

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 “Campo Sagrado”, Torreón,
Coahuila, durante el ciclo 2009-2010**

Por:

ELISEO BERNABEL SUÁREZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener

el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2012.

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 "Campo Sagrado", Torreón,
Coahuila, durante el ciclo 2009-2010**

Por:

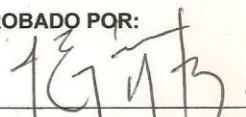
ELISEO BERNABEL SUÁREZ HERNÁNDEZ

TESIS

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

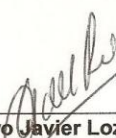
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:



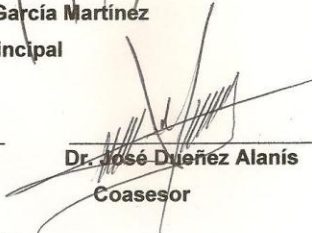
Dr. José Eduardo García Martínez

Asesor Principal



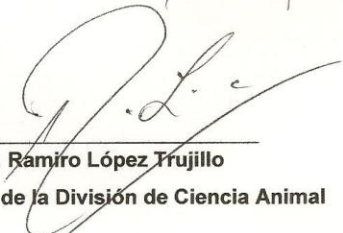
Dr. Alejandro Javier Lozano del Rio

Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís

Coasesor



Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2012

AGRADECIMIENTOS

A tí Díos, Ser divino por haberme dado la vida y principalmente por permitirme realizar una de mis metas más anheladas. Gracias por ayudarme a levantarme en mis fracasos y estar a mi lado cuando más lo he necesitado. Muchas gracias díos padre.

A mí Alma Mater

La “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” por darme la oportunidad de formarme Profesionalmente. Siempre formara parte de mi corazón por lograr realizar muchos sueños.

Al EIIPP, por haberme aceptado ser parte de él. Y por alcanzar el éxito.

Al Dr. José Eduardo García Martínez

Porque a pesar de ser una persona muy ocupada, me brindo un espacio para la realización de esta tesis. Por su apoyo en el asesoramiento y dedicación, gracias por sus conocimientos que me servirán de gran ayuda y espero contar siempre con su sabiduría y amistad.

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río,

por su valiosa colaboración en la revisión del escrito y por los comentarios y sugerencias que fortalecieron esta investigación con sus conocimientos.

Al Dr. José Dueñez Alanís,

por su apoyo en la revisión de este trabajo, Y por su aportación y sugerencias en la preparación del mismo.

A los Laboratoristas: Laura Maricela Lara López por bríndame todo su confianza y amistad, a Carlos Arévalo Sanmiguel por su apoyo en la realización de esta investigación. Mis agradecimientos sinceros a cada uno de ustedes.

DEDICATORIA

A mi Padre, Sr. Eduardo de la cruz Suárez Rodríguez.

Con mucho respeto y admiración, gracias por quererme tal y como soy y por haberme dado la motivación y los recursos para seguir estudiando.

A mi Madre, Sra. Flor de María Hernández

Aquí tienes el resultado que sin tus esfuerzos y apoyos hubiera logrado, y porque siempre me han brindado todo sin esperar nada a cambio, muchas gracias a los dos.

A mis Hermanos, Evander E. Suárez Hdez, y Neimar O. Suárez Hdez,

Por los apoyos morales y el ánimo que me brindaban para seguir adelante y porque sigo contando con ellos en cualquier momento.

A la Familia Quintero Álvarez

Por haberme acobijado en su hogar y hacerme sentir como un miembro más en su familia durante mi estancia y por brindarme sus amistad y apoyo incondicional.

A mis Amigos

A todos mis amigos de la generación CXII que junto con ellos pasamos momentos divertidos y difíciles, A mis amigos del eípp por haber convivido con ustedes todo este tiempo, siempre los tendré presente. Que dios los bendiga donde quieran que se encuentren y éxito en la vida.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito, Eliseo Bernabel Suárez Hernández, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 280933 y autor de la presente Tesis manifiesto que:

- 1.- Reconozco 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.- Entendiendo 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 relacionado al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATTE


Eliseo Bernabel Suárez Hernández
Tesisista de Licenciatura/AAAAN.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue 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. El experimento se estableció en el rancho “Campo Sagrado” municipio de Torreón, Coahuila. En octubre del 2010, los análisis se efectuaron mediante el método descrito por Tilley y Terry (1963).

Las medias obtenidas de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) para los 10 genotipos en prueba fueron de 74.11% y para los 5 testigos 73.85 %. En cuanto a las medias de los cortes se encontraron porcentajes de 74.03%. Los valores más altos en DIVMS fueron entre 85.71% - 80.28%, superiores a las medias de los testigos.

Los genotipos en prueba presentaron porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) con medias de 98.70% y de 97.09% para los testigos. Obteniendo una media en los cortes de 98.16%. Siendo el corte 1 el más sobresaliente. Con base a los resultados el triticale tiene grandes cualidades nutricionales aunadas a esto con una buena digestibilidad donde los genotipos en prueba logran tener buenos porcentajes demostrando ser 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.

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.....	5
Producción de Forrajes.....	5
Forraje.....	7
Calidad de los Forrajes.....	8
Consumo.....	9
Composición Química.....	11
Técnicas de Digestibilidad.....	16
Digestibilidad <i>In Vitro</i> de Varios Forrajes.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	37
LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Comportamiento de la producción agrícola de triticale forrajero en verde del ciclo: OI+PV del 2010.	6
2.2	Comportamiento de la producción agrícola de triticale en grano del ciclo: OI+PV del 2010.	6
2.3	Composición química y calidad nutritiva del grano de tres variedades de triticales (BS).	12
2.4	Composición química del grano de triticale de primavera e invierno.	13
2.5	Composición mineral del grano de triticale en (BS).	13
2.6	Contenido de vitaminas del triticale de invierno y de primavera.	14
2.7	Contenido de proteína y aminoácidos limitantes en trigo, triticale y centeno (BS).	14
2.8	Calidad de la proteína del grano de trigo, triticale y centeno.	15
2.9	Composición química de diferentes ensilajes (BMS).	15
2.10	Composición química de diferentes ensilados cosechados en estado harinoso suave.	16
2.11	Digestibilidad en la cebada y triticales de hábito primaveral e invernal.	20
2.12	Digestibilidad <i>in vitro</i> de variedades de cereales de invierno.	21
2.13	Porcentajes de digestibilidad <i>in vitro</i> en diferentes cortes de triticales facultativos e intermedios invernales.	22
2.14	Medias de digestibilidad <i>in vitro</i> de cereales de invierno en la Región Lagunera. Corte en embuche.	23
2.15	Medias de digestibilidad <i>in vitro</i> de cereales de invierno en la Región Lagunera. Corte en lechosos-masoso.	23

3.1	Genotipos utilizados para el establecimiento del cultivo de triticale forrajero en la localidad “Campo Sagrado”, del municipio de Torreón, Coahuila durante el ciclo 2009-2010.	26
4.1	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de variedades de triticale en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila cosechadas en el ciclo 2009-2010.	32
4.2	Comparación de las medias de digestibilidad de los genotipos estudiados con otros triticales y sus respectivos cortes.	34
4.3	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica de variedades de triticale en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila cosechadas en el ciclo 2009 – 2010.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	Ubicación de la localidad donde fue establecido el cultivo de 15 genotipos de triticale forrajero.	26
4.1	Coeficiente de Digestibilidad <i>In Vitro</i> de la MS (%) de 15 Genotipos de Triticale Cosechadas en la Localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila en el Ciclo 2009-2010.	33
4.2	Coeficiente de Digestibilidad <i>In Vitro</i> de la MO (%) de 15 Genotipos de Triticale Cosechadas en la Localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila en el Ciclo 2009-2010.	36

INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes para la subsistencia de la ganadería bovina en el Norte de México es un factor muy importante ya que es la principal fuente de alimentación y la más barata, tanto bajo explotaciones extensivas como intensivas. Aunado a esto surge la necesidad de los ganaderos de producir forraje suficiente y de buena calidad, pero dadas las condiciones climáticas en el norte de México, la producción de forrajes para la alimentación del ganado bovino se ve afectada frecuentemente tanto en invierno como en primavera, la falta de forraje verde de buena calidad y su déficit se encuentra muy relacionado con la escasez de lluvia o de agua de riego que como consecuencia provoca una insuficiencia drástica en la producción de los forrajes; en la actualidad los estados más azotados son Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí.

