo.

Animales		Digestibilidad ^c							
Raza	Variante	Sistema	^a E	^b Sup.	MO	FDN	FDA	N	AUTOR
Bovinos	doble propósito	<i>in vitro</i>	V	mineral	88.2	27.5		2.9	Min <i>et al.</i> , 2005
			R		90.2	36.6		2.3	
Cruza Angus	36 irrigado	Pastoreo		M,SA, m	81.3				Lippke <i>et al.</i> , 2000
Bovino		<i>in vitro</i>	V			43.8	28.8	4.5	Min <i>et al.</i> , 2006
			R			46.9	29.5	2.7	
^d AxBrxA	4 cortado masticado	<i>in situ</i>	V		85.4	50.4	31.0	3.2	Coblentz <i>et al.</i> , 2004
		<i>in situ</i>			77.1	45.7	23.9	4.3	
Cruzado ingles	8 irrigado	Pastoreo	V		77.2*		74.4*	79*	Choat <i>et al.</i> , 2003
Ovinos			E		66.0	59.8			Adesogan <i>et al.</i> , 1998

^aEstado fenológico: V: vegetativo, R: reproductivo, E: ensilado.

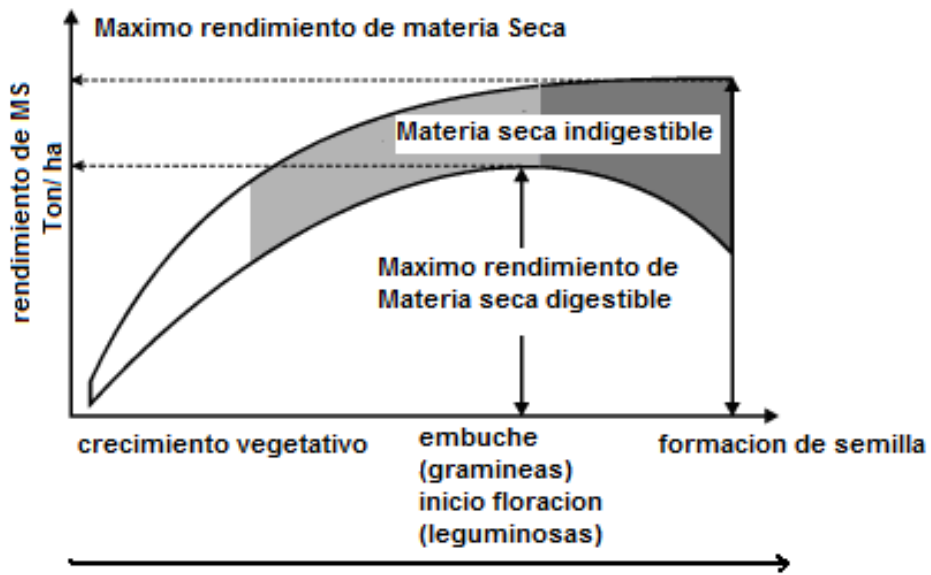
^bSuplemento: M: maíz, SA; semilla algodón, m: melaza.

^cNutrientes: MO: materia orgánica, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente Acida, N: nitrógeno.

^dAngus x Brangus x Angus

*Digestibilidad total del tracto

Figura 1. Rendimiento de materia seca



Los estudios realizados en su mayoría en Reino Unido, Argentina y las planicies centrales de Estados Unidos, son enfocados al pastoreo o el ensilado de la planta completa donde la cosecha de grano viene solo a ser un subproducto del sistema.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente estudio se realizó en la unidad de digestión y metabolismo de rumiantes del Instituto de Ciencias Agrícolas, de la Universidad Autónoma de Baja California, ejido Nuevo León, Valle de Mexicali, B. C. Con ubicación geográfica de 32°24'27.71" Latitud Norte y 115°23'03.68" Longitud Oeste. El clima es desértico, con una temperatura media anual de 22 °C (INEGI, 1993), con Enero como es el mes más frío, con una temperatura media de 13°C y una mínima promedio de -1.66 °C, y Julio el más caliente con una temperatura máxima, mínima y promedio de 45, 20 y 33 °C respectivamente.

Experimento.

Con el objetivo de evaluar el valor alimenticio de forraje de trigo en dos estados de crecimiento, se utilizaron cuatro becerros Holstein (326±20 kg de PV) habilitados con cánulas tipo "T" en rumen y duodeno proximal (6 cm del esfínter pilórico) y distribuidos en un diseño Cuadro latino 4 x 4. Los tratamientos fueron: 1) **RGH**: Ryegrass henificado, 2) **T45**: heno de trigo cosechado a los 45 días de sembrado, 3) **T90** heno de trigo cosechado a 90 d de la siembra y 4) **ALF**: Heno de Alfalfa. La composición bromatológica promedio de los forrajes ofrecidos durante el presente experimento se muestra en el Cuadro 5. Los animales permanecieron en corraletas de 7.6 m² equipadas de bebederos automáticos y comederos individuales de 60 x 40 cm. Cada animal recibió en su ración diaria el 0.3% de su peso vivo como un marcador de la digesta

Cuadro 5. Composición del heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento y heno de alfalfa ofrecido a novillos Holstein.

