

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



**Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica de  
15 genotipos de triticale forrajero (*X Triticosecale* Wittmack)  
cosechados en la localidad “El Campanario”, Matamoros,  
Coahuila, durante el ciclo 2008-2009.**

**Por:**

**JOSÉ LUIS GONZÁLEZ GARCÍA**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener**

**el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Marzo de 2013**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica de  
15 genotipos de triticale forrajero (*X Triticosecale* Wittmack)  
cosechados en la localidad "El Campanario", Matamoros,  
Coahuila, durante el ciclo 2008-2009.

Por:

JOSÉ LUIS GONZÁLEZ GARCÍA

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como  
Requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

Dr. José Eduardo García Martínez

Asesor Principal

Dr. Alejandro Javier Lozano Del Rio

Coasesor

Dr. Alvaro Fernando Rodríguez Rivera

Coasesor



Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador De La División De Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2013

## AGRADECIMIENTOS

*A mí Dios padre, por darme la vida y por permitirme concluir mis estudios profesionales que fue una de las metas que mas anhelaba en mi vida, gracias por estar conmigo en los buenos momentos pero sobre todo en los malos que fue donde vi tu mano para ayudarme.*

*A la Antonio Narro, por haberme brindado la oportunidad de estudiar en una de las mejores escuelas de agronomía del país gracias por educarme profesionalmente, siempre te llevare en el alma y en mi corazón.*

*Al Dr. J. Eduardo García M. Por su gran apoyo, consejos, su tiempo y amabilidad durante mi estancia en la universidad.*

*A Carlos Arévalo, por su apoyo en el laboratorio para realizar este trabajo.*

*A mis profesores, gracias por su tiempo y enseñarme lo mucho que saben*

## DEDICATORIA

***A mi señor padre José González.*** Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

***A mi madre Hilaria García.*** Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

***A mis hermanos Chely, Alberto y Ricardo.*** Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo.

***A mi futura esposa Laura.*** Por su apoyo constante, por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, pero sobre todo por su amor.

***A mis familiares y amigos del rancho.*** Gracias por su apoyo moral que si me sirvió de mucho para mi formación académica.

***A mis amigos de la banca.*** Marco, Horacio, Cumplido, Mariano, Héller, Carmona, Ciro, Jerry, Miguel, Tigrillo, Jorge, Sebas, Lalo Vásquez, Fernando, Lalo fuentes, Chino, Toro, Pepillo, Carmen, Monse, Areli. Gracias por su amistad y apoyo en esta estancia aquí en nuestra Alma Terra Mater.

***A mis compañeros de la generación CXIV.*** Por su amistad y apoyos en el transcurso de la vida estudiantil.

## RESUMEN

Se estableció un experimento en el rancho “El Campanario” municipio de Matamoros, Coahuila, en octubre del 2008, teniendo como objetivo determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica a través de tres cortes en 10 genotipos experimentales de triticale forrajero y 5 genotipos de triticale comercial. Los análisis se efectuaron mediante el método descrito por Tilley y Terry (1963).

Para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de los 10 genotipos en prueba, se observó una media de 67.89 % mientras que para los 5 testigos 63.40 %, esto representa una diferencia mayor de 7.08 % de los materiales en prueba con respecto a los comerciales.

Por otro lado, en relación a la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO), se presentó una media de 93.19 % para los genotipos experimentales y de 92.29 % para los testigos comerciales. Lo anterior significa que en cuanto a la DIVMO no existe diferencia entre los materiales experimentales y los comerciales.

Con base a los resultados observados en el presente estudio, se concluye que el triticale tiene grandes cualidades nutricionales relacionadas a su buena digestibilidad donde los genotipos en prueba logran tener buenos coeficientes que superan en buena medida a los materiales de triticale comercial que ya se encuentran en el mercado, lo cual demuestra que el triticale es un recurso forrajero con gran potencial nutricional y agronómico que puede solventar la escasez de forrajes en estas regiones del sur-oeste de Coahuila.

**PALABRAS CLAVE:** Triticale, digestibilidad *in vitro*, genotipos, forraje.

## MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito, José Luis González García, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 298259 y autor de la presente Tesis manifiesto que:

- 1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
- 2.- Las ideas, opiniones datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
- 3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactado según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
- 4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifesté no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
- 5.- Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada por la siguiente Tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATTE

-----  
José Luis González García  
Tesista de Licenciatura/UAAAN.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIAS.....	IV
MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA.....	V
RESUMEN.....	VI
INDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades del Triticale.....	3
Origen.....	4
Clasificación Taxonómica.....	4
Producción de Forrajes.....	5
Forraje.....	5
Calidad de los Forrajes.....	6
Consumo.....	7
Composición Química.....	8
Técnicas de Digestibilidad.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
CONCLUSIONES.....	29
LITERATURA CITADA .....	30

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Comportamiento de la producción agrícola de triticale forrajero en verde del ciclo: OI+PV del 2010.	5
2.2	Contenido de proteína y fósforo en el grano de triticale y otros cereales	9
2.3	Contenido de proteína y aminoácidos limitantes en trigo, triticale y centeno (BS)	10
2.4	Composición química de diferentes ensilajes (BMS)	10
2.5	Composición química de diferentes ensilados cosechados en estado masoso suave.	11
2.6	Contenido de vitaminas del triticale de invierno y primavera.	11
2.7	Composición mineral del grano del triticale.	12
3.1	Genotipos utilizados para el establecimiento del cultivo triticale forrajero en la localidad "El Campanario" del municipio Matamoros, Coahuila. Ciclo 2008-2009	17
4.1	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de variedades de triticale en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de "El Campanario", Matamoros, Coahuila cosechadas en el ciclo 2008-2009.	23
4.2	Comparación de las medias de digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%) de los genotipos de triticale estudiados, de acuerdo a su estatus comercial (Experimental Vs. Testigo Comercial) en sus respectivos cortes.	25

4.3	Comparación de las medias de digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%) de los genotipos de triticales estudiados, de acuerdo a su hábito de crecimiento (intermedio Vs. Intermedio-invernal) en sus respectivos cortes.	25
4.4	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia Orgánica de variedades de triticales en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de “El Campánario”, Matamoros, Coahuila cosechadas en el ciclo 2008-2009.	26
4.5	Comparación de las medias de digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica (%) de los genotipos de triticales estudiados, de acuerdo a su estatus comercial (Experimental Vs. Testigo Comercial) en sus respectivos cortes.	28
4.6	Comparación de las medias de digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica (%) de los genotipos de triticales estudiados, de acuerdo a su estatus comercial (Experimental Vs. Testigo Comercial) en sus respectivos cortes.	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	Ubicación de la localidad donde fue establecido el cultivo de 15 genotipos de triticales forrajero.	15
4.1	Coeficiente de Digestibilidad <i>In Vitro</i> de la MS (%) de 15 Genotipos de Triticales Cosechadas en la Localidad de “El Campanario”, Matamoros, Coahuila en el Ciclo 2008-2009.	24
4.2	Coeficiente de Digestibilidad <i>In Vitro</i> de la MO (%) de 15 Genotipos de Triticales Cosechadas en la Localidad de “El Campanario”, Matamoros, Coahuila en el Ciclo 2008-2009.	27

## **INTRODUCCIÓN**

México requiere incrementar la producción intensiva de forrajes con el fin de tener una mejora en los índices de producción animal. Existen establos que utilizan especies anuales lo que implica gastos de preparación del terreno, insumos y semillas dos o más veces por año. Por otra parte, las marcadas diferencias de temperatura también son un factor que impide la utilización de la misma especie forrajera. Una de las alternativas ha sido el establecimiento de praderas de triticale.