Por tal motivo se ha optado por la utilización de nuevas especies forrajeras que resistan a las sequías y toleren a las heladas, factores muy importantes en estas regiones. Uno de estos cultivos que puede solventar la escasez de forrajes es el triticale. Este cultivo ha demostrado ser un recurso forrajero con gran potencial agronómico por su amplia adaptación en diferentes condiciones agroclimáticas y edáficas así como también su excelente palatabilidad y su resistencia a plagas y enfermedades.

Estas características hacen que el triticale sobresalga en comparación con otros cultivos tradicionales como el maíz, sorgo, avena y el ryegrass entre otros en invierno, este cereal puede ofrecerse en estado fresco o también en pastoreo directo, ensilaje, heno o en grano.

Por otra parte, el programa de Cereales de la UAAAN en sus estudios realizados con el triticale nos ha evidenciado las bondades y la importancia que dicho cultivo tiene en superioridad significativa tanto en proteína, energía metabolizable, lisina, fósforo y su excelente palatabilidad desde el punto de vista nutricional es una buena alternativa para la alimentación del ganado bovino, ya que bajo ciertas condiciones limitantes de temperatura, suelo y restricción de agua este cultivo logra producir rendimientos muy adecuados.

Justificación

En base a lo anterior, contemplando al triticale como la opción para la alimentación del sistema pecuario, es necesario conocer el coeficiente de digestibilidad del triticale forrajero, los cuales varían ampliamente entre forrajes.

Objetivos

1.- Determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica de 15 genotipos de triticale forrajero cosechados en el rancho "Campo Sagrado" en Torreón, Coahuila, en el ciclo 2009 - 2010.

2.- Identificar los genotipos con mayor porcentaje de digestibilidad en el rancho estudiado.

Hipótesis

- Los genotipos en prueba son semejantes a los testigos, en cuanto al coeficiente de digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Triticale

El triticale (X *Triticosecale* Wittmack) es un forraje manipulado por el hombre de manera artificial, creado mediante las cruzas entre trigo (gén. *Triticum*) y centeno (gén. *Secale*). El trigo viene siendo el progenitor femenino de los triticales que posee 6 pares de cromosomas de las cuales pueden utilizarse el trigo cristalino (*Triticum durum*) o el harinero (*Triticum aestivum*). Por su parte, el centeno viene siendo el progenitor masculino que posee 7 pares de cromosomas. Generalmente el más utilizado como progenitor en el centeno es *Secale cereale* pero también se pueden utilizar otros centenos como *Secale montanum* y *Secale vavilovii* (Flores, 1989).

Este híbrido intergenérico posee características de ambos progenitores ya que combina el alto contenido protéico del trigo con el elevado contenido en lisina del centeno; además que el primer cereal cuenta con un alto rendimiento, buena productividad y resistencia a las enfermedades aunado con el vigor, la calidad proteica y la adaptabilidad del segundo cereal (Hulse, 1974). Briggie (1969), sugirió designar la palabra “triticale” al anfiploide de trigo por centeno. El nombre deriva de la combinación de los nombres científicos de los dos géneros descritos. Lukaszewski (2006) menciona que existen 2 clases de triticales, los hexaploides y los octaploides; estos se originan según la especie de trigo a entrecruzar. El triticale hexaploide deriva del cruzamiento entre centeno (*Secale cereale*) con 14 cromosomas de la especie diploide con el trigo duro (*Triticum turgidum*) con 28 cromosomas de la especie tetraploide. El triticale octaploide deriva de la duplicación cromosómica del híbrido intergenérico de centeno (*Secale cereale*) diploide de 14 cromosomas con el trigo harinero (*Triticum astivum*) de 42 cromosomas, así que esta segunda clase de triticale posee 56 cromosomas.

Los descubrimientos recientes correspondientes con la estructura del triticale, así como a la naturaleza química de sus componentes proteicos y amilosos, resumen que el componente principal del triticale es el almidón, con un porcentaje de 49.1% a 57.1%, según los estudios de Pomeranz, (1971).

Royo (1992) menciona que al utilizar triticale y trigo en la alimentación de rumiantes los resultados son similares. La gran ventaja del grano de triticale es que los microorganismos del rumen lo degradan con mayor rapidez en comparación con los granos de maíz y de cebada. De acuerdo con lo anterior el grano de triticale tiene la facilidad de degradarse rápidamente y si se complementa con un buen forraje henificado, formaría una excelente mezcla para la alimentación en los sistemas pecuarios. En general el triticale puede reemplazar total o parcialmente a los cultivos tradicionales como el maíz o el sorgo en las raciones de los animales (Males y Falen, 1984).

Origen

De acuerdo a Muntzing (1974), fue Stephen Wilson, un fitomejorador escocés quien obtuvo el primer híbrido de triticale, producto del cruzamiento entre trigo y centeno en 1875 y cuyo resultado fue una planta estéril, informando de dicha cruce en 1876 a la Sociedad Botánica de Edimburgo, Escocia. Fue hasta 1888 que se reportó la primera planta fértil de triticale por parte del Alemán W. Rimpau quien junto a su colega Meister en 1928 le designaron una descripción botánica a la combinación de ambas especies llamándolo *Triticum secalotricum saratoviense Meister* (Gustafson, 1983). López (1991) menciona que Rimpau al seguir con sus estudios y tras realizar varios cruzamientos de semillas, generación tras generación, encontró una espiga con 15 semillas fértiles, de las cuales 12 germinaron como plantas fértiles con uniformidad genética, obteniéndose de esta manera los primeros verdaderos triticales.

Clasificación Taxonómica (<http://es.wikipedia.org/wiki/Triticale>)

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 Forrajes

En el caso de forrajes anuales de invierno en la Región Lagunera, en el ciclo otoño-invierno del 2006-2007, se sembraron 14,024 ha, correspondiendo a 11, 785 de avena, 709 de ballico anual, 183 de trigo forrajero y 975 de triticales; con rendimientos promedios de 38.2, 42.1, 33.9 y 33.8 ton/ha de forraje verde, respectivamente (el Siglo de Torreón, 2008).

Datos recientes publicados por el servicio de información agroalimentaria y pesquera de México (SIAP, 2010) reportó una producción agrícola de triticales forrajero en verde y para grano del ciclo: OI+PV del 2010 (Cuadros 2.1 y 2.2).

Cuadro 2.1.- Comportamiento de la producción agrícola de triticale forrajero en verde del ciclo: Ol+PV del 2010.

ESTADOS	SUPERFICIE SEMBRADA (Ha)	PRODUCCIÓN (Ton)	RENDIMIENTO (Ton/Ha)
Querétaro	1,059.00	35,145.00	33.19
Aguascalientes	954	34,972.00	36.66
Chihuahua	613	22,342.54	36.45
Coahuila	640	19,733.70	30.83
Durango	394	18,049.50	45.81
Guanajuato	525	13,325.00	25.38
Jalisco	410	12,453.64	30.38
Zacatecas	27	763.5	28.28
Nuevo león	8	116	14.5
Total	4,630.00	156,900.88	33.89

Fuente: SIAP (2010)

Cuadro 2.2.- Comportamiento de la producción agrícola de triticale en grano del ciclo: Ol+PV del 2010.

ESTADOS	SUPERFICIE SEMBRADA (Ha)	PRODUCCIÓN (Ton)	RENDIMIENTO (Ton/Ha)
México	573	829	1.45
Guanajuato	80	392	4.9
Coahuila	50	137	2.74
Michoacán	20	40	2
Total	723	1,398.00	1.93

Fuente: SIAP (2010)

Forraje

Se conoce como forraje a la hierba (pasto seco) que se le da al ganado para la alimentación. En estos últimos años, debido a la demanda de alimentos para la población, resulta de vital importancia la producción a gran escala del forraje, donde principalmente en las temporadas críticas y en zonas ganaderas son altamente requeridos (FAO, 2003).

En la actualidad se ha manifestado un gran interés en el uso del triticale como una fuente de forraje para la alimentación del ganado bovino, ya que acumula un alto volumen de forraje por unidad de superficie, superando al ballico anual y a la avena, este recurso forrajero tiene la posibilidad de ser utilizado como suplemento invernal y así sustituir a la avena u otro forraje invernal y puede proporcionarse en pastoreo directo o a través de su conservación como ensilaje, heno o grano, ya que cuenta con un gran rendimiento y su potencial para adaptarse a diferentes condiciones agroclimáticas y edáficas (Teuber *et al.*, 1986).