Variable ^a	Tratamientos			
	RGH	T45	T90	ALF
MS	90.2	94.8	91.9	93.2
Cenizas	13.5	15.7	12.5	12.2
FDN	34.0	35.1	35.7	33.6
PC	19.3	9.2	10.7	15.3
MO	76.7	79.1	78.7	81.0
EB cal/g	3641.0	3697	3699	3903

Variable: MS: materia seca, FDN: fibra detergente neutro, PC: proteína cruda, MO: materia orgánica, EB: energía bruta

Muestreo Antes del inicio de la fase experimental, los animales fueron sometidos a un periodo inicial de adaptación a la dieta y ajuste del nivel de consumo. El experimento consistió de cuatro períodos de 14 d cada uno, en donde los primeros diez fueron de ajuste y los cuatro restantes para recolección de muestras. El período de recolección fue del día 11 al 14, como se observa en el Cuadro 6.

Durante cada muestreo se recolectaron 500 mL de líquido duodenal y aproximadamente 200 g (base seca) de heces. Al final de cada periodo de colección las ocho muestras de cada becerro dentro de cada período se mezclaron, tomándose una alícuota para su posterior análisis. El último día de colección de cada período, cuatro horas postalimentación, se tomó una muestra de líquido ruminal y filtró en cuatro capas de gasa quirúrgica midiéndosele inmediatamente el pH. Para la estimación de Ácidos Grasos Volátiles (AGV) una alícuota de 80 ml de líquido ruminal se mezcló en una proporción 4:1 con una solución 25% de ácido Meta-fosfórico (peso/volumen) y se almacenó a -20 C hasta su análisis.

Análisis de muestras. Las muestras de alimento, duodenales o fecales se sometieron a todos o parte de los siguientes análisis: materia seca (105 °C hasta peso constante), ceniza, N Kjeldhal (AOAC, 2000), fibra detergente ácido neutro (FDN) (Goering y Van Soest, 1970), óxido crómico (Hill y Anderson 1958), purinas como estimadores del N bacterial (Zinn y Owens 1986) y energía bruta (Bomba Calorimétrica Adiabática). Para la determinación de AGV las muestras fueron descongeladas y centrifugadas a 9,000 x g durante 10 minutos, para posteriormente de acuerdo al procedimiento de Hess et al. (2003) determinar AGV mediante un cromatógrafo de gases (XL, Perkin Elmer Instruments; Shelton, CT) equipado con un detector de ionización por flama y columna capilar (Elite-FFAP, Perkin Elmer Instruments, 30 m largo x 0.32 diámetro interior x 0.25µm grosor de cobertura). Similar al procedimiento descrito por Huhtanen y Khalili (1991) para cuantificar el contenido total de líquidos, sólidos y FDN en el rumen, al finalizar el último muestreo de cada período se realizó el vaciado ruminal con una aspiradora convencional seco-líquido de 50.0 L, cuatro horas después de ofrecer el alimento por la mañana. Después de mezclar el contenido

Cuadro 6. Periodo de recolección de muestras.

Muestreo	Día de muestreo			
	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14
Primero	10:30	9:00	7:30	6:00
Segundo	16:30	15:00	13:30	12:00

total extraído del rumen, se tomó una alícuota para estimar la proporción de fibra indigestible e inmediatamente ser regresado a la cavidad ruminal. En promedio el procedimiento completo se realizó en 18 ± 5 minutos por cada animal. Basándose en el modelo de Mertens y Ely (1979) la tasa de pasaje (k_p) de la FDN se calculó de la siguiente manera: $K_p = ((FDNI * (1-DRFDN)) / (S * (RFDN/100)))/24$, donde: FDNI = consumo diario total de FDN, DRFDN = digestibilidad ruminal de FDN (%), S = sólidos en rumen (g), RFDN = FDN en rumen, como porcentaje del total de los sólidos ruminales. La tasa ruminal de digestión de FDN se determinó a partir de la relación: $DRFDN = K_d / (K_d + K_p)$. El modelo de Zinn y Salinas (1999) fue usado para estimar el consumo diario de MS máximo esperado (CMSMX), como una función predecible del peso inicial mermado (PI, kg) o el peso promedio durante el intervalo de interés (Peso, kg), FDN en la dieta (%), eFDN de forraje (FDN efectiva, expresado como porcentaje de FDN en el forraje), y el porcentaje de DRFDN; entonces: $CMSMX, \text{ kg/d} = (0.001 * (0.098 * PI) + 26.24) * (\text{Peso}^{.75}) / (0.01FDN (1 - 0.01DRFDN) / ((0.77 - 0.00386eFDN) * (0.042FDN - 0.037 - 0.00031FDN^2)))$. Con la estimación de purinas como marcador micro vial se calculara la materia orgánica microbiana y N micro vial que llegan a duodeno. La materia orgánica (MO) fermentada en el rumen fue considerada igual a la materia orgánica digerida menos la diferencia entre la cantidad total de materia orgánica que llega al duodeno y la MO Microbiana que también llega hasta el duodeno. El N de escape del alimento que llega al intestino delgado es considerado igual al total de N que llega al abomaso menos N-amoniaco y N micro vial, de esta manera se incluyó cualquier contribución endógena.

