

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Rendimiento de Forraje y Patrones de Producción de Líneas y Variedades de Triticale (X *Triticosecale* Wittmack) en el Rancho “Las Vegas”, en la Región Lagunera

Por:

LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Agosto de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Rendimiento de Forraje y Patrones de Producción de Líneas y Variedades
de Triticale (X *Triticosecale* Wittmack) en el Rancho "Las Vegas" en la
Región Lagunera

Por

LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN


Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Alejandro Javier Lozano del Río
Asesor Principal



Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos
Coasesor



M.C. Modesto Colín Rico
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Agosto de 2018

DEDICATORIA

A mis padres.

Con mucho cariño y amor les dedico este logro tan importante, porque gracias a ustedes fue posible esto, gracias por el amor, las enseñanzas y la educación que me dieron dentro de casa, también por estar siempre pendiente de mí a pesar de la distancia.

María Elena Hernández Hernández, para la mujer más hermosa que eres tu, madre, por haberme enseñado a luchar en esta vida, tu que me das consejos que sin lugar a duda son la mejor enseñanza, por enseñarme a ser un hombre de bien y sobre todo por los ánimos que me das en situaciones difíciles a pesar de la distancia.

Federico Hernández Jiménez, para ti padre que siempre me inculcaste los buenos modales y me enseñaste a cultivar la tierra, a valorar las cosas que con esfuerzo se van consiguiendo y a ser consiente y solidario con los demás, por ser mi padre y un amigo en quien confió y me aconsejas cuando ando en momentos difíciles.

A mis hermanos.

Para ustedes, este logro se los dedico, porque gracias a su ayuda y así mismo porque fueron mi inspiración y motivo para lograr este objetivo, gracias hermanos:

Enrique, Magdaleno, Laura Elena, Rosi y Ángel Gabriel.

Comparto este logro contigo, porque fui y soy un ejemplo a seguir para ti, y como muestra de que todo se puede en esta vida.

A mis abuelos.

Para ustedes con todo mi amor y respeto, gracias por sus sabios consejos que me dieron, este logro también es de ustedes, también gracias por toda la ayuda que me dieron desde que yo era pequeño y durante el transcurso de mi carrera, gracias abuelos:

Abram Hernández Villatoro

Amelia Jiménez Hernández

A mis tíos y primos.

Para todos ustedes que conforman toda mi familia, este logro lo comparto con ustedes, porque creyeron en mí y me animaron a seguir estudiando, muchas gracias a todos ustedes

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la vida y salud, durante toda esta trayectoria para concluir una meta más, gracias por estar siempre conmigo, sobre todo por darme la dicha de lograr uno de mis más grandes sueños, que tanto como mi familia y yo habíamos anhelado, gracias Dios por este logro más en mi vida; así mismo, por darme la mejor familia que me brindaron su apoyo incondicionalmente, junto con las personas que siempre me animaron para que esto fuera posible.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Gracias mi “Alma Terra Mater”, por darme la oportunidad de formarme dentro de ti, y maestros por haberme dado la formación necesaria para poder desarrollarme como Ingeniero Agrónomo en Producción. Y defender con orgullo el nombre de la escuela, gracias a los servicios de la escuela que me brindo durante mi formación profesional.

Al Dr. Javier Lozano Del Rio

Gracias por el apoyo incondicional como mi asesor principal y brindarme la oportunidad de trabajar en la investigación, gracias por brindarme su amistad, confianza y sobre todo los conocimientos que me impartió tanto en la investigación como en las aulas de la escuela.

A mis compañeros y amigos.

Por brindarme su amistad y poder ser una familia entre los compañeros de diferentes lugares y apoyarnos para juntos poder realizar y cumplir nuestra meta.

A Ogler Roblero Roblero, por su amistad que me brindo durante toda la carrera en las buenas y malas y también como el primer amigo que forme al comenzar la carrera.

A Froilán Juarez Zavala, gracias por tu amistad y poder contar contigo en cualquier circunstancia que pasábamos y salir adelante a como diera lugar.

A José Luis Roque Carrillo, gracias por tu amistad y compañerismo que tuvimos en las instalaciones del internado y sobre todo gracias a las explicaciones cuando me surgían dudas al igual cuando estudiaba.

A Joel Montoya Juárez, gracias por brindarme tu amistad y compañerismo, así mismo por estar en las buenas y malas durante el tiempo que estuvimos en la universidad y, también fuera de ella.