El triticale es un cultivo que se originó de las cruces de trigo y centeno, lo cual es una gran alternativa en la alimentación animal por su buen aporte de nutrientes, rusticidad y su bajo costo en su producción, a comparación con el maíz o la alfalfa. Productores de la región lechera de Coahuila y Durango 'La Laguna', lo utilizan como un forraje de muy buena calidad y por los buenos rendimientos obtenidos en la producción de leche. Una característica del triticale es su alta producción de materia seca; también está caracterizado por su resistencia a enfermedades y plagas.

## **JUSTIFICACIÓN**

El triticale se ha contemplado como una opción para la alimentación para los animales, y para esto es necesario conocer la digestibilidad de este forraje, la cual varía entre otros forrajes.

## **OBJETIVO**

Determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica de 15 genotipos de triticale forrajero cosechados en la localidad “El Campanario” del municipio de Matamoros, Coahuila, cosechados durante el ciclo 2009-2010.

## REVISIÓN DE LITERATURA

El triticale (*X Triticosecale wittmarck*) es una cruce entre trigo (gen. *Triticum*) y centeno (gen. *Secale*). Este forraje se adapta a varios ambientes ecológicos del mundo. Cuando se creó este cereal, se pretendió cambiar la calidad, el nivel proteico y la productividad del trigo por el vigor del centeno, resistencias a sequía, cambios de temperatura, calidad y limitantes de suelo (Hewstone *et al.*, 1977).

Para obtener el triticale (*X Triticosecale Wittmack*) se utilizó como madre el trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) y como padre el centeno (*Secale cereale*). El trigo harinero tiene 42 cromosomas distribuidos en los genomas A, B y C, en tanto el centeno tiene 14 cromosomas distribuidos en el genoma R. (Varughese *et al.*, 1987).

El triticale, al igual que el trigo se puede utilizar en la alimentación de los rumiantes con resultados similares. Unas de las ventajas es que el grano del triticale es degradado rápidamente por los microorganismos del rumen, a comparación del maíz y cebada. El grano de triticale por su rápida degradación en el rumen, se puede complementar con un buen forraje y así hacer una buena mezcla para la alimentación animal, según Royo (1992).

El triticale puede reemplazar como alimento en las raciones de los animales al sorgo y maíz, que son los alimentos tradicionales (Males y Falen, 1984).

### Origen

Stephen Wilson, fue el primer fitomejorador que obtuvo el híbrido, esto resultó del cruzamiento del trigo y el centeno, informando a la Sociedad Botánica de Edimburgo, Escocia en el año de 1875, que el resultado fue una planta estéril. Sin embargo hasta el año 1888, el Alemán Rimpau encontró en una población de

la cruce de trigo x centeno una espiga con 15 granos, 12 de ellos produjeron plantas fértiles, dichas semillas se multiplicaron con perfecta fidelidad genética, obteniendo los primeros triticales verdaderos (Muntzing, 1974),

### **Clasificación Taxonómica**

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Subfamilia:** Pooideae

**Tribu:** Triticeae (Wittmack)

**Género:** *Triticosecale*

**Nombre científico:** (*X Triticosecale* Wittmack)

**Nombre común:** Triticale

### **Producción de forraje**

En la Comarca lagunera se sembraron un total de 14,024 has. de forrajes anuales de invierno en el ciclo de otoño – invierno 2007-2008, de los cuales fueron de avena 11,785 ha, de ballico anual 709 ha, de trigo forrajero 183 ha y de triticales 975 ha, de forraje verde (El Siglo de Torreón, 2008).

En el Cuadro 2.1 se presentan los datos publicados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de México (SIAP, 2011) quien reportó la producción de triticales forrajero y grano en el ciclo OI-PV del 2011.

**Cuadro 2.1. Comportamiento de la producción agrícola de triticale forrajero en verde del ciclo OI-PV del 2011**

Estados	Sup. Sembrada	Producción	Rendimiento
	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)
AGUASCALIENTES	1,287.00	42,443.60	33.18
CHIHUAHUA	922.75	27,465.50	29.93
COAHUILA	502	8,926.00	17.96
DURANGO	537	7,550.00	14.66
GUANAJUATO	796	21,320.00	26.78
HIDALGO	48	653.5	13.9
JALISCO	410	11,661.00	28.44
QUERETARO	783	25,890.00	33.06
ZACATECAS	14	519.5	37.11
	<b>5,299.75</b>	<b>146,429.10</b>	<b>27.84</b>

### Forraje

El forraje es hierba (pasto seco) que se ofrece al ganado para su alimentación. Debido al crecimiento de la población y la demanda de alimento, la producción de forraje es de mucha importancia, principalmente en temporada crítica y en zonas ganaderas existe una gran demanda (FAO, 2003).

El triticale sigue siendo de gran interés como una fuente de forraje para la alimentación de ganado bovino y otras especies. Sin embargo la utilización de triticale ha sido una alternativa a la cebada y maíz con un éxito relativo en la raciones (Rojas y Catrileo, 1998).

Las variedades de triticale, Bienvenu, Forricale, Montijano son las que se recomiendan para el aprovechamiento forrajero por su alta producción de materia seca en España (Rojas y Catrileo, 1998).

En el caso de la Región Lagunera, la cual es la cuenca lechera más importante del país, la alimentación del ganado está basada en forraje verde,

henificados y ensilados, mientras que en otras regiones del país en general el ganado se alimenta bajo el sistema de pastoreo directo (Hinojosa, 2002) .

El CIRENa (Centro De Investigación de los Recursos Naturales) colabora dentro del programa de mejoramiento de triticales en el norte de México para la evaluación de diferentes genotipos (Hinojosa, 2002).

### **Calidad de los forrajes**

Los forrajes pueden llegar a formar parte de una ración para el ganado de carne así como para el ganado lechero desde un 45% hasta el 100%. Las vacas altamente productoras, dependen de la calidad de los forrajes, como es un rumiante necesita de fibra en la ración, la calidad está dada por la digestibilidad a nivel ruminal. La especie, madurez, condición de crecimiento, fertilidad del suelo, métodos de cosecha, métodos de conservación, duración de almacenamiento, pueden variar los nutrientes en los forrajes (Cadena, 2002).