Los datos del experimento fueron analizados estadísticamente como un diseño Cuadro latino 4 x 4, utilizando PROC MIXED de SAS (2006). Se utilizó el procedimiento de Tukey para comparar las medias de los tratamientos (Hicks, 1973).

RESULTADOS Y DISCUSION

El consumo diario de nutrientes durante el experimento se presenta en el Cuadro 7. A causa de que el consumo fue restringido, pero no ajustado diariamente por su contenido de MS, existió una diferencia de hasta el 5% en la cantidad total ingerida de MS, MO FDN y N. Comparado con los demás el tratamiento T45 presentó el mayor consumo de MS y FDN, pero los más bajos en MO y N. Es posible que errores directos en el muestro y el procesamiento de las muestras facilitaran esta tendencia, como se observa por la proporción entre el EE y la media en la estimación del consumo total de cada componente. Por lo anterior, previo al análisis estadístico de las variables dependientes primarias, se evaluó la posible influencia del consumo de MS, MO, FDN y N como covariables.

En el Cuadro 8 se presenta el flujo diario total de nutrientes hacia el duodeno. No existió diferencia en el flujo de MS, MO y NM entre ninguno de los tratamientos. Acorde con la mayoría de los experimentos en que se estima el flujo de nutrientes hacia el duodeno, en el presente estudio existió una estrecha relación entre el total consumido de un nutriente y su cantidad total que ingresa al tracto posterior, casi independiente de factores como el nivel de consumo, estado de maduración de la planta o tipo de animal que informan otros autores. Sin embargo en el presente experimento la mayor variación con el flujo hacia duodeno entre tratamientos ocurrió con la FDN del tratamiento T90. Es posible que la composición de la fibra y su proporción con el resto de los componentes de la planta haya sido el factor determinante en la cantidad de FDN que llegó al tracto bajo. En el caso del tratamiento RGH, el flujo hacia duodeno coincidió con lo esperado por su nivel de consumo. La cantidad total de FDN que ingreso al intestino delgado fue coincidentemente similar a la observada por Camargo (2006) en el tratamiento control a base de heno un ryegrass cortado en la misma etapa fenológica. Cervantes *et al.*, (2000) también reportaron una relación directa entre el flujo total de FDN que llega a duodeno y el consumo, al ofrecer *ad libitum* ryegrass anual con mayor contenido de FDN (etapa intermedia de la estación de crecimiento).

Cuadro 7. Consumo total de nutrientes^a por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.

Variable	Tratamientos ^b				^c EE	P<F
	RGH	T45	T90	ALF		
consumo, g/d						
MS ^{dg}	6,886	7,228	6,957	7,106	204	0.07
MO ^{deh}	6,174	6,023	6,229	6,253	33	0.00
FDN	2,145	2,319	2,295	2,203	223	0.68
N ^{defghi}	194	99	110	160	6	0.00

^aNutrientes: MS: materia seca, MO: materia orgánica, FDN: fibra detergente neutro, N: nitrógeno.

^bTratamientos: RGH: heno de Ryegrass, T45: heno de trigo cortado a 45 d, T90: heno de trigo cortado a 90 d, ALF: heno de alfalfa.

^cEE: Error Estándar

^dRGH vs T45.

^eRGH vs T90.

^fRGH vs ALF.

^gT45 vs T90.

^hT45 vs ALF.

ⁱT90 vs ALF.

Cuadro 8. Flujo total de nutrientes^a hacia duodeno por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.

Variable	Tratamientos ^b				EE ^c	P<F
	RGH	T45	T90	ALF		
flujo a duodeno g/d.						
MS	5,023.0	5,041.0	5,354.0	5,289.0	247.68	0.70
MO	3,814.0	3,677.0	4,090.0	4,070.0	208.22	0.39
FDN ^{egh}	904.4	895.0	1492.0	990.6	189.50	0.04
N ^g	124.4	182.9	150.9	195.4	17.39	0.03
NA ^{dfgh}	13.1	20.3	12.9	21.5	2.04	0.00
NM	51.1	54.4	48.6	53.5	4.27	0.60
NNA ^{egh}	161	163.0	138.0	174.0	15.54	0.04
NS ^{gh}	109	110.0	90.0	120.0	10.28	0.04

^aNutrientes: MS: material seca, MO: material orgánica, N: nitrógeno. NA: nitrógeno amoniacal, NNA: nitrógeno no amoniacal, NS: nitrógeno sobrepasante.

^bTratamientos: RGH: heno de Ryegrass, T45: heno de trigo cortado a 45 d, T90: heno de trigo cortado a 90 d, ALF: heno de alfalfa.

^cEE: Error Estándar

^dRGH vs T45.

^eRGH vs T90.

^fRGH vs ALF.

^gT45 vs T90.

^hT90 vs ALF.

Como un reflejo de la influencia de los cambios en la composición del heno de trigo provocados por la maduración de la planta, la cantidad total de N que llegó a duodeno fue 21% superior ($P < 0.05$) para el tratamiento T45 respecto al T90, pero ambos tratamientos fueron en promedio 34% superiores respecto al heno de ryegrass. Esta relación entre maduración de la planta y flujo hacia duodeno contrastó con lo reportado por Cervantes *et al.* (2000) cuando sobre una base de consumo *ad libitum* encontró que un mayor flujo de N hacia duodeno ocurrió cuando el heno de ryegrass se ofreció con mayor grado de maduración. Un flujo total de N hacia el duodeno similar al tratamiento RGH en el presente experimento fue observado por Forster *et al.* (1993) pero al ofrecer *ad libitum* una proporción 3:1 de ryegrass-trigo: alfalfa a vacas Hereford-Angus.