De los cultivos forrajeros de invierno, los triticales son los más recomendables para el aprovechamiento forrajero, por su mayor desarrollo y cantidad de biomasa; el CIMMYT inició un programa de mejora de triticales exclusivos para forraje, generando una alta calidad forrajera en las etapas fenológicas de amacollamiento y embuche. Los triticales de invierno y primavera cada vez son más utilizados como cultivos para pastura, forraje y de doble propósito forraje y grano (Pfeiffer, 1992). En países en vías de desarrollo donde la paja es la única fuente alimenticia para el ganado, principalmente en el Norte de Africa, el triticale puede utilizarse simultáneamente para la producción de grano y forraje, lo cual es de mucho interés en las zonas ganaderas. Este aprovechamiento consiste en cortar o pastorear el cultivo joven y posteriormente dejar que la planta rebrote y produzca grano (Royo, 1992).

Calidad de los Forrajes

Cadena (2002) señala que los forrajes pueden llegar a formar parte de una ración para ganado lechero y/o ganado de carne en una proporción del 45% al 100%. Los rumiantes necesitan de la fibra en las raciones para un correcto funcionamiento ruminal (NRC, 2001), tanto de su calidad como de cantidad; esta calidad está dada en parte por su grado de digestibilidad a nivel ruminal. Los nutrientes en los forrajes pueden variar por la especie, madurez de la planta, condición de crecimiento, fertilidad del suelo, método de cosecha, condición de conservación y duración del almacenamiento (Cadena, 2002).

Hughes *et al.* (1981) mencionan que para que un forraje sea de buena calidad influyen muchas variables, entre los principales tenemos: origen genético, estado fenológico de la planta, tipo de suelo, condiciones atmosféricas, prácticas de manejo, etc.

No todas las especies forrajeras ofrecen un forraje igualmente digestible. Su grado de digestibilidad depende de factores antes mencionados, ya que además la forma de suministrarlo también influye; se pueden ofrecer en verde, henificado o ensilado. El poder digestible tampoco es igual entre los rumiantes y no rumiantes (Morales, 2010)

Cuando se utiliza como cultivo forrajero, se ha encontrado que el triticale tiene un potencial de forraje y contenido proteico superiores a los de la avena, el grano tiene una calidad nutritiva semejante a la del trigo, y se parece más al trigo que al centeno en cuanto a tamaño, forma y composición química del grano. En particular el mayor contenido de lisina, su mejor digestibilidad proteica y su balance de minerales, lo hacen especialmente adecuado para remplazar o complementar a otros cereales en la alimentación animal. Algunos estudios mencionan que el triticale iguala o supera al trigo cuando se utiliza como

componente del alimento animal. Los estudios comprueban que bovinos alimentados a libre pastoreo con triticale tuvieron aumentos diarios en peso equivalente a 0.72 kg, en comparación con los incrementos de 0.69 kg de los que fueron alimentados con trigo y de 0.59 kg en los alimentados con centeno (Varughese *et al.*, 1987).

Bragg y Sharby (1970) compararon el valor nutritivo de los triticales con trigo en raciones de crecimiento para pollos. Encontraron que el triticale puede remplazar completamente o en parte, sin afectar adversamente el crecimiento o la relación de alimento a ganancia.

El contenido de fósforo en el triticale es superior a cualquiera de sus progenitores y los valores son 4.5 g/kg de materia seca en comparación con 3.8 g/kg del trigo y 4.1 g/kg del centeno y esto lo convierte en un elemento conveniente en la alimentación de cerdos y gallinas, ya que cubren adecuadamente sus requerimientos (Varughese *et al.*, 1987).

Consumo

Allison (1985) señala que la cantidad de materia seca de los forrajes que es consumida es el factor más importante que regula la producción de rumiantes a partir de forrajes, por este motivo, Allison señala que el valor nutritivo de un forraje en la producción animal depende más de la cantidad consumida que de su composición química.

Van Soest (1994) señala que el consumo de forrajes depende del volumen estructural, y por lo tanto, del contenido de paredes celulares del forraje.

Aproximadamente el 90% de la producción mundial de triticale se utiliza para la alimentación animal en varias formas como puede ser en grano, forraje o

ambos (Belaid, 1994). El grano del triticale muestra ser un cereal con potencial en la alimentación ganadera, ya que tiene cierta ventaja sobre el centeno porque puede emplearse en forma directa sin procesamiento alguno en la alimentación del ganado (Dodge, 1989).

En muchos estudios relacionados con la alimentación animal, el triticale iguala o a veces supera al trigo cuando este se presenta en las dietas de los animales; por ser buen forraje puede sustituir al trigo, maíz, sorgo, cebada y centeno en la alimentación animal, además puede retoñar varias veces después de apacentar el ganado (Varughese *et al.*, 1987).

Diversos estudios señalan que los rendimientos de biomasa por hectárea del triticale son mayores en comparación a la del trigo, avena, cebada y el centeno. Además, los estudios indican que los animales prefieren al triticale que a otros cereales forrajeros (CIMMYT, 1987).

Kravchenco *et al.* (1986), señalan que el triticale forrajero es una buena fuente de energía en las dietas y puede ser utilizado para la alimentación en el sector pecuario, porque al efectuar una comparación con los granos tradicionales como la cebada, trigo, maíz, y sorgo, se obtuvieron incrementos graduales ya que este cereal es muy apetecible y puede sustituir a los granos tradicionales que comúnmente se utilizan en la nutrición animal, ya que tiene un valor nutritivo alto en proteína y energía.

Hill (1991) menciona que en animales no rumiantes es necesario que exista un buen balance de minerales para obtener un buen crecimiento y producción. El triticale por su buen contenido de proteína, aminoácidos esenciales y lisina mejor que otros cereales inclusive al maíz, hace que se incremente su uso como ingrediente en la dieta de los animales.

Royo (1992) menciona que el triticale puede sustituir total o parcialmente el suplemento proteico (pasta de soya) que normalmente se utiliza para equilibrar dietas en cerdos y aves.

En la alimentación de rumiantes se ha incrementado su utilización en los últimos años sobre todo en países en vías de desarrollo, donde se padece una mayor escasez de alimentos para el ganado de carne y leche (Benbelkacem, 2002). En México, el 90% del triticale que se produce se destina para alimentación animal, por ejemplo al ganado lechero y de carne sobre todo en la zona norte del país además de las ovejas, cerdos y las aves de corral (Lozano, 2004).

Composición Química

Kent (1987) señala que el grano de triticale está formado por: carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales (cenizas) y otras sustancias, los cuales son nutrientes importantes en la dieta de los animales y de los humanos, además que los carbohidratos constituyen el 77 al 87 % de la materia seca total.

La composición química y valor nutritivo del grano de triticale en la alimentación animal es muy importante sobre todo en bovinos de carne donde el grano de triticale es usado como concentrado de las raciones. Los estudios efectuados en el laboratorio de bromatología del INIA en Temuco, Chile, muestran una buena concentración de nutrientes en el grano y se observan en el cuadro 2.3. INIA (2000).

Varughese *et al.* (1996) dentro de sus investigaciones con granos de triticales de primavera y de invierno realizaron los análisis y descubrieron que el componente almidón es el carbohidrato más predominante además de los azúcares libres, fibra cruda y pentosanos (Cuadro 2.4).

Kulshrestha y Usha (1992) reportaron los análisis del grano de triticale, para determinar el contenido de fósforo y otros minerales deficiente en los forrajes, los resultados muestran niveles altos en potasio y fósforo en el grano de triticale (Cuadro 2.5).

El triticale es una buena fuente de vitaminas del complejo B, principalmente de niacina, tiamina, y ácido pantoténico, como podemos observar, los niveles de vitaminas son similares en ambos tipos de triticales (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.3.- Composición química y calidad nutritiva del grano de tres variedades de triticales (BS).