En el estado de Chihuahua, en el período comprendido entre 1997-2001 se llevaron a cabo una serie de experimentos, en donde se evaluaron el potencial forrajero de líneas de triticales de hábito de crecimiento de tipo facultativo e invernal; estas fueron comparadas con avena, cebada, trigo, ryegrass y centeno, los resultados demostraron la ventaja a favor del triticales tanto en la producción así como en varios parámetros de calidad sobre los diferentes cultivos forrajeros evaluados (Hinojosa, 2002).

Entre las especies forrajeras no todas ofrecen una digestibilidad igual, esto depende de la forma de suministrarlo ya que este se puede ofrecer verde, ensilado o henificado (Morales, 2010).

Bragg y Sharby (1970) compararon el valor nutritivo de los triticales con trigo en raciones de crecimiento para pollos, y encontraron que el triticale puede reemplazar al trigo sin afectar el crecimiento ni la relación entre alimento y ganancia.

## **Consumo**

La cantidad de materia seca de los forrajes que es consumida, es un importante factor que regula la producción de rumiantes a partir de los forrajes, el valor de un forraje en la producción animal va a depender más de la cantidad que el animal consume que de su composición química (Allison, 1985). Minson (1990) define el consumo voluntario como la cantidad de materia seca consumida cada día cuando a los animales se les ofrece a libre acceso.

Casi el 90% de la producción a nivel mundial de triticale es utilizado para la alimentación animal en dos formas como es, forraje o grano (Belaid, 1994). En la alimentación animal el triticale iguala o supera al trigo cuando este se presenta en las dietas de los animales, este puede remplazar a estos cereales forrajeros; trigo, cebada, centeno y la avena. Estudios señalan que los animales prefieren al triticale que a otros cereales (CIMMYT, 1987). El triticale forrajero es utilizado en la alimentación de animales por su buena fuente de energía, porque al comprobarse con granos tradicionales como el maíz, cebada, trigo, sorgo, se obtuvo incrementos graduales ya que el triticale es un cereal muy apetecible y se puede remplazar en las dietas que se utilizan en la nutrición animal por su alto valor nutritivo en proteína y energía (Kravchenko *et al.*, 1986).

En animales no rumiantes es necesario que exista un balance de minerales para obtener un buen crecimiento, el triticale por su alto contenido de proteína, aminoácidos esenciales y lisina lo hace mejor que otros cereales forrajeros, incluso hasta el maíz, esto hace que sea importante su utilización como ingrediente en las

dietas balanceadas para animales (Hill, 1991). El triticale puede reemplazar o sustituir a cualquier suplemento proteico que se utiliza equilibrar las dietas balanceadas en aves y cerdos (Royo, 1992). En bovinos productores de carne el consumo voluntario se debe conocer para determinar la proporción de los requerimientos que pueden ser cubiertos (Belaid, 1994)

### Composición Química

Cereal	Proteína %	Aminoácidos limitantes (g/16g de N)		
		Metionina	Lisina	Treonina
Trigo	9.3-16.8	2.7	3.2	2.6
Triticale	10.2-15.6	4.0	3.5	2.7
Centeno	13.0-14.3	3.8	2.8	1.6

Fuente: Varughese *et al.* (1996)

El grano de triticale está formado por: carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales (cenizas) y otras sustancias, algunos de los cuales son nutrientes importantes en la dieta de los animales y en los humanos, los carbohidratos contribuyen en el 77% al 87% de la materia seca total (Kent, 1987). En el Cuadro 2.2 se presenta el contenido comparativo de proteína del triticale y otros cereales.

El valor nutritivo del triticale al igual que el resto de los cereales, se mide por el porcentaje y la calidad de la proteína presente en el grano. La calidad biológica de la proteína es mayor cuanto mayor es la proporción de aminoácidos esenciales, los cuales son constituyentes proteicos que no pueden ser sintetizados por el hombre y otros monogástricos (como cerdos y pollos) por lo cual deben obtenerse directamente de los alimentos (Royo, 1992).

## Cuadro 2.2. Contenido de proteína y fósforo en el grano de triticale y otros cereales

El grano de triticale iguala o supera al trigo en el contenido de proteína, al igual que la lisina está en un nivel mayor que la de trigo, en tanto que en la treonina y la metionina el grano del triticale es semejante al del trigo y mucho mayor que el centeno.

## Cuadro 2.3. Contenido de proteína y aminoácidos limitantes en trigo, triticale y centeno (BS)

Cereal	Proteína (%)	Fósforo (%)
Trigo harinero	11.3	0.33
Cebada	10.0	0.35
Centeno	9.5	0.34
Maíz	9.0	0.27
Triticale	11.6	0.40

Fuente: (Royo, 1992).

En Ohio, Estados Unidos de Norte América, se realizaron estudios en cuatro diferentes ensilajes y se observaron los datos que se observan en el cuadro siguiente, se pueden observar la comparaciones y niveles de M.S de la alfalfa son superiores a los del triticale esto indica que es buen forraje para ensilar (Weiss *et al.*, 1993).

**Cuadro 2.4 Composición química de diferentes ensilajes (BMS)**

<b>Nutriente</b>	<b>Maíz</b>	<b>Alfalfa</b>	<b>Triticale</b>	<b>Mezcla de sorgo</b>
<b>M.S (%)</b>	36.7	60.6	28.4	37.0
<b>PC (%)</b>	8.1	20.4	16.7	11.0
<b>FDN (%)</b>	40.9	42.9	52.9	62.3

Fuente: Weiss *et al.* (1993)

Khorasani *et al.* (1993) realizó un estudio en Alberta, Canadá donde se evaluaron la composición química de los ensilajes donde el grano estaba en estado masoso suave, y se obtuvieron los siguientes resultados, el triticale fue superado en los niveles de proteína por sus progenitores.

**Cuadro 2.5 Composición química de diferentes ensilados cosechados en estado masoso suave.**

<b>Medición</b>	<b>Alfalfa</b>	<b>Cebada</b>	<b>Avena</b>	<b>Triticale</b>
<b>MS (%)</b>	52.8	42.9	41.1	32.03
<b>MO (%)</b>	88.8	91.4	92.4	92.0
<b>PC (%)</b>	19.9	12.4	11.5	12.7
<b>FDN (%)</b>	45.6	50.6	60.8	54.3
<b>LIGNINA (%)</b>	6.7	3.2	3.7	3.7

Fuente: Khorasani *et al.* (1993)

El contenido de vitaminas del triticale podemos observar en el siguiente cuadro 2.6 que la niacina es superior en los dos ciclos.