En el presente experimento la relación g N no amoniacal /g de N ingerido en el tratamiento a base de heno de ryegrass fue en promedio mayor a la observada en el tratamiento control de Forster *et al.* (1993) y a los tres niveles de maduración en los henos de ryegrass estudiados por Cervantes *et al.* (2000). En el presente estudio el flujo total de N micro vial fue similar ($P > 0.05$) en todos los tratamientos, pero los flujos de N amoniacal fueron mayores ($P < 0.05$) para los tratamientos T45 y ALF respecto a RGH y T90. Valores inferiores en los flujos de N amoniacal en heno de ryegrass ofrecido sobre una base de consumo *ad libitum* a becerros Holstein fueron observados por Camargo (2006) y de un heno cosechado en la estación de crecimiento media y tardía por Cervantes *et al.*, (2000). El heno de trigo cosechado a los 45 días presento un flujo de N hacia duodeno 19% superior respecto a T90. La mayor cantidad de N sobrepasante hacia el duodeno ocurrió cuando los novillos fueron alimentados con heno de alfalfa.

En el Cuadro 9 se observan los porcentajes de digestión ruminal de la MS, MO, FDN y N, la síntesis total de MO micro vial y la eficiencia micro vial. No existió influencia de los tratamientos sobre la digestión ruminal de la MO y MS, aunque T45 registró un valor 14% superior al promedio de los demás tratamientos. T45 presento los valores mas altos ($P < 0.05$) de digestión ruminal de la FDN, a su vez T90 presento la menor digestión en rumen de la FDN. Para la FDN de heno de ryegrass Camargo (2006) reporto una digestibilidad del 57%, similar al heno

Cuadro 9. Digestión ruminal, síntesis microbiana y uso del nitrógeno por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.

Variable ^a	Tratamientos ^b				EE	P<F
	RGH	T45	T90	ALF		
Digestión ruminal %						
MS	27.0	30.1	23.1	25.50	33.000	0.52
MO	36.9	40.4	33.6	35.40	45.000	0.51
FDN ^{g,h}	57.9	61.0	32.8	55.20	88.000	0.03
N ^{f,g,i}	46.3	-15.1	16.2	25.60	73.000	0.00
MOM ^c	511.0	543.0	486.0	535. 0	430.000	0.60
EfM ^d	23.1	24.8	24.0	24.40	42.000	0.99
EfN ^{e f,g,h,i}	0.8	1.71	1.28	1.08	0.1073	0.00

^avariable: MS: materia seca, MO: materia orgánica, FDN: fibra detergente neutro, N: nitrógeno.

^bTratamientos: RGH: heno de Ryegrass, T45: heno de trigo cortado a 45 d, T90: heno de trigo cortado a 90 d, ALF: heno de alfalfa.

^cMOM: materia orgánica micro vial.

^dEfM: eficiencia micro vial, g/kg de MO fermentada.

^eEfN: eficiencia de nitrógeno, nitrógeno no amoniacal (NNA)/(N) nitrógeno consumido

*EE: Error Estándar

^f RGH vs T45.

^g RGH vs T90.

^h T45 vs T90.

ⁱ T45 vs ALF.

^j T90 vs ALF.

de ryegrass y ligeramente inferior al heno de trigo T45 en el presente estudio. Pero Cervantes *et al.* (2000) con ryegrass anual y Forster *et al.* (1993) con una mezcla ryegrass-trigo reportan valores superiores en la digestión de la FDN.

Los valores de digestión ruminal del N total son un reflejo de las diferencias en el aporte metabólico de cada uno de los tratamientos, evidenciado por la síntesis total de MOM y la conversión a NNA del N total ingerido. La mayor síntesis de MOM ocurrió en el tratamiento T45, en contraste la menor correspondió al trigo cosechado a los 90 d de sembrado (T90). La síntesis de MOM y la eficiencia micro vial observada en el presente experimento en el heno de ryegrass coinciden con la reportada por Camargo (2006) para el mismo forraje en novillos Holstein.

En el Cuadro 10 se presenta la digestión postruminal y total de la MS, MO, FDN y N. No existieron diferencias en la digestión postruminal de la MO y el N entre los tratamientos, aun cuando existen diferencias entre los tratamientos de hasta 13.6% y 7.3% en MO y N respectivamente. Entonces particularmente se apreciaron dos características, por un lado no se observaron diferencias en la digestión total de la MS, MO y FDN en los tratamientos RGH, T45 y ALF y por otro existió una consistente mayor digestión total en T45 respecto a T90 en todos los componentes analizados. Diversos estudios con forrajes similares han arrojado valores 10 a 20% superiores en digestión total de la MS, MO y FDN respecto al presente estudio. Cervantes *et al.* (2000), Aguilar (2004) y Camargo (2006) observaron lo anterior con heno de ryegrass ofrecido *ad libitum* o restringido, Forster *et al.* (1993) reporta esta diferencia usando una proporción 3:1 de ryegrass-trigo: alfalfa y Choat *et al.* (2003) con forraje de trigo en pastoreo.