Análisis Químico	Variedades INIA		
	Antuco	Calbuco	Tolhuaca
Materia seca %	87.5	87.0	87.5
Proteína total (N x 6.25) %	9.9	11.4	10.9
Digestibilidad de la proteína %	63.6	66.6	66.1
Extracto Etéreo (grasas) %	3.1	1.5	1.0
Fibra cruda %	3.2	3.6	2.9
Cenizas %	1.1	0.6	1.7
Calcio %	0.04	0.04	0.04
Fosforo %	0.30	0.30	0.30
Extracto Libre de nitrógeno %	82.7	82.9	83.5
Energía Metabolizable Mcal/kg	3.21	3.18	3.25
Energía Digestible Mcal/kg	3.91	3.81	3.96
Total de Nutrientes Digestibles %	88.7	87.9	89.8

Fuente: INIA (2000)

Cuadro 2.4.- Composición química del grano de triticale de primavera e invierno.

Cereal	Almidón (%)	Azúcares Libres (%)	Fibra cruda (%)	Proteína¹ (%)	Extracto etéreo (%)	Cenizas (%)
Triticale de Primavera	57-65	3.7-5.2	3.1-4.5	10.3-15.6	1.5-2.4	1.4-2.0
Triticale de Invierno	53-63	4.3-7.6	2.3-3.0	10.2-13.5	1.1.-1.9	1.8-2.9

¹N X 5.7 Fuente: Varughese *et al.* (1996)

Cuadro 2.5.- Composición mineral del grano de triticale en (BS)

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).

Cuadro 2.6.- Contenido de vitaminas del triticale de invierno y de 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
Folacin	0.56	0.77
Ac. Pantoténico	9.1	8.3
Vitamina B6	4.7	4.9

Fuente: Dodge (1989).

El contenido de proteína en el grano de triticale por lo regular iguala o ligeramente supera al trigo, y la proteína tiene un mejor balance de aminoácidos. El contenido de lisina se observa en mayor nivel que el trigo, este aminoácido es limitante en la mayoría de los cereales, y los niveles de lisina en el centeno ligeramente igualan al triticale. En cuanto al contenido de treonina y metionina en el grano de triticale es semejante al del trigo y superior a la del centeno (Cuadro 2.7).

Cuadro 2.7.- Contenido de proteína y aminoácidos limitantes en trigo, triticale y centeno (BS)

Cereal	Proteína (%)	Aminoácidos limitantes (g/16g de N)		
		Lisina	Treonina	Metionina
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)

Heger *et al.* (1989) indicaron que la digestibilidad proteica y la proteína utilizable del grano de triticale es mayor que en sus progenitores. El valor biológico de la proteína del triticale es más bajo que el centeno pero más alto que del trigo. El contenido de energía digestible en el triticale es similar al encontrado en los otros cereales (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8.- Calidad de la proteína del grano de trigo, triticale y centeno

Cereal	Digestibilidad de la proteína (%)	Valor Biológico	Proteína Neta Utilizable	Proteína Utilizable (%)	Energía Digestible (%)
Trigo	91.1	62.6	57.1	7.40	87.6
Triticale	92.7	67.5	62.6	8.84	87.2
Centeno	85.1	77.0	65.5	7.33	84.3

Fuente: Heger *et al.* (1989)

Weiss *et al.* (1993) realizaron estudios bromatológicos en Ohio, EEUU. Utilizando cuatro ensilajes y de acuerdo a los datos obtenidos que se observan en el cuadro 2.9 donde las comparaciones en los niveles de M.S de la alfalfa son muy altos que el triticale lo que demuestra que al ensilar triticale es favorable por los buenos rangos de M.S

Cuadro 2.9.- Composición química de diferentes ensilajes (BMS)

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

Fuente: Weiss *et al.* (1993)

En un estudio realizado por Khorasani *et al.* (1993) en Alberta Canadá, evaluaron la composición química de ensilajes cosechados al estado de grano masoso suave, considerando que la alfalfa obtuvo un segundo corte después de los análisis, como se puede ver en el cuadro 2.10, los niveles de proteína en el triticale fueron superados exitosamente por los progenitores.

Cuadro 2.10.- Composición química de diferentes ensilados cosechados en estado masoso suave.

MEDICION	ALFALFA	CEBADA	AVENA	TRITICALE
MS (%)	52.8	42.9	41.1	32.03
MO (%)	88.8	91.4	92.4	92.3
PC (%)	19.9	12.4	11.5	12.7
FDN (%)	45.6	50.6	60.8	54.3
LIGNINA (%)	6.7	3.2	3.7	3.7

Fuente: Khorasani *et al.* (1993)

Técnicas de Digestibilidad

Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes que se presentan en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994) quedando disponibles para el animal (Bondi, 1989).

Los investigadores Rodríguez y Llamas (1990) han desarrollado técnicas para evaluar la digestibilidad de nutrientes por parte de los rumiantes, y así es como surgen las pruebas de digestibilidad ruminal *in vivo*, *in situ* e *in vitro*.

La digestibilidad puede ser estimada por sistemas *in vitro* del rumen que simulan el proceso de digestión, este sistema *in vitro* pueden ser más preciso, porque *in vivo* los microorganismos y las enzimas son más sensibles a los factores indeterminados que influyen el ritmo y la extensión de digestión.

Los sistemas químicos son rápidos y ofrecen mejor copia; sin embargo no reflejan el proceso biológico de digestión que ocurre en el ambiente del rumen. La técnica de la bolsa de tela puede proveer una mejor indicación de digestión en el rumen, pero tiene su propio conjunto de problemas (Van Soest, 1994).

Digestibilidad in vivo

Para esta técnica es necesario contar con jaulas metálicas o de madera individuales que permitan obtener con facilidad la recolección de las heces. Para determinar esta digestibilidad se recomienda que el animal se le proporcione un periodo de adaptación que consiste de 7 a 12 días, se deben tomar pesos al principio y al final de la prueba y desparasitarse anticipadamente de iniciar el tiempo de adaptación.

La alimentación se le proporciona en dos raciones (mañana y tarde), para hacer la recolección de las heces se debe de empezar dos días después de iniciar la colección de residuos de alimento y continuarse por dos días más después de haber finalizado la recolección de estas.

Los remanentes de alimento de cada animal se deben pesar diariamente con una submuestra y determinar la materia seca, ya que posteriormente esta submuestra puede utilizarse para los análisis químicos (Rodríguez y Llamas, 1990).

Digestibilidad in situ

Para determinar esta técnica de digestibilidad de los alimentos o ingredientes que se vayan a evaluar, se requieren de disponer de rumiantes fistulados y bolsas sintéticas para poder introducir las muestras de alimento, las bolsas de nylon tienen una porosidad para que facilite a los microorganismos del líquido ruminal actuar sobre las muestras de alimento; estas muestras de alimento con anterioridad se pesan y se les determina la composición mediante los análisis, posteriormente se mide la desaparición a través de intervalos periódicos en un tiempo aproximado de 96 horas, sin embargo este tiempo puede variar para que el líquido ruminal actúe, pasando a evaluar el tiempo y cambios en su composición.

La digestibilidad *in situ* tiene ventajas mayores que la *in vitro* entre ellas es que la digestión se lleva a cabo directamente en el rumen del animal de manera natural (Llamas y Tejeda, 1990).

Digestibilidad in vitro

Esta técnica de digestibilidad *in vitro* comprende de dos etapas, en la primera se realiza la fermentación en un sistema cerrado que simula la digestibilidad del tracto digestivo, donde los productos de la fermentación no son removidos, esta fermentación la realizan los microorganismos que se encuentran en el líquido ruminal y que es utilizado como inóculo. Para que este líquido ruminal funcione correctamente hay que crearle las condiciones adecuadas a las bacterias ruminales especialmente las celulolíticas, proporcionándole una solución amortiguadora del PH, que simula la saliva del rumiante. En la segunda etapa se realiza una digestión con pepsina ácida, en este proceso se elimina la proteína microbiana existente quedando únicamente la materia seca no digerida, lo que sucede en esta etapa se asemeja con lo que sucede en el abomaso del animal (Llamas y Tejeda, 1990).

La técnica de digestibilidad *in vitro*, corresponde a una fermentación anaeróbica del sustrato de la muestra, con líquido ruminal filtrado y mezclado con el medio amortiguador o solución buffer que simula la saliva del rumiante.