### 2.6 Contenido de vitaminas del triticale de invierno y primavera.

Vitamina	Triticale de invierno (µg/g)	Triticale de primavera (µg/g)
Tiamina	9.8	9.0
Riboflavina	2.5	2.5
Niacina	17.9	16.0
Biotina	0.06	0.07
Folacina	0.56	0.77
Ac. pantotenico	9.1	8.3
Vitamina B6	4.7	4.9

Fuente: Dodge (1989)

### Cuadro 2.7 Composición mineral del grano del triticale

Mineral	Cantidad
K, mg/100g	400-500
Mg, mg/100g	190-110
Ca, mg/100g	30-150
P, mg/100g	240-300
Na, ppm	<100-200
Zn, ppm	13-19
Fe, ppm	60-100
Cu, ppm	3-8
Mn, ppm	10-22

Fuente: Kulshrestha y Usha (1992)

## **Técnicas de digestibilidad**

La energía es considerada como el primer nutriente limitante en todo sistema de alimentación, de allí la importancia de la valoración energética de los alimentos consumidos por los animales. La determinación del valor energético de los forrajes se puede estimar indirectamente mediante digestibilidades estimadas con técnicas *in situ* e *in vitro* y, recientemente, mediante técnicas que emplean enzimas celulolíticas (Arce *et al.* 2003).

Lachmann *et al.*, (2009), señala que la digestibilidad, estima la proporción de nutrientes en una ración que no son absorbidos por el animal. Ésta depende en gran parte, de la composición nutritiva de la ración, aunque su medición se complica porque las heces tienen cantidades de materiales que no provienen de la dieta (compuestos nitrogenados, lipídicos, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno). Por esta razón, los coeficientes de digestibilidad son “aparentes”, sin embargo son de gran utilidad.

### **Digestibilidad *in situ***

Consiste en colocar muestras de alimento, en una bolsa de material sintético permeables, dentro del rumen del animal fistulado. Se les deja de 24 a 48 horas, se secan para luego pesar y así calcular la digestibilidad. La técnica de digestibilidad *in situ* tiene mejor ventaja que la de *in vitro*, ya que esta se lleva directamente en el rumen del animal (Llamas Y Tejeda, 1990)

### **Digestibilidad *in vivo***

La digestibilidad puede ser medida *in vivo* o *in vitro*. En el primer caso se estima bajo cierto número de animales, mientras que en el segundo, se simula el

proceso natural de digestión en laboratorio, habiendo complicaciones de tipo práctico en ambas. En el consumo de forrajes, la digestibilidad *in vivo*, se ve alterada por: la capacidad de selección del animal en función de la oferta de material, la disponibilidad de agua, la tasa de pasaje del alimento y la eficiencia metabólica animal. También son consideradas las condiciones ambientales, haciendo que la técnica *in vitro* difícilmente pueda recrear las transformaciones que ocurren *in vivo* (Lachmann et al., 2009).

### **Digestibilidad *in vitro***

Digestibilidad *in vitro* los procedimientos químicos de valoración de los alimentos suelen substituirse por métodos enzimáticos de laboratorio que simulan el proceso de la digestión. Los métodos enzimáticos no son tan laboriosos como las pruebas de digestibilidad. La digestibilidad de los alimentos para rumiantes puede determinarse con bastante exactitud por fermentación ruminal *in vitro*.

En este procedimiento, es decir la incubación de muestras de alimentos en líquido del rumen en condiciones anaerobias, simula lo que ocurre en el rumen y los procesos secuenciales del tracto digestivo de los rumiantes. El medio suele ser una solución que simula la saliva de los rumiantes. El tiempo de incubación de la muestra es de 48 horas.

Una digestión durante 48 horas con microorganismos del rumen, seguido de una digestión durante 48 horas con pepsina y ácido clorhídrico. (Bondi, 1989)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del Área Experimental

El trabajo se llevó a cabo en el Rancho “El Campanario” ubicado en el municipio de Matamoros, Coahuila (Figura 3.1.). Esta localidad se ubica al suroeste del Estado de Coahuila, entre las coordenadas 103° 13’ 41” longitud oeste y 25° 31’ 40” latitud norte, a una altura de 1100 metros sobre el nivel del mar.

**Figura 3.1. Ubicación de la localidad donde fue establecido el cultivo de 15 genotipos de triticale forrajero**



## **Clima**

Su tipo de clima es BWhW(e') que es de los subtipos desértico-semicálidos, la temperatura media anual oscila entre los 22-24°C; la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 200 a 300 milímetros, con regímenes de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.

## **Características del Suelo**

El tipo de suelo es xerosol, suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, es calcárico. Los terrenos son planos, ligeramente ondulados, con pendientes menores al 8%, de textura media.

## **Material Genético Utilizado**

Se utilizaron 15 genotipos de Triticale (Cuadro 3. 1.), de los cuales 11 son líneas experimentales con hábitos de crecimiento intermedio e intermedio-invernal, que fueron proporcionados por el Proyecto de Triticale del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y 5 variedades testigo, incluyendo las variedades comerciales de triticale AN-38 y AN-105 de hábito intermedio y AN-31, AN-31P y AN-34 de hábito intermedio-invernal.

## **Preparación del terreno**

En esta localidad se realizaron las labores que tradicionalmente se utilizan para la siembra de otros cereales en la región, esto es, barbecho, rastreo doble y nivelación.

## Fechas de siembra

La siembra se realizó en seco, el 10 de Octubre de 2008, procediéndose a regar el mismo día mediante el sistema de aniego por gravedad. En esta localidad la siembra se realizó a mano, a chorrillo, depositando la semilla en el fondo del surco y tapando posteriormente con el pie.

**Cuadro 3.1 Genotipos utilizados para el establecimiento del cultivo triticale forrajero en la localidad “El Campanario” del municipio Matamoros, Coahuila. Ciclo 2008-2009.**

Genotipo	Descripción	Hábito de crecimiento
1	TCLF-65-05	Intermedio-Invernal
2	TCLF-66-05	Intermedio-Invernal
3	TCLF-184-05	Intermedio-Invernal
4	TCLF-185-05	Intermedio-Invernal
5	TCLF-203-05	Intermedio-Invernal
6	TCLF-204-05	Intermedio
7	TCLF-24-05	Intermedio-Invernal
8	TCLF-70-05	Intermedio-Invernal
9	TCLF-75-05	Intermedio-Invernal
10	TCLF-19-98-C	Intermedio
11	AN-38 (Testigo)	Intermedio
12	AN-105 (Testigo)	Intermedio
13	AN-31 (Testigo)	Intermedio-Invernal
14	AN-34 (Testigo)	Intermedio-Invernal
15	AN-31P (Testigo)	Intermedio-Invernal

## **Fertilización**

Se realizó aplicando 300 Kg. de sulfato de amonio (SA) y 150 Kg. de fosfato mono amónico (MAP), al momento de la siembra. Después de cada corte ó pastoreo se aplicaron 50 unidades de nitrógeno utilizando como fuente sulfato de amonio al 20.5%.

## **Riegos**

Se aplicó riego por gravedad, estos se aplicaron a la siembra con una lámina aproximada de 12 cm, posteriormente se aplicaron en El Campanario durante el ciclo del cultivo 4 riegos más de auxilio con una lámina similar a la del primero, dando un total de 5 riegos.