Es posible que los distintos consumos de N (Cuadro 7) observados tengan influencia sobre las diferencias ($P < 0.05$) en la digestión total del N que mostraron todos los tratamientos. Mientras que el consumo de N difirió hasta 95% entre algunos tratamientos, la digestibilidad total del N se mostro diferente hasta un 240%. Comparado con los resultados obtenidos en forraje de trigo por Choat *et al.* (2003), heno de ryegrass por Aguilar (2004) o Foster *et al.*, (1993)

Cuadro 10. Digestión postruminal y total de nutrientes^a por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.

Variable	Tratamientos ^b				*EE	P<F
	RGH	T45	T90	ALF		
Digestión postruminal, %						
MO	40.2	34.4	26.6	36.2	8.1	0.27
N	61.9	56.3	59.5	63.6	5.3	0.29
Digestión total %						
MS ^{df}	58.1	56.5	48.8	54.6	4.5	0.02
MO ^{dfh}	62.2	61.7	51.7	59.3	4.3	0.14
FDN ^f	55.2	58.7	39.3	44.5	5.9	0.00
N ^{cdefgh}	67.1	19.7	44.3	56.6	4.7	0.27

^anutrientes: : MO: materia orgánica, N: nitrógeno, MS: materia seca, FDN: fibra detergente neutro.

^bTratamientos: RGH: heno de Ryegrass, T45: heno de trigo cortado a 45 d, T90: heno de trigo cortado a 90 d, ALF: heno de alfalfa.

*EE: Error Estándar

^c RGH vs T45.

^d RGH vs T90.

^e RGH vs ALF.

^f T45 vs T90.

^g T45 vs ALF.

^h T90 vs ALF.

con una mezcla ryegrass-trigo: alfalfa en proporción 3:1, en el presente estudio la digestión total del N en todos los tratamientos se mostro inferior, La digestión total del N del forraje de trigo T90 fue similar a la del ryegrass encontrada por Camargo (2006) o la del pasto bermuda gigante reportada por Moreno (2006). Sin embargo, Cervantes *et al.*, (2000) con ryegrass ofrecido a novillos, reporta valores mas bajos a los este estudio en la digestión total del N. Es posible que la hipótesis planteada referente a un mejor valor alimenticio para el heno cosechado a los 90 días, antes del la maduración del la planta, pudiera no haberse cumplido debido a retraso del corte por más de 15 días y a un deficiente control del forraje en su preparación para suministrarlo a los animales durante el experimento.

En el Cuadro 11 se presentan los valores del contenido total de MS, el total de solidos y liquidos en el rumen y la proporción de FDN en el rumen. No existieron ($P > 0.05$) diferencias en la concentración de MS del contenido ruminal. En coincidencia con lo generalmente aceptado, el total de sólidos en el rumen fue mayor en los tratamientos con menor digestibilidad en el rumen y en el tracto total. Entonces nuevamente se observa la consistente diferencia entre los tratamientos T45 y T90. El más alto valor de sólidos en rumen correspondió a T90. En estudios en novillos con forrajes afines Camargo (2006) observo similar contenido de líquido en rumen con heno de ryegrass y Moreno (2006) con heno de pasto bermuda gigante. En el mismo sentido, si existe una mayor digestibilidad ruminal y total de la dieta a base de forraje, entonces deberá observarse una menor cantidad total de FDN en el contenido ruminal, como potencialmente indigestible. Esta es precisamente la interpretación a la significativamente menor concentración de FDN en el contenido ruminal de T45, comparado con T90. ALF y RGH presentaron valores superiores a T45, pero inferiores a T90, subsecuentemente esto también con novillos observaron Camargo (2006) con ryegrass y Moreno (2006) con pasto bermuda.

La proporción molar de ácido propionico en rumen, la relación acético:propionico y el pH no presentaron ($P > 0.05$) diferencia entre los tratamientos,. Estas tres variables de respuesta son ligeramente inferiores a lo reportado en novillos por Choat *et al.*, (2003) con forraje de trigo en pastoreo, Aguilar (2004) con una

Cuadro 11. Contenido ruminal (CR), sólidos, líquido y FDN^a en novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.

Variable	Tratamientos ^b				EE	P<F
	RGH	T45	T90	ALF		
Contenido ruminal						
MS %	9.40	9.89	10.75	10.52	0.69	0.35
CR total kg ^{gh}	48.00	51.70	63.10	46.00	3.8	0.03
Líquido total kg ^{gh}	43.50	46.60	56.30	41.20	3.6	0.05
Sólido total kg ^{fgh}	4.50	5.09	6.72	4.79	0.42	0.01
FDN ^c % ^{efg}	44.40	37.90	49.70	43.20	2.9	0.02
CMMS ^{d fgh}	11,689.00	12,042.00	7,040.00	11,492.00	716	0.00

^aFDN: fibra detergente neutro

^bTratamientos: RGH: heno de Ryegrass, T45: heno de trigo cortado a 45 d, T90: heno de trigo cortado a 90 d, ALF: heno de alfalfa.

^cFDN: porcentaje de lo que ingresa a duodeno

^dCMMS: consumo máximo de materia seca

*EE: Error Estándar

^e RGH vs T45.