En los sistemas *in vitro* a diferencia del rumen no hay un suministro continuo de saliva que podría abastecer de nitrógeno por tal razón es importante suministrarle todos los nutrientes necesarios, principalmente amoníaco que se podría encontrar limitado en los forrajes de baja calidad (Van Soest *et al.*, 1994). La pérdida de materia seca y de la materia orgánica se considera respectivamente digerida (Tejeda, 1992).

Cuando el inóculo proviene de animales alimentados con diferentes dietas, existirá gran diferencia significativa en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de los alimentos, (Nelson *et al.* 1972); por otra parte Johnson (1963), recomienda alimentar al animal donador del inóculo con la ración que va ser analizada, esto para que el animal se adapte con dicha ración, y así ofrecer mayor ventaja en cantidad de especies y tipos de microorganismos en el rumen de tal manera que se tendrán resultados más reales y precisos. Grant *et al.* (1974) mencionan que la digestibilidad de la materia seca es afectada por la fuente de inóculo ruminal.

Digestibilidad enzimática

En la actualidad a surgido otra alternativa para medir la digestibilidad de los forrajes, mediante el uso de enzimas (DCMS). Aquí, el líquido ruminal es reemplazado por una solución de celulasa, enzima proveniente del hongo *Penicillium funiculosum*. Este método es de fácil aplicación y de bajo costo, el cual no es necesario el uso de animales de experimentación (Burghara y Sleeper, 1986).

Digestibilidad *In Vitro* de Diferentes Forrajes

McCloy *et al.* (1971) reportan valores para digestibilidad *in situ* en ganado bovino de la materia seca del triticale forrajero y el grano de sorgo de 72.8% y 69.6% respectivamente.

Morrison (1977) analizando un ensilaje de maíz de variedad tardía, reportó una digestibilidad de la materia seca del 75%.

Baron *et al.* (1999), mencionan diferencias entre variedades de cebada y triticales de hábito primaveral e invernal en digestibilidad de la materia seca, los valores se observan en el cuadro 2.11. Por otra parte Helm *et al.* (2002) mencionan que estas diferencias están estrechamente relacionadas con los porcentajes de hoja, tallo y espiga.

Cuadro 2.11.- Digestibilidad en la cebada y triticales de hábito primaveral e invernal

Forrajes	% de Digestibilidad
Cebada	60 a 68%
Triticales de hábito primaveral e invernal	61 a 66%

Fuente: Barón *et al.* (1999)

Urrutia (1980), evaluando la digestibilidad *in vitro* de ensilaje de maíz, encontró que la digestibilidad de la materia seca era de 59.95% mientras que la digestibilidad de la materia orgánica era de 58.57%.

Miller y Stroup (2004) mencionan que en sus estudios con sorgos de nervadura café, encontraron que hay mayor digestibilidad que en las variedades de sorgos comunes, indicando una variabilidad de 75.0% a 84.2 % en la digestibilidad *in vitro*.

En los estudios de Galván (1994) se reportaron valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 52.85% y la materia orgánica de 50.32 % en forraje de maíz.

En una investigación realizado por Nuñez *et al.* (2010) para generar conocimientos de parámetros de características agronómicas y nutricionales de variedades de cereales anuales de invierno (Cuadro 2.12) publicando resultados de digestibilidad *in vitro* de los cereales más utilizados en la región norte de México, reportó que el triticale AN-31 sobresale en comparación a la avena Cuauhtémoc.

Cuadro 2.12.- Digestibilidad *in vitro* de variedades de cereales de invierno.

Variedad	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)
Avena Cuauhtémoc	68.39
Avena Chihuahua	73.33
Avena Cevamex	73.74
Triticale Eronga	67.75
Triticale AN-31	71.59
Triticale Pollmer	69.58
Trigo Temporalero	70.85
Trigo Náhuatl f-200	73.47
Trigo Anáhuac	70.65
Cebada San Marcos	71.08
Cebada Cántabra	72.09
Cabada Experimental	73.18

Fuente: Nuñez *et al.* (2010)

Carey *et al.* (1993) mencionan valores para digestibilidad *in situ* de la materia seca a las 48 horas de 52.3% en la cebada, de 54.5% en la pulpa de remolacha y de 54.4% en el maíz.

Bochi-brum *et al.* (1999) reportaron valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de heno de alfalfa de 79.1%, en heno de veza-cereal 74.2% y en trébol rojo 69.2%.

Zamora *et al.* (2002) señalaron valores de digestibilidad de la materia seca en triticales facultativos y los intermedios-invernales que se realizaron en tres diferentes cortes, cuyos valores se demuestran en el cuadro 2.13.

Cuadro 2.13.- Porcentajes de digestibilidad *in vitro* en diferentes cortes de triticales facultativos e intermedios invernales.

Triticales	1er Corte	2do Corte	3er Corte
Facultativos	70.87%	65.37%	62.78%
Intermedios-invernales	71.01%	68.22%	66.92%

Zamora *et al.* (2002)

Ciha, *et al* (1983), mencionan valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 88.0% a 91.0% para avena y triticales respectivamente.

Cherney y Marten (1982) y Larrea *et al.* (1986) condujeron un experimento para la determinación de la digestibilidad *in vitro* en dos estados de madurez del triticales, los resultados obtenidos fueron de 80.1% a 81.4% en estado inmaduro de desarrollo y de 73.0 % a 74.1% en la etapa de embuche a floración.

Klopfenstein (1980) trabajando con rastrojo de maíz con tratamiento y sin tratamiento de hidróxido de sodio, encontró valores de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del rastrojo con porcentajes de 60.91 % para el rastrojo sin

tratamiento y en los tratados con hidróxido tuvieron porcentajes de 60.38% para el rastrojo molido, 63.19% en rastrojo picado y 64.10% para rastrojo entero.

En un estudio efectuado por Núñez *et al.* (2007) en los campos experimentales del INIFAP, en Matamoros, Coahuila en el ciclo 2002, donde el objetivo principal de dicha investigación fue de generar información sobre la digestibilidad *in vitro* de diversas variedades de cereales de invierno cosechados en estado de embuche y estado lechoso masoso, reportaron mayor porcentaje de digestibilidad en el corte que se realizó en estado de embuche que en los cortes en etapa lechoso-masoso. Los datos obtenidos se presentan en el cuadro 2.14 y 2.15.

Cuadro 2.14.- Medias de digestibilidad *in vitro* de cereales de invierno en la Región Lagunera. Corte en embuche.

Forrajes	DIV %
Avenas	70.26
Cebadas	70.73
Centenos	71.26
Trigos	74.30
Triticales	71.94

Fuente: Núñez *et al.* (2007)

Cuadro 2.15.- Medias de digestibilidad *in vitro* de cereales de invierno en la Región Lagunera. Corte en lechosos-masoso.

Forrajes	DIV %
Avenas	79.12
Cebadas	87.76
Centenos	87.22
Trigos	81.15
Triticales	85.55

Fuente: Núñez *et al.* (2007)

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área Experimental

Esta investigación se realizó en el rancho “Campo Sagrado”, propiedad del Sr. Salvador Álvarez, está ubicado en el municipio de Torreón. Se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 103°26’33” longitud oeste y 25°32’40” latitud norte, a una altura de 1,127 metros sobre el nivel del mar.

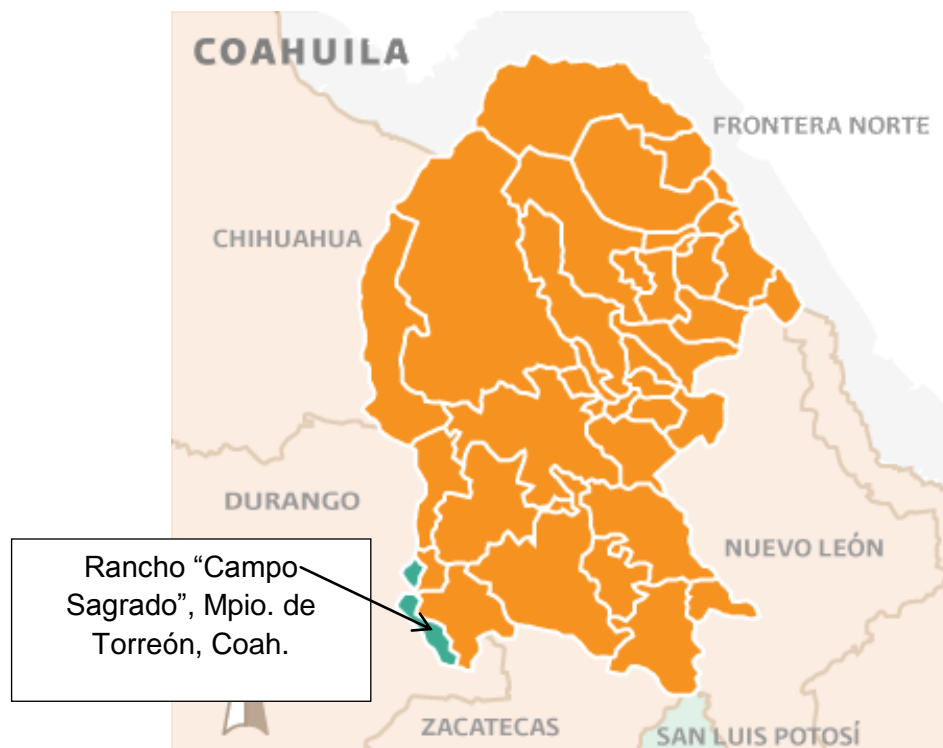


Figura 3.1.-Ubicación de la localidad donde fue establecido el cultivo de 15 genotipos de triticale forrajero.