## **Muestreos**

El primer muestreo antes del primer corte de forraje se realizó el día 29 de Diciembre de 2008, (81 días después del riego de siembra), el segundo muestreo previo al segundo corte se hizo el día 09 de Febrero de 2009, (42 días después del primero), y el tercer muestreo previo al tercer corte de forraje se realizó el día 20 de Marzo de 2009, (40 días después del segundo). Los muestreos se realizaron manualmente, con rozadera, cortando el forraje aproximadamente a 2 cm sobre la superficie del suelo y cortado con maquinaria en la localidad de El Campanario.

## **Tamaño de parcela experimental**

Cada unidad experimental constó de 10 surcos de 15 m de largo con una separación entre surcos de 0.30 m, dando una superficie total de 45.0 m<sup>2</sup>.

## **Digestibilidad *in vitro* utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963)**

Esta técnica consiste en incubar las muestras de forraje a una fermentación anaerobia con líquido ruminal y saliva artificial, seguida de una digestión con pepsina ácida, ambas por 48 h. (Llamas y Tejeda, 1990).

El presente trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones de la Unidad Metabólica y el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se determinó la digestibilidad *in vitro* de 15 genotipos a través de 3 cortes.

## **Material utilizado**

- Termo para la recolección del líquido ruminal
- Tela para filtrar (gasa)
- Un bovino fistulado que se mantuvo con una dieta similar (forraje) durante la evaluación
- Jeringa automática de 50ml.
- Tubos de polietileno de 120 mm x 40mm de diámetro con válvulas de bunsen
- Baño con temperatura controlada a 39°C
- Papel filtro(watman)
- Crisol de porcelana

## **Reactivos**

- Inóculo flúido ruminal
- Saliva de Mc. Dougall

## **Aparatos**

- Molino de cuchillas con criba de 1mm
- Estufa de secado
- Balanza analítica

## **Obtención del líquido ruminal**

Para obtener la extracción del líquido ruminal se utilizó un bovino macho fistulado y canulado ruminalmente, de raza Charolais con peso vivo de 397 kg. Antes de la toma de muestras el animal donador fue encerrado en una corraleta metálica para restringir su acceso al alimento, el cual constaba de heno de avena además del agua, esto por 16 horas antes de la extracción del flúido ruminal para evitar su dilución.

## **Método experimental**

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca y orgánica (DIVMS), (DIVMO) se determinó utilizando la técnica descrita de Tilley y Terry (1963); se utilizaron 0.5 gramos de muestra del forraje por cada tubo, que se incubaron a baño serológico ó María con una temperatura de 39°C que involucró un período de incubación de 48 horas.

## **Análisis de laboratorio**

Para la incubación de las muestras se usaron 49 tubos de plásticos provistos de válvulas Bunsen donde posteriormente se les añadió 0.5 gr de muestra de los diferentes genotipos, también se agregaron 4 blancos todos los tubos llevaron 50 ml de la solución mezclada de líquido ruminal y saliva artificial Mc. Dougall e inmediatamente se incubaron en baño María a 39°C, en un período de 48 horas. Las muestras fueron agitadas con movimientos circulares dos veces al día evitando que las muestras quedaran adheridas en la pared del tubo. Después de 48 horas los tubos fueron retirados del baño serológico, se refrigeraron y seguidamente se centrifugaron para retirar el líquido y concentrar la muestra que se le agregó pepsina, y por último se filtró a través de papeles de Watman previamente pesados. Los papeles filtro con sus respectivas muestras se colocaron a la estufa a 50°C para secarse y luego las muestras se depositaron en el crisol de porcelana para ser introducidos a la mufla a 600°C por tres horas, para posteriormente pesarlos y realizar los análisis respectivos.

### **Cálculos**

#### **Digestibilidad *in vitro* de la materia seca % (MS)**

$$G-(H-I)*100/G$$

J.- Materia seca inicial g

$$G(C)/100$$

K.-M.O. Residual de la muestra E-F g

L.-M.O. residual del blanco, media de los tres tubos E-F g

#### **Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica % (M.O)**

$$J.- (K-L)*100/J$$

% M.O

% M.O. base seca=% M.S.T – ceniza base seca.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca

En el cuadro 4.1. se presentan las medias de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Se obtuvo una media general de 66.39 % destacando los materiales: TCLF-184-05 (68.23 %), TCLF-185-05 (70.43 %), TCLF-204-05 (68.43 %), TCLF-24-05 (70.23 %), TCLF-70-05 (69.07 %) y TCLF-75-05 (71.45 %), todos éstos superiores a la media general y muy semejantes a los valores reportados por Núñez *et al.* (2010) en una investigación con cereales en la región norte de México, donde el triticale AN-31, Pollmer y Eronga obtuvieron 71.59, 69.58 y 67.75 %, respectivamente. Sin embargo, los coeficientes de DIVMS de los testigos comerciales fueron inferiores a lo reportado por este mismo autor, quien incluso trabajó con uno de los testigos comerciales del presente estudio (AN-31) obteniendo una media de 71.59 % mientras que el mismo material, en nuestra prueba, presentó una media de 62.97 %. Así mismo, las medias obtenidas en este estudio fueron inferiores a los datos obtenidos por Cherney y Marten (1982), quienes condujeron un experimento en dos estados de madurez del triticale, y sus resultados obtenidos fueron de 80.1% a 81.4% en estado inmaduro de desarrollo; sin embargo, para el estado de embuche a floración, donde encontraron resultados de 73.0 % a 74.1%, aunque sus resultados son superiores a nuestros testigos comerciales, son muy semejantes a la media de nuestros materiales experimentales.

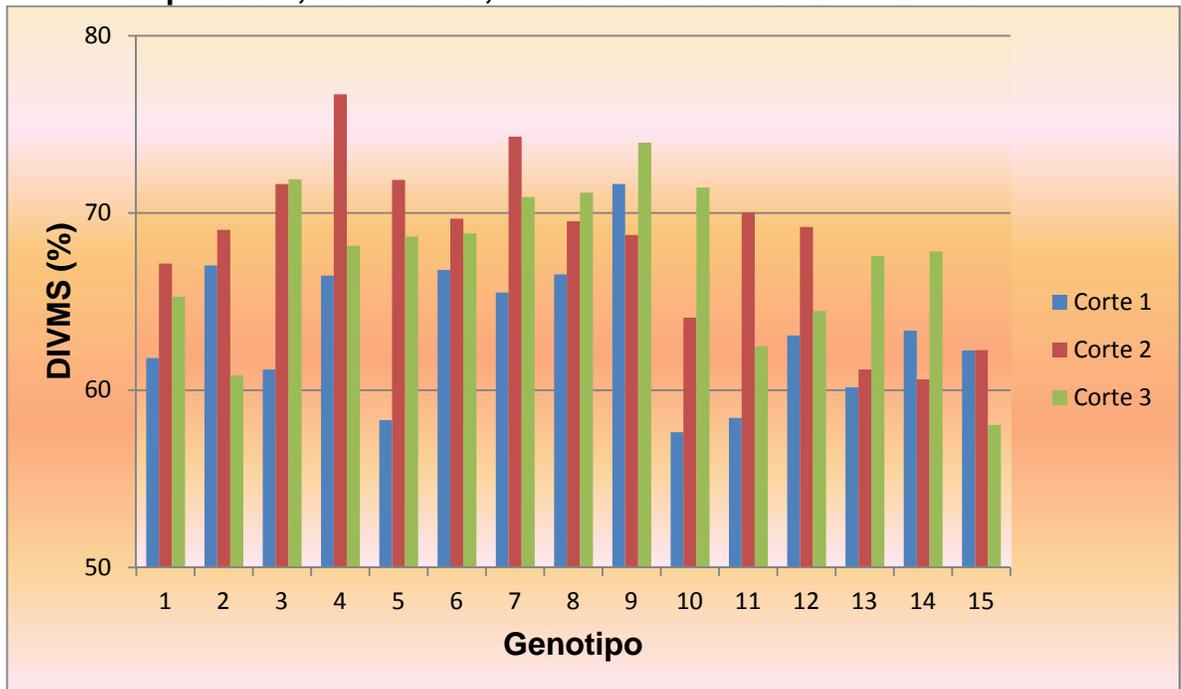
Los resultados obtenidos para las medias de cada corte presentaron diferencias considerables (63.34, 68.40 y 67.43 %, para los cortes 1, 2 y 3,