^f RGH vs T90.

^g T45 vs T90.

^h T90 vs ALF.

dieta a base de ryegrass y Foster *et al.* (1993) con una mezcla ryegrass-trigo: alfalfa 3:1 en vacas Hereford-Angus. Sin embargo, el ácido acético y Butírico sí mostraron diferencias ($P < 0.05$) entre ryegrass y todos los tratamientos (Cuadro 12).

Cuadro 12. Características de la fermentación ruminal por novillos Holstein alimentados a base de heno de ryegrass anual, heno de trigo cortado en dos fases de crecimiento o heno de alfalfa.

Variable moles/100 moles AGV ^b	Tratamientos ^a				*EE	P<F
	RGH	T45	T90	ALF		
Acético ^{dfg}	69.00	72.20	73.40	72.60	1.10	0.05
Propionico	16.90	17.70	16.80	18.60	0.70	0.22
Butírico ^{dfg}	14.00	10.00	9.80	8.80	0.70	0.02
AC:PR ^c	4.17	4.09	4.38	3.92	.22	0.45
pH	5.97	5.91	6.04	6.15	0.27	0.56

^aTratamientos: RGH: heno de Ryegrass, T45: heno de trigo cortado a 45 d, T90: heno de trigo cortado a 90 d, ALF: heno de alfalfa.

*EE: Error Estándar

^b Ácidos Grasos Volátiles.

^c AC: PR: proporción acético: propionico.

^dRGH vs T45 (P<0.05).

^f RGH vs T90 (P<0.05).

^g RGH vs ALF (P<0.05).

CONCLUSIONES

El valor alimenticio del forraje de trigo cosechado a los 45 días fue comparativamente similar o superior a los demás tratamientos, pero el cortado a los 95 días presentó la menor digestión ruminal y total de la MS, MO y FDN. Es posible entonces obtener un forraje de un valor alimenticio alto cuando la planta de trigo se cosecha antes de emerger su primordio floral, pero es comparativamente bajo su valor cuando se encuentra formado el grano.

Es conveniente en una siguiente serie de experimentos alcanzar mayor precisión en el control del manejo agronómico y la fecha de corte para evaluar la reutilización del sistema y disminuir la variación que impidió identificar diferencias entre algunas variables de respuesta.

LITERATURA CITADA

- Adesogan, A. T., E. Owens and D. I. Givens. 1998. The chemical composition, digestibility and energy value of fermented and urea-treated whole crop wheat harvested three stages of maturity. *Grass and forage sci.* 53: 66-75
- Aguilar, S. U. 2004. Valor alimenticio comparativa del pasto kikuyu (*Pennisetum clandestinum*, var. Whitted) en dos estaciones de crecimiento con ryegrass (*Lolium multiflorum*) y sudan (*Sorghum sudanense*) ofrecido a novillos Holstein. Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias en sistemas de producción animal. Mexicali B.C.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA. 2200 pp.
- Appeddu, L.A., Brown, M.A. and Phillips, W. A. 2003. Metabolic changes in brangus stocker calves grazing wheat pasture. *Proceedings Western Section, A. S. of Anim. Sci.* Vol 54.
- Arzadun, M. J., Arroquy, J. L., Laborde, H. E., and Brevedad, R. E. 2003. Grazing Pressure on Beef and Grain Production of Dual-Purpose Wheat in Argentina. *Agron J.* 95:1157-1162.
- Branine, M. E., and M. L. Galyean. 1990. Influence of grain and monensin supplementation on ruminal fermentation, intake, digesta kinetics and incidence and severity of frothy bloat in steers grazing winter wheat pasture. *J. Anim. Sci.* 68:1139–1150.
- Burleigh, J.R., R.E. Allan and O.A. Vogel. 1965. Varietal differences in seeding emergence of winter wheats as influenced by temperatures and depth of plants. *Agron. J.* 57: 347-350.

Camargo, P. J. E. 2006. influencia de la fertilización y la adición de enzimas de enzimas fibrolíticas sobre la digestibilidad y utilización de nutrientes del heno de ryegrass (*Lolium multiflorum*, Var. Jumbo) ofrecido a novillos Holstein. Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias de producción animal. Mexicali B.C.

CCBRES, 2007; www.ccbres.sdsu.edu/publications/bulletins/pdf/2007_bulletins/8.1-2.pdf .

Cervantes, R. M., Álvarez, E. C., Torrentera, O.N., Mendoza, M.G.D., Espinoza, S.S., Velderrain, F.A., y González, M.S. 2000. Época de corte y composición nutricional, sitio y grado de digestión de ballico anual (*Lolium multiflorum*) en novillos. *Agrociencia* 34:413-422.

Christiansen, S., T. Svejcar, and W.A. Phillips. 1989. Spring and fall cattle grazing effects on components and total grain yield of winter wheat. *Agron. J.* 81:145–150.

Choat, W.T., Krehbiel, C.R., Duff, G.C., Kirksey, R.E., Lauriault, L.M., Rivera, J.D., Capitan, B.M., Walker, D.A., Donart, G.B., and Goad, C.L. 2003. Influence of grazing dormant native range or winter wheat pasture on subsequent finishing cattle performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 81:3191-3201.