Clima

El clima en el municipio es de subtipo seco semicálido; la temperatura media anual es de 20 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 100 a 200 milímetros en la parte noreste, este y suroeste, y de 200 a 300 en la parte centro-norte y noroeste, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades de 27 a 44 km/h. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de 0 a 1 día en la parte norte-noroeste, sur-oeste, y de uno a dos días en la parte sureste (García, 1981).

Suelo

Se pueden distinguir tres tipos de suelos. Xerosol.- Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión. Litosol.- Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 centímetros, tiene características muy variables según el material que lo forma. Fluvisol.- Está formado por materiales de depósitos aluviales recientes, está constituido por material suelto que no forma terrones y es poco desarrollado. Respecto al uso del suelo, la mayor parte del territorio municipal es utilizado para la producción agrícola, siendo menor la extensión dedicada al desarrollo pecuario y el área urbana (Villarreal, 1978).

Material genético

En el Cuadro 3.1 se presenta la lista de los 15 genotipos utilizados para el establecimiento del cultivo en la presente investigación, de los cuales 10 corresponden a líneas experimentales de triticale con hábito de crecimiento intermedios e intermedios invernales, que fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y 5 variedades testigo, que corresponden a las variedades comerciales de triticale AN-38 y AN-105 de hábito intermedio y AN-31P, AN31 y AN-34 de hábito intermedio-invernal.

Cuadro 3.1.- Genotipos utilizados para el establecimiento del cultivo de triticale forrajero en la localidad “Campo Sagrado”, del municipio de Torreón, Coahuila durante el ciclo 2009-2010.

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

Preparación del Terreno

Como tradicionalmente las labores que se hacen en la región y en lo particular para los cereales este consistió en barbecho, rastreo doble y nivelación.

Fechas de siembra

En el rancho Campo Sagrado la siembra se realizó en el ciclo otoño invierno el 09 de octubre del 2010, se realizó en seco haciendo el primer riego el 10 de octubre del 2010.

Fertilización

La fertilización se realizó aplicando 400 kg de sulfato de amonio a la siembra y después de cada corte 50 unidades de nitrógeno en sulfato de amonio.

Riegos

El sistema de riego fue por gravedad (rodado) con una lámina aproximada de 12 cm por riego, a la siembra se realizó 1 riego, y al primer corte 2, entre el 1 y 2 corte uno más, entre 2 y 3 uno más, dando un total de 5 riegos. La lámina de riego total fue de 60 cm.

Control de Plagas, Enfermedades y Malezas

Debido a que no se presentó incidencia de plagas y enfermedades no se realizó control de ningún tipo; para el control de malezas, como la incidencia no fue severa, se realizó manualmente.

Tamaño de Parcela Experimental

El tamaño total de cada unidad experimental en esta localidad fue de 10 surcos, cada uno con longitud de 3 metros con una separación entre surcos de 0.30 m, dando una superficie total de 9.0 m². Previo a cada corte ó pastoreo, se realizaron dos submuestreos en cada unidad experimental, cortando 1 m lineal en dos surcos internos diferentes de cada parcela, dando un área de 0.6 m² de parcela útil; el forraje cosechado se pesó y se empleó posteriormente para la determinación de la composición química del forraje.

Muestreos

El primer muestreo previo al primer pastoreo se realizó el día 28 de enero de 2010, a los 111 días después del riego de siembra; el segundo muestreo previo al primer pastoreo se realizó el día 11 de Marzo de 2010, 41 días después del primero, y el tercero y último muestreo previo al tercer corte se llevó a cabo el día 23 de Abril de 2010, 43 días después del segundo. En este ciclo y localidad, el experimento tuvo una duración total de 195 días. Los muestreos se realizaron

manualmente, con rozadera, cortando el forraje aproximadamente a 2 cm sobre la superficie del suelo. Posterior a cada muestreo, el resto del forraje fue cortado con maquinaria.

Digestibilidad *in vitro* utilizando la técnica de “Tilley y Terry”

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 analizado 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

- Inoculo fluido 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 fluido 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 utilizó 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 periodo 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 Maria a 39°C, en un periodo

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

Shaver (2004) señala para forrajes de alta calidad nutricional, valores mayores de 80 % en DIV. Para forrajes de buena calidad, valores de 70% en DIV. Para forrajes de regular calidad, valores de 65 a 70 % en DIV, y por último en forrajes de baja calidad nutricional, valores menos de 65 % en DIV.

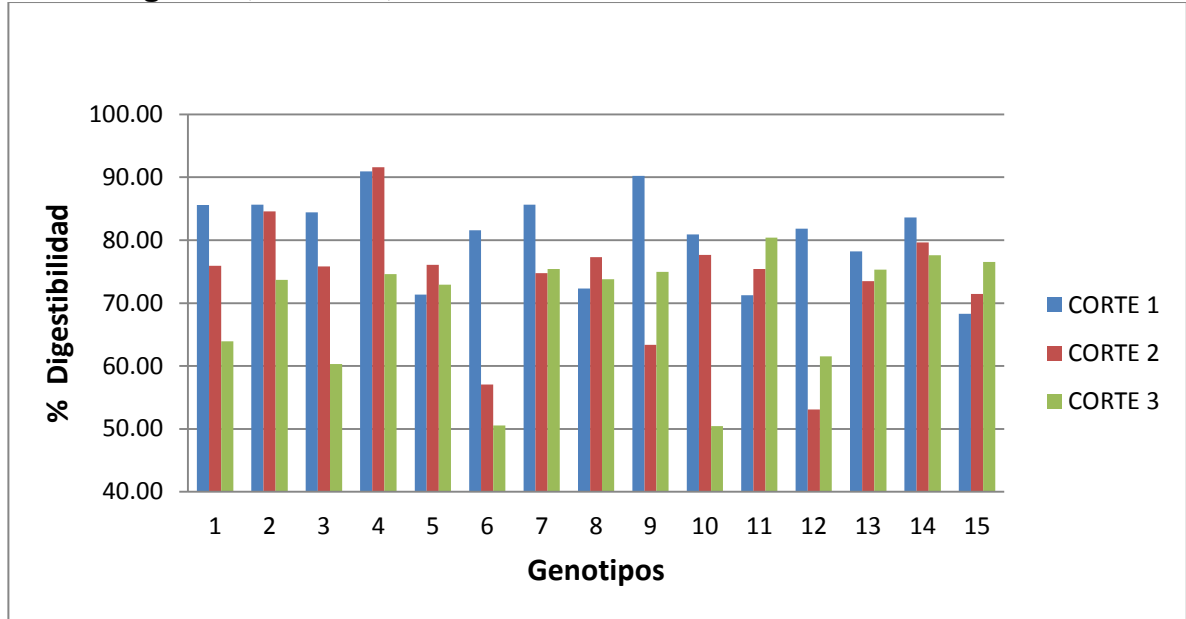
Para conocer los coeficientes de digestibilidad de MS en los diferentes genotipos estudiados se obtuvieron medias de cada uno de ellos y medias generales de los genotipos en prueba y los testigos. La media de los genotipos en prueba fue de 75.10%, superando a ésta los genotipos 1, 2, 4, 7 y 9. Siendo el genotipo 4, con descripción TCLF-185-05 de hábito de crecimiento intermedio-invernal el que obtuvo un valor mayor a todos los demás y se considera como el mejor genotipo (Cuadro 4.1). Estas medias obtenidas (74.69%) para genotipos en prueba y (73.85 %) para los testigos, son superiores a las que reportan 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). En cambio, los datos obtenidos por Cherney y Marten (1982) y Larrea *et al.* (1986), donde condujeron un experimento en dos estados de madurez del triticale, los resultados obtenidos fueron de 80.1% a 81.4% en estado inmaduro de desarrollo; comparándolos con la media de los genotipos en prueba en este estudio son inferiores, pero no para el estado de embuche a floración, donde se encuentran resultados de 73.0 % a 74.1% muy semejantes a la media de los testigos comerciales.