respectivamente). Como podemos observar en la Figura 4.1, el coeficiente de DIVMS del corte 2 de la mayoría de los genotipos fue mayor que los cortes 1 y 3; es decir que la DIVMS se fue incrementando y luego disminuyó. La explicación de esto se debe posiblemente a los diferentes días en que se realizaron los cortes, o como mencionan Helm *et al.* (2002), estas diferencias están estrechamente relacionadas con los porcentajes de hoja, tallo y espiga; asimismo, Van Soest (1994) menciona que las plantas conforme maduran van aumentando su nivel de lignificación. Bochi-brum *et al.* (1999) reportaron valores de DIVMS del heno de alfalfa de 79.1%, en heno de veza-cereal 74.2% y en trébol rojo 69.2%.

**Cuadro 4. 1. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca de variedades de triticale en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de “El Campanario”, Matamoros, Coahuila cosechadas en el ciclo 2008-2009.**

GENOTIPO	CORTE			MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	1	2	3		
1	61.81	67.15	65.27	64.74	2.71
2	67.04	69.04	60.85	65.64	4.27
3	61.16	71.62	71.89	68.23	6.12
4	66.45	76.68	68.15	70.43	5.48
5	58.31	71.87	68.67	66.28	7.09
6	66.78	69.67	68.85	68.43	1.49
7	65.51	74.29	70.90	70.23	4.43
8	66.53	69.53	71.14	69.07	2.34
9	71.62	68.75	73.97	71.45	2.61
10	57.63	64.09	71.43	64.38	6.91
11	58.44	70.02	62.48	63.64	5.88
12	63.09	69.21	64.47	65.59	3.21
13	60.16	61.17	67.57	62.97	4.02
14	63.36	60.61	67.83	63.93	3.64
15	62.23	62.27	58.05	60.85	2.43
<b>MEDIA</b>	63.34	68.40	67.43	<b>66.39</b>	<b>MEDIA</b>
<b>Desv. Est.</b>	3.96	4.65	4.46		<b>GENERAL</b>

**Figura 4. 1. Coeficiente de Digestibilidad *In Vitro* de la MS (%) de 15 Genotipos de Triticale Cosechadas en la Localidad de “El Campanario”, Matamoros, Coahuila en el Ciclo 2008-2009.**



Shaver (2004) señala que para forrajes de alta calidad nutricional, se deben tener valores mayores de 80 % en DIVMS, mientras que para forrajes de buena calidad, valores de 70%, para forrajes de regular calidad, valores de 65 a 70 %, y por último en forrajes de baja calidad nutricional, valores menores de 65 %. De tal manera que de acuerdo a lo definido por Shaver (2004), los materiales utilizados en el presente estudio quedarían clasificados de la siguiente manera: Testigos comerciales = baja calidad; Genotipos experimentales = regular calidad (Cuadro 4. 2.)

**Cuadro 4. 2. Comparación de las medias de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de los genotipos de triticale estudiados, de acuerdo a su estatus comercial (Experimental Vs. Testigo Comercial) en sus respectivos cortes.**

Hábito de crecimiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Media
<b>Experimental</b>	64.28	70.27	69.11	67.89
<b>Testigo Comercial</b>	61.46	64.66	64.08	63.40

Sin embargo, si consideramos su hábito de crecimiento, podemos observar que tanto los de crecimiento intermedio como intermedio-invernal (Cuadro 4. 3.), quedarían clasificados como forrajes de regular calidad. Cabe señalar que aun considerando lo expuesto por Shaver (2004), todos los triticales estudiados en la prueba pueden ser considerados de buena calidad ya que se trata de forrajes cultivados en zonas semiáridas.

**Cuadro 4. 3. Comparación de las medias de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de los genotipos de triticale estudiados, de acuerdo a su hábito de crecimiento (intermedio Vs. Intermedio-invernal) en sus respectivos cortes.**

Hábito de crecimiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Media
<b>Intermedio</b>	61.48	68.25	66.81	65.51
<b>Intermedio-invernal</b>	64.02	68.45	67.66	66.71

### Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Orgánica

En el cuadro 4. 4. se presentan las medias de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO). Se obtuvo una media general de 92.89 % destacando los materiales: TCLF-65-05 (93.64 %), TCLF-66-05 (93.41 %), TCLF-184-05 (94.05 %), TCLF-185-05 (92.91 %), TCLF-203-05 (93.21 %) y TCLF-75-05 (94.21 %), todos éstos superiores a la media general y también superiores a los valores reportados por Núñez *et al.* (2007), quienes analizaron los coeficientes de DIVMO, en variedades de triticale y cebada cosechados en dos cortes (embuche y lechoso masoso), encontraron 85.55 y 87.76%, respectivamente en el corte de embuche y 71.94 y 70.73%, respectivamente, en el corte en etapa lechoso-masoso.