Coblentz, W. K., Coffey, K. P., Turner, J. E., Scarbrough, D. A., Skinner, J. V Jr., Kellogg, D. W., Pumphrey, J. B. 2004. Comparisons of in situ nitrogen disappearance kinetics of forages harvested by various techniques and evaluated in confined and grazing steers. *J. Anim. & feed Sci.* 111, 11-25.

Daly, M.J., R.E. Inman, y A. Livne. 1962. Carbohydrate metabolism in higher plant tissues infected with obligate parasites. *Plant physiology* 37:531-538.

Ditsch, D.C. y Bitzer, 2004. Managing small grains for livestock forage. Cooperative extension service, University of Kentucky. Agr 160.

- Dunphy, D.J., M.E. McDaniel, and E.C. Holt. 1982. Effect of forage utilization on wheat grain yield. *Crop Sci.* 22:106–109.
- Epplin, F. M., Krenzer, E. G. jr. y Horn, G. 2001. Net return from dual-purpose wheat and grain-only wheat. *J of ASFMRA.* www.asfmra.org 8-14.
- Forster, Jr. L.A., Goetschl, A. L., Galloway, D. L. Sr., Johnson, Z.B. 1993. Feed Intake, Digestibility, and Live Weight Gain by Cattle Consuming Forage Supplemented with Rice Bran and (or) Corn. *J. Anim. Sci.* 71:3105-3114.
- Goering, H.K., P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Handbook No. 379.* ARS, USDA, Washington, DC.
- González, O. R. I. Ávila, M. R. Gutiérrez, G. R. 2004. Líneas de trigos y triticales de invierno para pastoreo y grano en el Noreste de Chihuahua. Folleto informativo # 9. INIFAP.
- Hannaway, D., Fransen, J., Cropper, J., Teel, M., Chaney, T., Griggs., Halse R., Hart, J., Cheeke, P., Hansen, R. y Lane, W.1999. Pasto orchard (*Dactylis glomerata*).
- Hess, H. D., Monsalve, L. M., Lascano, C.E., Carulla, J. E., Díaz, T. E. and Kreuzer, M. 2003. Supplementation of a tropical grass diet with forage legumes and *Sapindus saponaria* fruits: effect on in vitro ruminal nitrogen turnover and methanogenesis. *Aust. J. Agric. Res.* 54:703-717.
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamentals concepts in the design of experiments.* Holt, Rinehart and Winston; New York.

- Hill, F.N. and Anderson, D.L. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. *J. Nutr.* 64:587.
- Hernández, O. 1969. Efecto de la época e intensidad del pastoreo sobre el rendimiento en grano de trigo doble propósito. *Rev. Invest. Agropecu. Ser.* 2 6:155–165.
- Horn, G.W., 1994. *Supplementation Strategies for Wheat Pasture Stocker Cattle*. The heatland Stocker Conference. Enid, Oklahoma.
- Horn, G. W., M. D. Cravey, F. T. McCollum, C. A. Strasia, E. G. Krenzer, Jr., and P. L. Claypool. 1995. Influence of high-starch vs. high-fiber energy supplements on performance of stocker cattle grazing wheat pasture and subsequent feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 73:45–54.
- Hossain, I., Epplin, M. y Krenzer, E. G. Jr. 2003. Planting date influence on dual-purpose winter wheat yield, grain yield and test weight. *Agron. J.* 95:1179-1188.
- Huhtanen, P. and Khalili H. 1958. Sucrose supplements in cattle given grass silage-based diet. *Animal Feed Sci. Technol.* 33:275-287.
- INEGI, 1993. Cuaderno estadístico del municipio de Mexicali, Baja California. Pp: 121.
- Khalil, I.H., Carver, B.F., Krenzer, E. G., MacKown, C. T. y Horn, G. W. 2002. Genetic trends in winter wheat yield and test weight under dual-purpose and grain only management systems. *Crop Sci.* 42:710-715.
- Lippke, H., Forbes, T.D.A. and Ellis W.C., 2000. Effect of supplements on growth and forage intake by stocker steers grazing wheat pasture. *J. Anim. Sci.* 78, 1625–1635.

- Mader, T. L., and G. W. Horn. 1986. Low-quality roughages for steers grazing wheat pasture. II. Effect of wheat forage intake and utilization. *J. Anim. Sci.* 62:1113–1119. *J. Dairy Sci.* 55:1496–14498.
- Mertens, D. R. and L. O. Ely. 1979. a dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. *J. Anim. Sci.* 49: 1085-1095.
- Min, B. R., W. E. Pinchak, J. D. Fulford, and R. Puchala. 2005. Wheat pasture bloat dynamics, in vitro ruminal gas production and potential bloat mitigation with condensed tannins. *J. Anim. Sci.* 83:1322–1331.
- Moreno, C. R. E. 2006. Influencia de la suplementación energética y proteica sobre la regulación del consumo voluntario y el balance de nitrógeno en becerros holstein alimentados con heno de bermuda gigante (*cynodon dactylon*) Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias de producción animal. Mexicali B.C.
- Nelson, C.J., y L.E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality. p. 115-154. *In* G. C. Fahey (ed) Forage quality, evaluation and utilization ASA, CSSA and SSSA, Madison, Wi.
- Petr, F. C. y Droughtrey. 1978. Keys of profitable small grain production in the high plains. *Tex. Coop. Agric. Exp. Serv.* MP-1390.
- Pierce, V.L., J.L. Horner, J.C. Coomer, D.K. Hardin, J.A. Hoehne, A.M. Millmier, R. Randle, B.J. Steevens, and J.M. Zulovich. 2002. Competitive audit of the Missouri dairy industry [Online]. [67 p.]Available at <http://agebb.missouri.edu/commag/dairy/audit/audit>. pdf (posted Feb. 2002; verified 6 Feb. 2003). Univ. of Missouri, Station, TX. Columbia, MO.