Los resultados obtenidos en los tres cortes presentaron una media de 74.69 %, superado por el corte 1 con 88.78% y quedando por debajo del mismo corte 2 y 3, con (73.81 y 69.46 % respectivamente). Como podemos observar en el Cuadro 4.1 y la Figura 4.1, el corte 1 de la mayoría de los genotipos presentó mayor porcentaje de digestibilidad que los cortes 2 y 3; 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.

Cuadro 4.1.- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca de variedades de triticale en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila cosechadas en el ciclo 2009-2010.

GENOTIPO	CORTE			MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	1	2	3		
1	85.61	75.93	63.90	75.15	10.87
2	85.64	84.56	73.67	81.29	6.62
3	84.41	75.82	60.30	73.51	12.22
4	90.94	91.59	74.61	85.71	9.62
5	71.33	76.06	72.94	73.44	2.41
6	81.57	57.08	50.52	63.06	16.36
7	85.62	74.75	75.43	78.60	6.09
8	72.30	77.30	73.77	74.45	2.57
9	90.21	63.34	74.95	76.17	13.48
10	80.90	77.63	50.45	69.66	16.72
11	71.25	75.43	80.42	75.70	4.59
12	81.82	53.11	61.53	65.49	14.76
13	78.21	73.51	75.32	75.68	2.38
14	83.62	79.62	77.61	80.28	3.06
15	68.29	71.43	76.56	72.09	4.17
MEDIA	80.78	73.81	69.46	74.69	
Desv. Est.	7.07	9.76	9.67		

Figura 4.1.- Coeficiente de Digestibilidad *In Vitro* de la MS (%) de 15 Genotipos de Triticale Cosechadas en la Localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila en el Ciclo 2009-2010.



Mayor contenido de MS reporta Ciha *et al.* (1983) al encontrar mayor porcentaje de materia seca en dos forrajes invernales con 88.0% para avena y 91.0% para triticale. Siendo estos resultados mucho mayor a los encontrados en el presente trabajo. Bochi-brum *et al.* (1999) reportaron valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de heno de alfalfa de 79.1%, porcentaje muy similar al corte 1, en heno de veza-cereal 74.2% similar al corte 2 y en trébol rojo 69.2%. Muy similar al corte 3.

En una investigación Zamora *et al.* (2002) reportaron valores de digestibilidad de la materia seca en triticales facultativos e intermedios-invernales que se realizaron en tres diferentes cortes, y como podemos observar en el siguiente cuadro 4.2 los valores de las medias de digestibilidad encontradas en este estudio son muy superiores a los porcentajes que Zamora reportó.

Cuadro 4.2.- Comparación de las medias de digestibilidad de los genotipos estudiados con otros triticales y sus respectivos cortes.

Triticales	1er Corte	2do Corte	3er Corte
Facultativos	70.87%	65.37%	62.78%
Intermedios-invernales	71.01%	68.22%	66.92%
Medias de los genotipos estudiados	80.78%	73.81%	69.46%

Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Orgánica

Al efectuarse los análisis de los diferentes genotipos, observamos medias generales de 98.70% para los genotipos en prueba y 97.09% para los testigos. De acuerdo a estos resultados, los genotipos más sobresalientes superando la media general de los genotipos en prueba fueron el 3, 4, 5, 8, 9, encontrándose el valor más alto en el genotipo 5, con descripción TCLF-203-05 de habito de crecimiento intermedio invernal con 99.61%, siendo el mejor de todos. Además los testigos 13 y 14 también obtuvieron un porcentaje mayor a la media general de los genotipos en prueba; sin embargo, el menor porcentaje se encontró en el testigo 15, con 92.42% (Cuadro 4.3)

En un estudio efectuado por Núñez *et al.* (2007) analizando los coeficientes de digestibilidad 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. 71.94 y 70.73%, respectivamente, en el corte en etapa lechoso-masoso.

Para la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en los tres cortes se obtuvo una media de 98.16% estando ligeramente por encima del corte 1 y 2, pero ligeramente bajo para el corte 3. En la figura 4.2 se aprecia una mayor homogenización en los diferentes cortes, esto nos indica una buena disposición y aprovechamiento de ese material. De la misma manera Klopfenstein (1980) trabajando con rastrojo de maíz con tratamiento de hidróxido de sodio encontró

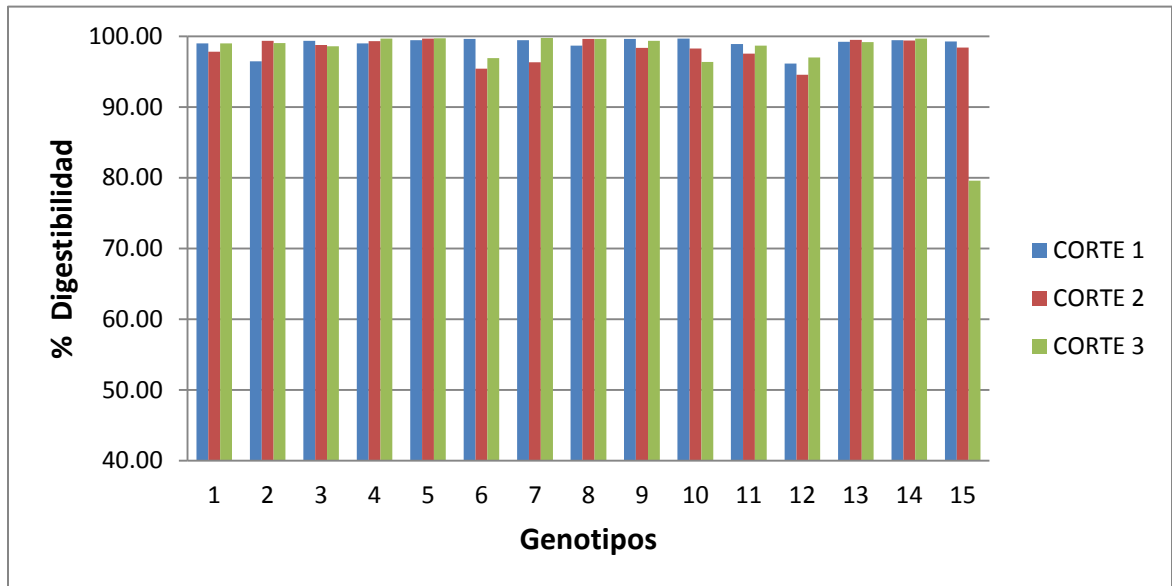
valores de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de 60.38% para el rastrojo molido, 63.19% en rastrojo picado y 64.10% para rastrojo entero, resultando que está por debajo a lo obtenido en esta evaluación.

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*. Mientras tanto, en este estudio, los porcentajes de digestibilidad de la materia orgánica en relación a los cortes no mostraron superioridad alguna comparado a los reportados por los autores anteriores.

Cuadro 4.3.-Digestibilidad *in vitro* de la materia Orgánica de variedades de triticale en sus diferentes cortes estudiados en la localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila cosechadas en el ciclo 2009-2010.