**Cuadro 4. 4. Digestibilidad *in vitro* de la materia Orgánica de variedades de triticale en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de “El Campánario”, Matamoros, Coahuila cosechadas en el ciclo 2008-2009.**

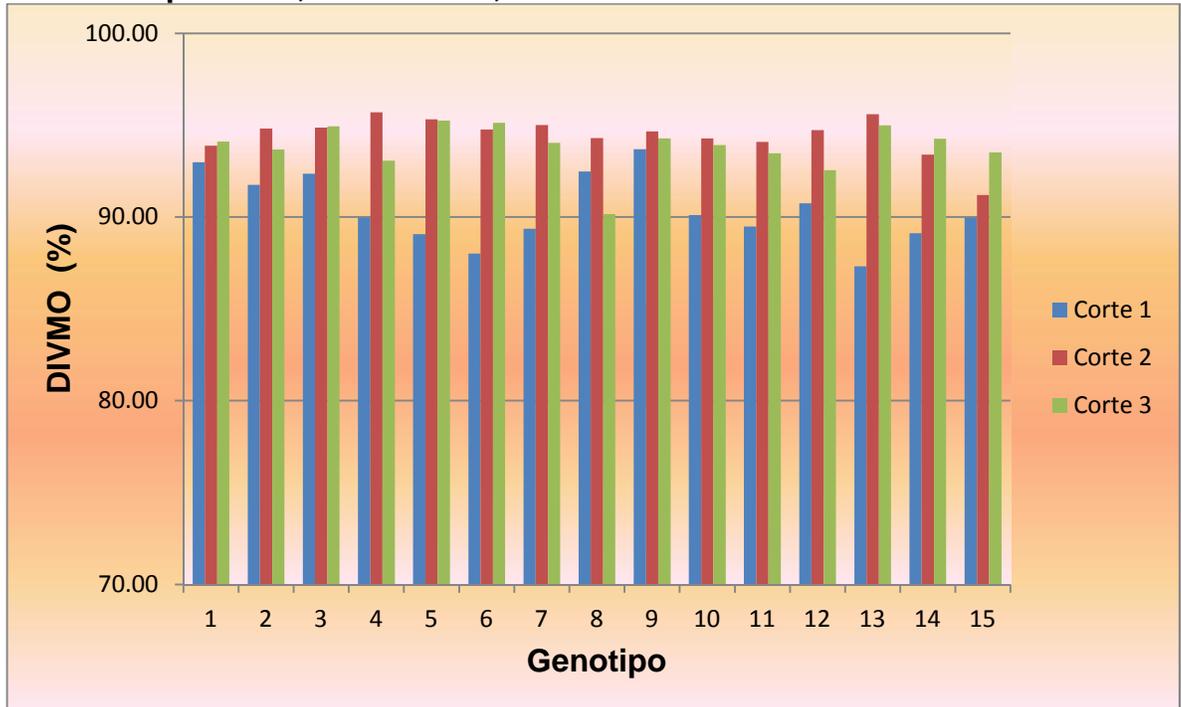
GENOTIPO	CORTE			MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	1	2	3		
1	92.97	93.87	94.10	93.64	0.60
2	91.75	94.82	93.67	93.41	1.55
3	92.36	94.87	94.93	94.05	1.47
4	89.96	95.69	93.07	92.91	2.87
5	89.06	95.31	95.25	93.21	3.59
6	88.01	94.76	95.12	92.63	4.00
7	89.36	95.00	94.04	92.80	3.02
8	92.48	94.29	90.16	92.31	2.07
9	93.69	94.65	94.28	94.21	0.48
10	90.11	94.28	93.91	92.77	2.31
11	89.47	94.09	93.46	92.34	2.51
12	90.74	94.72	92.55	92.67	1.99
13	87.31	95.59	94.99	92.63	4.62
14	89.11	93.40	94.25	92.25	2.75
15	89.97	91.20	93.51	91.56	1.80
<b>MEDIA</b>	90.42	94.44	93.82	<b>92.89</b>	<b>MEDIA GENERAL</b>
<b>Desv. Est.</b>	1.86	1.09	1.27		

Los resultados obtenidos para las medias de cada corte presentaron diferencias considerables (90.42, 94.44 y 93.82 %, para los cortes 1, 2 y 3, respectivamente). Como podemos observar en la Figura 4.2, el coeficiente de DIVMO del corte 2 de la mayoría de los genotipos fue mayor que los cortes 1 y 3; es decir que la DIVMS se fue incrementando y luego disminuyó, presentando la misma tendencia que la DIVMS.

Klopfenstein (1980) trabajando con rastrojo de maíz con tratamiento de hidróxido de sodio encontró valores de DIVMO de 60.38% para el rastrojo molido, 63.19% en rastrojo picado y 64.10% para rastrojo entero, resultando que está por debajo a lo obtenido en esta evaluación.

Miller y Stroup (2004) mencionan que los sorgos de nervadura café tienen mayor porcentaje de digestibilidad que variedades de sorgos comunes, indicando variabilidad de 75.0% a 84.2 % en la digestibilidad *in vitro*.

**Figura 4. 2. Coeficiente de Digestibilidad *In Vitro* de la MO (%) de 15 Genotipos de Triticale Cosechadas en la Localidad de “El Campanario”, Matamoros, Coahuila en el Ciclo 2008-2009.**



Como podemos observar en el cuadro 4. 5. Las medias de los testigos comerciales resultaron inferiores a la media general, mientras que los materiales experimentales demostraron ser superiores en cuanto a DIVMO. Lo mismo se presentó para las medias de los diferentes cortes, ya que en todos los cortes los coeficientes fueron mayores para los genotipos experimentales.

**Cuadro 4. 5. Comparación de las medias de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (%) de los genotipos de triticales estudiados, de acuerdo a su estatus comercial (Experimental Vs. Testigo Comercial) en sus respectivos cortes.**

Hábito de crecimiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Media
<b>Experimental</b>	90.97	94.75	93.85	93.19
<b>Testigo Comercial</b>	89.32	93.80	93.75	92.29

Por otro lado, si comparamos los materiales por su hábito de crecimiento, podemos observar que sus medias son muy semejantes excepto en el corte 1 donde los intermedio-invernal superan a los intermedio (Cuadro 4.6.).

**Cuadro 4. 6. Comparación de las medias de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (%) de los genotipos de triticales estudiados, de acuerdo a su hábito de crecimiento (intermedio Vs. Intermedio-invernal) en sus respectivos cortes.**

Hábito de crecimiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Media
<b>Intermedio</b>	89.58	94.46	93.76	92.60
<b>Intermedio-invernal</b>	90.73	94.43	93.84	93.00

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir lo siguiente:

- Por los coeficientes de digestibilidad de materia seca y orgánica observados en los genotipos aquí estudiados, podemos sugerir el uso de dichos forrajes en las dietas para rumiantes principalmente en épocas críticas.
- La mejores genotipos fueron el 3 (TCLF-184-05: 68.23, 94.05), 4 (TCLF-185-05: 70.43, 92.91) y 9 (TCLF-75-05: 71.45, 94.21) los tres con hábito de crecimiento intermedio-invernal, los cuales obtuvieron la mejor combinación de coeficientes de DIVMS y MO, estos 3 materiales son experimentales.
- Se concluye que estos 3 genotipos con buena digestibilidad pueden remplazar a las que ya se encuentran en el mercado y así poder explotarlo para obtener forrajes bajo condiciones desfavorables, con estas nuevas variedades los productores pueden contar con una fuente de forraje para suministrarlas en las dietas de los animales.