- Pinchak, W. E., Worrall, S. P. Caldwell, L. J. Hunt, N. J. Worrall, and Conopy. 1996. interrelationships of forage and steer growth dynamics on wheat pasture. *J. Range Manage.* 49: 126-130.
- Pumphrey, F. V. 1970. Semidwarf winter wheat responses to early spring clipping and grazing. *Agron J.* 62. 641.
- Rayburn, E. B. 1995. Small grains as forage crops. West Virginia, extension service, forage management.
- Riewe, M. E., K. P. Pounders, and H. Lippke. 1984. Changes in cattle body weight associated with onset of ryegrass grazing. *Texas Agric. Exp. Sta. CPR-4253.* College Station, TX.
- Redmon, L.A., G.W. Horn, E.G. Krenzer, Jr., and D.J. Bernardo. 1995. A review of livestock grazing and wheat grain yield: Boom or bust? *Agron. J.* 87:137–147.
- Redmon, L. A., F. T. McCollum, III, G. W. Horn, M. D. Cravey, S. A. Gunter, P. A. Beck, J. M. Mieres, and San Julian, R. 1995. Forage intake by beef steers grazing winter wheat with varied herbage allowances. *J. Range Manage.* 48:198–201.
- SAGARPA, SIAP. 2007. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación; servicio de información agroalimentaria y pesquera <http://www.siap.gob.mx/>
- SAS, 2006. for mixed models, second edition Institute.SAS Inst., Cary, NC. USA.
- Sayre, K.D. 2002. management or irrigated wheat. *FAO Plant production and protection series No. 30.*

- Schroeder, J. W. 1996. Quality Forage for Maximum Production and Return, AS-1117. www.ndsu.edu.
- Shibley, J. and Regier. 1972. Optimum forage production and the economic alternatives associated with grazing irrigated wheat, Texas high plains. Tex. Agric. Exp. Stn. MP-1068.
- Shroyer, R. j., 1993. Wheat pasture in Kansas. Cooperative extension Service Kansas State University Manhattan.
- Slafer, GA, Satorro, E.H. 1999. An introduction to the physiological-ecological analysis of wheat yield. (Eds.) *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. Food Products Press. Binghamton, NY. pp. 3-12.
- Torrel, R., Riggs, W., Bruce, B., Kvasnicka, B. 1999. Wheat Pasture grazing: Agronomic, cultural and livestock management practices. Cooperative Extension. University of Nevada Reno.
- True, R.R., F.M. Epplin, E.G. Krenzer, Jr., and G.W. Horn. 2001. A survey of wheat production and wheat forage use practices in Oklahoma. Bull. B-815. Oklahoma State Univ. Agric. Exp. Stn., Stillwater, OK.
- Van Vuuren, M.A., Krol Kramer, F., Van Der Lee, R.A. and Corbijn, H. 1992. Protein digestion and intestinal amino acids in dairy cows fed fresh *Lolium perenne* with different nitrogen contents. J. Anim. Sci. 75:2215-2225
- Wichman, D. 2001. Winter cereal forages could help reduce drought impacts. Central Agricultural Research Center- Moccasin Montana.
- Winter, S. R. y Thompson, E.K. 1987. grazing effects growth and grain yield. Agron J. 79:110-114.

World Almanac & Book of Facts; 2006, p127-127, 1/2p, 2 charts
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=19230760&site=ehost-live&scope=site>

Worrell, M. A., D. J. Undersander, C. E. Thompson, and W. C. Bridges, Jr. 1990. Effects of time of season and cottonseed meal and lasalocid supplementation on steers grazing rye pastures. *J. Anim. Sci.* 68:1151–1157

Xiong, Y., Fei S. Brummer, E. C., Moore, K.J., Barker, R. E., Jung, G., Curley, J., y Warnke, S. E. 2006. QTL analyses of fiber component and crude protein in an annual x perennial ryegrass interspecific hybrid population. *Mol breeding* 18:327-340

Zadok, J.C., Cheng, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, **14**, 415–421.

Zinn, R. A. 1991. Comparative feeding value of steam-flaked corn and sorghum in finishing diets supplemented with or without sodium bicarbonate. *J. Anim. Sci.* 1991. 69:905-916.

Zinn, R.A., and F. N. Owens. 1986. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. *Can J Anim Sci.* 66:157-166.

Zinn, R.A. and Salinas, J. 1999. Influence of fibrozyme on digestive functions and growth performance of feedlot steers fed a 78% concentrate growing steers. In: *Biotechnology in the feed industry, proc 14th Annual Symp.* T. P. Lyons and K. A. Jaques (Eds) pp 313- 319.