GENOTIPO	CORTE			MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	1	2	3		
1	99.00	97.80	99.01	98.60	0.69
2	96.46	99.37	99.04	98.29	1.59
3	99.34	98.77	98.56	98.89	0.40
4	98.97	99.31	99.66	99.32	0.34
5	99.46	99.66	99.72	99.61	0.13
6	99.60	95.41	96.91	97.31	2.12
7	99.43	96.33	99.75	98.50	1.88
8	98.65	99.64	99.64	99.31	0.57
9	99.61	98.33	99.35	99.10	0.67
10	99.65	98.26	96.34	98.08	1.66
11	98.89	97.53	98.68	98.36	0.73
12	96.15	94.53	97.00	95.90	1.25
13	99.20	99.49	99.17	99.28	0.17
14	99.45	99.41	99.66	99.51	0.13
15	99.26	98.42	79.57	92.42	11.13
MEDIA	98.87	98.15	97.47	98.16	
Desv. Est.	1.08	1.59	5.07		

Figura 4.2.- Coeficiente de Digestibilidad *In Vitro* de la MO (%) de 15 Genotipos de Triticale Cosechadas en la Localidad de “Campo Sagrado”, Torreón, Coahuila en el Ciclo 2009-2010.



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 4, TCLF-185-05 el 5, TCLF-203-05 y el 14, (Testigo) AN-34; los tres mencionados con hábito de crecimiento intermedio-invernal los cuales obtuvieron mejor digestibilidad de la materia seca y materia orgánica.
- Por lo anterior se recomienda los genotipos 4, TCLF-185-05 y 5, TCLF-203-05 ambos de habito Intermedio-Invernal, ya que demostraron ser los más sobresalientes en este estudio, agregando además que los mejores cortes para ambas digestibilidades se obtuvieron en los cortes 1.
- Se concluye que estos 2 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.
- Baron, VS, Salmon DF, McLeod G. The evaluation of spring and winter triticale varieties for forage quality. Alberta Agric Res Inst (AARI) Report # 95M788. 1999.
- Belaid, A. 1994. Nutritive and Economic Value of Triticale as a Feed Grain for Poultry. CIMMYT Economics Paper 94-01: CIMMYT: México, D. F.
- Benbelkacem A. 2002. Development and use of triticale (*X Triticosecale* Wittmack) in Eastern Algeria. In: Proceedings of the 5th International Triticale Symposium (Ed. E. Arseniuk), Vol. I, 283-286 pp. Radzików. Poland.
- 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.
- Briggle, I. 1969. Triticale-A review. *Crop Science* 9:197-202.
- Burghara SS, Sleeper DA. 1986. Digestion of several temperate forage species by a prepared cellulase solution. *Agron. J* 78: 94-98.
- 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.
- Carey, D. A., Caton, J. S. and Biondini, M. 1993. Influence of energy source of forage intake, digestibility, *in situ* forage degradation, and ruminal fermentation in beef steers fed medium-quality brome hay. *Journal of animal science* 71:2260-2262.
- Cherney, J.H. and G.C Marten, 1982. Small grain crop. *Sci.* 22:227-230.

- Church, D. C. y W. G. Pond. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp 438.
- 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.
- Flores, M. J. A., 1989. Manual de Alimentación Animal. Primera edición; Editorial Limusa. México, D. F. pp. 46,486-488.
- Galván, R. J. A. 1994. Digestibilidad *in vitro* de materia seca y materia orgánica de 25 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- 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.
- Giraldo, LA. Gutiérrez LA, Rúa C. Comparación de dos técnicas: *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Rev Col Cienc Pec 2007; 20: 269-279.
- Grant, 1974. Influence of rumen fluid source and fermentation time on *in vitro* true dry matter digestibility. J. Dairy Sci. 57:1201.
- Gustafson, J. P. 1983. Cytogenetics of triticale. in: Cytogenetics of Crop Plants. M. S. swaminathan, P. K. Gupta, and U. inha. Eds. Macmillan India Limited, New Delhi, India.
- Heger, J. M. Salek and B. O. Eggum. 1989. Nutritional Value of Some Czechoslovak Varieties of Wheat, Triticale and Rye. Animal Feed Science and Technology. Pp 89-100. Checoslovaquia, Polonia.
- Helm, JH, Salmon DF. Cereal silage options for western Canada. Proced Western Canadian Dairy Seminar. Red Peer. Alberta. 2002:1-5.

- Hernández, F.; Pulgar, m. a.; Madrid, J. CID. J. M. 1994. Comparación de diferentes técnicas de digestibilidad *in vitro* como predictores del valor digestivo *in vivo* de algunos subproductos en XIX *jornadas científicas de la S.E.O.C*, 221. Ed. Consejería de agricultura y ganadería. Valladolid (España).
- Hill, G. M. 1991. Quality: Triticale in animal nutrition. in: Proceedings of the Second International Triticale Symposium. CIMMYT: México, D.F. Pp 422-27.
- Hughes, H. D.; M. E. Heath y D. S. Metcalfe. 1981 forrajes. Ed. C.E.C.S.A. México.
- Hulsé, J: H., and D. Spurgeon. Triticale, *Scient. Am.* 231:72, 1974.
- INIA, 2000, triticale en el sur de Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias ministerio de agricultura. Boletín N° 12. Temuco Chile pag.11.
- Johnson, R. R. 1963. Symposium on microbial digestión in ruminants *in vitro* rumen fermentation techniques. *J Anim. Sci.* 22:792.
- 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)*.
- 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.*
- López, B. L. 1991. Cultivos herbáceos. vol. I cereales, ediciones mundi-prensa.

- Lozano, R. A. J., A. Hernández S., R. González I. and H. Béjar M. 2004. Triticale in México. Triticale improvement and production. Edition: Mohamed Mergoum. Food and agriculture organization of the united nations (Roma). 123-129 p.
- Lukaszewski, A. 2006. Cytogenetically engineered rye chromosomes 1r to improve bread-making quality of hexaploid triticale. *Crop science* 46:2183-2194.
- Males, J. R and L. L. Falen. 1984. A comparison of triticale and barley for feedlot cattle. *Anim Sci*.
- McCloy, A. W., Sherrod, L. B., Albin, R. C., and Hansen, K. R. 1971. Nutritive value of triticale for ruminants. *Journal of Animal Science* 32:534-539.
- Miller, FR. Stroup JA. Growth and management of sorghums for forage Production. In: *Proced National Alfalfa Symp*, San Diego, CA, UC Cooperative Extension, University of California, Davis. 2004.
- 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.
- Morrison, F. B. 1977. *Compendio de alimentación del ganado*. Editorial U.T.E.H, A. Mexico, D.F.
- 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*.
- National Research Council. (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Nelson, B. D; H.D. Eltzey C. montgomery and E. B. Morgan, 1972 factors affecting the variability of an *in vitro* rumen fermentation technique for Estimating forage Quality. *Dairy Sci*. 55:358-366.
- Núñez, H, G *et al*. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. *Rev. mex. de cienc. pecuarias*. 2010, vol.1, n.2, pp. 85-98. Disponible en:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242010000200001&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-1124.

- 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.
- Pfeiffer, W. H 1992. Triticale improvement strategies at CIMMYT: Exploiting adaptative patterns and end-useorientation. In: proceedings 7th Regional wheat workshop for Eastern, Central and southern Africa.
- Pomeranz, Y. Functional Characteristics of Triticale, aman made cereal. Wallerstein Laboratories communications, 34: 175, 1971.
- Rodríguez, G. F. y L. G. Llamas. 1990. Digestibilidad, balance de nutrimentos, y patrones de fermentación ruminal. En: Castellanos, r. a.; L. G. Llamas y s. a. shimada. (Eds.) Manual de Técnicas de investigación en rumiología. Sistema de educación continúa en producción animal. A. C. México.
- 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: 2010, Tema disponible en web: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351
- Tejada, I. Y B. carrasco.1990. La toma de muestras, su conservación y envío al laboratorio. En: castellanos, R.A.; L. G. Llamas y S. A. Shimada. (Eds.). Manual de técnicas de investigación en rumiología. Sistema de educación continua e producción animal, A. C. México. D.F.
- Tejada, I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal, A. C. Secretaria de Educación Pública. México. D.F. pp 15,16.
- Teuber, N. y Torres, A. 1986. El triticale, la ballica anual y la avena como recursos forrajeros suplementarios. Boletín Técnico N° 106 (106, Re) Estación Experimental Remehue (INIA), Osorno, Chile, 16p.
- 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>.

- Urrutia, M. J. 1980 valor nutritivo de maíz con o sin mazorca y rastrojo de maíz adicionados de NAOH (0 y 4% B.S.)Tesis. Ingeniería UNAM. México. Pp 47.
- Van soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Second Edition. New York, u.s.a.pp.8, 115-116.
- 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.