## LITERATURA CITADA

- Allison, C. D. 1985. Factors Affecting Forage Intake by Range Ruminants: a review. *J. Range Management*. 38:305.
- Arce, C., T. Arbaiza, F. Carcelen & O. Lucas. 2003. Estudio comparativo de la digestibilidad de forrajes mediante dos métodos de laboratorio. *Rev. Inv. Vet.* 14(1):7-12
- Belaid, A. 1994. Nutritive and Economic Value of Triticale as a Feed Grain for Poultry. CIMMYT Economics Paper 94-01: CIMMYT: México, D. F.
- Bochi-brum, O., Carro M.D., Valdez C., Gonzales J. S. López S. 1999. Digestibilidad *in vitro* de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. España, *archivos de zootecnia*. 48:51-56.
- Bondi, A. A. 1989. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546p.
- Bragg, D. B. y T. F. Sharby. 1970. Nutritive value of triticale for broiler chick diets. *poult. Sci.* 49 (4) 1022-1027. Resumen en *Biol. Abst.* Vol. 62 (5): 28, 229.
- Cadena, C. M. 2002. La calidad del forraje en la alimentación de vacas altamente eficientes. Memorias de la XIV semana internacional de agronomía FAZ-UJED.
- Cherney, J.H. and G.C Marten, 1982. Small grain crop. *Sci.* 22:227-230.
- Ciha, A.J. 1983 forage production of triticale relative to other spring grains. *Agron. J.* 75:610-613.
- CIMMYT. 1987. México y el (CIMMYT) Reseña de la investigación. México, D. F.
- Dodge, B.S. 1989. Food and Feed Uses. Triticale: A promising addition to the world's Cereal Grains. Pp. 43-51.

- EL Siglo de Torreón. Resumen, Sector Agropecuario. Jueves 1 de Enero del 2008. Torreón, Coahuila, México.
- FAO. 2003. conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles, preparado por J.M. Suttie Producción y protección vegetal N° 29, roma.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática köppen para adaptarlo a las condiciones climáticas de la república mexicana. Offest Larios. Tercera edición. México, D.F.
- Helm, JH, Salmon DF. Cereal silage options for western Canada. Proeced Western Canadian Dairy Seminar. Red Peer. Alberta. 2002:1-5.
- Hewstone, c., j. acevedo, y m. clarke. 1977. Comportamiento de triticales bajo condiciones extremas de humedad en la zona sur. p. 26-29. In C. Hewstone (ed.) Estudios preliminares de triticales en la zona sur de Chile. INIA Publ. Misc. 5. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile. Hewstone, c., y d. granger. 1985a. Nuevas v
- Hill, G. M. 1991. Quality: Triticale in animal nutrition. in: Proceedings of the Second International Triticale Symposium. CIMMYT: México, D.F. Pp 422-27.
- Hinojosa, M. B., A. Hede, S. Rajaram, J. Lozano del Rio, A. Valderrabano Gonzalez. 2002. Triticale: an alternative forage crop under fainfed conditions in Chihuahua, Mexico Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Triticale Symposium Supplement, Plant Breeding and Acclimatization Institute (IHAR), Radzikow, Poland, June 30 – July 5, 2002.
- Kent, N. L. 1987. Tecnología de los cereales (introducción para estudiantes de ciencia de Los alimentos y agricultura). Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
- Khorasani, G.R., Okine, E.K., Kennelly, J.J., and Helm, J.H. Effect of whole crop cereal grain silage substituted for alfalfa silage on performance of lactating dairy cows. 1993. Dairy science 76:3536-3546.
- Klopfestein, T. 1980. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatment. Animal sci. department, university of Nebraska. U.S.A.

- Kravchenco, Y.U. 1986, the nutritive value of triticale grains. Zhivotnovodstvo .
- Kulshrestha, K., and Usha, M. S. 1992. Biochemical composition and nutritional quality of triticale. J. Food Sci. Technol. (India).
- Lachmann, M.; Araujo Febres, O. La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes.
- Larrea, D.R, R.H. Holzman and M. Tulesi. 1986 stage of rowth, forage quality and yield of triticale. Wheat, Barley, Triticale. Abstracts. 3: 80.
- Llamas, L. G. y Tejeda, 1990. Técnica de laboratorio para el análisis de forrajes para rumiantes, manual de técnicas de investigación en ruminología. Sistemas de educación continúa en producción animal en México. A.C. ed. Consultores en producción edición. México D.F. pp. 38.
- Males, J. R and L. L. Falen. 1984. A comparison of triticale and barley for feedlot cattle. Anim Sci.
- Miller, FR. Stroup JA. Growth and management of sorghums for forage Production. In: Procead National Alfalfa Symp, San Diego, CA, UC Cooperative Extension, University of California, Davis. 2004.
- Minson DJ. Forrage in ruminant nutrition. USA: Academic Press; 1990.
- Morales, N. F. 2010. Digestibilidad *In situ* de la materia seca del forraje triticale (X Triticosecale wittmack) y Ebo (vicia sativa L.) Tesis de licenciatura, UAAAN, saltillo, Coahuila, México. Marzo. pp. 29.
- Muntzing, Arne. 1974. Historical review of the development of triticales, p. 13-30. In Triticale: proceedings of an international symposium, El Batán, Mexico, 1-3 October 1973. Tnt. Develop. Res. Center Monogr. IDRC-024e.
- Núñez, H. G., R. Faz., J. Martínez. 2007. Producción pecuaria, Sistemas de producción de triple cosecha anual de forraje para la Región Lagunera, ISSN: 1665-8892 pp 1-12.
- Rojas, c., a. Catrileo, M. Manríquez, y f. calabí. 2004. Evaluación de la época de corte de triticale (X Triticosecale Wittmack) para ensilaje. Agricultura

Técnica (Chile) 64:34-40.

Royo, C. 1992. EL TRITICALE. Bases para el cultivo y aprovechamiento Ediciones Mundi Prensa. Madrid España.

Shaver, RD. Forage quality variation. In Proceed Mid-South Ruminant Nutrition Conference., Arlington, TX. 2004:1-13.

SIAP: 2011, Tema disponible en web:  
[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351)

Tilley JMA, Terry RA. 1963. A two Stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J Brit Grassland Soc 18: 104-111.

Triticale, 2007 clasificación científica del triticale disponible en la web:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Triticale>.

Van Soest, P., 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2d. Edition. Cornell University Press. Ithaca and London.

Varughese, G, W. H. Pfeiffer, and R J. Peña. 1996. Triticale: A Successful.

Varughese, G., Barker T., y saari E. 1987. Triticale Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) México, D.F 32p.

Villareal, L. Javier, "Coahuila 78. Imagen y espíritu", Diario El Coahuilense, Saltillo, Coahuila, 1978.

Weiss, W.P., Koch, M.E., and Steiner, T.E. 1993. Comparison of diets based on triticale silage, sorghum. Soybean, and pea silage or alfalfa and corn silages when fed to dairy cows. Disponible en:  
<http://www.ag.ohiostate.edu/~ohioline/sc15629.html>.

Zamora, V. V. M., Lozano R. A. J., López B. A., Reyes V. M. H., Díaz S. H., Martínez R. J. M., Fuentes R. J. M. 2002. Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva de dos localidades de Coahuila. Tec Pecu Mex. 2002; 40(3): 229 -242.