A Luis Donald Oseguera Alonso, gracias por tu amistad y el apoyo que me brindaste durante la carrera, gracias por ser un gran amigo, juntos pasamos momentos tantos como buenos y malos y a pesar de la circunstancia siempre nos mantuvimos de pie. Sobre todo nuestra amista.

A Oliver Gómez Sánchez, gracias a ti por brindarme tu amistad y siempre aconsejándome para que a mí me fuera bien en la escuela, eres un gran ejemplo y una persona muy exitosa.

A Jonathan López Ruiz, gracias por tu amistad, y compañerismo que tuvimos en la mayor parte del tiempo, tanto en la universidad como fuera de ella.

A Alberto García Gonzales, gracias por brindarme tu amistad y compañerismo, así mismo por estar en las buenas y malas durante el tiempo que estuvimos en la universidad y, también fuera de ella.

A Juan José Alfaro Jiménez, Darío, Chuy, Luis Manuel Villagómez, Gustavo Nájera, Erick López, Roberto Villagómez, Porfirio Montoya, Mario Goicochea, Rodolfo Abarca, gracias por la amistad y el apoyo y ánimos que siempre me dieron.

A mis amigos del internado Porfirio #8, gracias por su amistad y compañerismo que me brindaron durante el tiempo que estuve con ellos (Alexi Roque y José Antonio Domínguez).

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
INTRODUCCION	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA	4
Generalidades.....	4
El triticale como opción forrajera.....	5
Tipos de triticale.....	6
Momento óptimo del corte.....	7
Uso eficiente del agua.....	8
Efectos visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad...	9
Efectos no visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad.....	9
Acumulación de biomasa.....	10
Proporción de hoja.....	11
MATERIALES Y METODOS	12
Localización del sitio experimental.....	12
Rancho “Las Vegas”.....	12
Clima.....	13
Características del suelo.....	13
Desarrollo del experimento.....	13
Material genético utilizado.....	13
Preparación del terreno.....	14
Fecha de siembra.....	14
Fertilización.....	15
Calendario de riegos.....	15
Control de plagas, enfermedades y malezas.....	15
Muestras.....	16
Tamaño de parcela experimental.....	16
Tamaño parcela útil.....	16
Variables registradas.....	17
Diseño experimental utilizado en campo.....	18
Análisis estadísticos.....	18

Modelo estadístico de los análisis de varianza individuales por corte para las variables en estudio.....	18
Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre cortes.....	19
Modelo estadístico de los análisis de varianza individuales para las variables forraje verde y forraje seco acumulados.	19
Pruebas de comparación de medias.....	20
RESULTADOS	21
Corte 1.....	21
Corte 2.....	23
Corte 3.....	25
DISCUSION	30
Producción de forraje verde.....	30
Producción de forraje seco foliar.....	30
Producción de forraje seco total.....	32
Relación hoja-tallo.....	33
Forraje acumulado.....	34
DISCUSIÓN	37
CONCLUSIONES	42
LITERATURA CITADA	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1.	Lista de genotipos utilizados en el Experimento. Rancho Las Vegas, Francisco I. Madero, Coah. Ciclo 2013-2014.....	14
2.	Resultados de los análisis de varianza en el primer corte para las variables estudiadas. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	21
3.	Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el primer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	22
4.	Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos en el primer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	22
5.	Resultados de los análisis de varianza en el segundo corte para las variables estudiadas. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	23
6.	Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el segundo corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	24
7.	Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos en el segundo corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	25
8.	Resultados de los análisis de varianza en el tercer corte para las variables estudiadas. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	26
9.	Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el tercer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	26
10.	Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos en el tercer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	27
11.	Resultados de los análisis de varianza para forraje acumulado. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	28
12.	Resultados de la prueba de comparación de medias de forraje acumulado entre regímenes de humedad.	

	Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	28
13.	Resultados de la prueba de comparación de medias de forraje acumulado entre grupos. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	29

INDICE DE FIGURAS

Figuras		Pág.
1.	Diagrama de localización geográfica del rancho “Las Vegas”, municipio de Francisco I. Madero, Coah.....	12
2.	Producción de forraje verde de los genotipos de triticales agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en la localidad de Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	31
3.	Forraje seco foliar de los genotipos de triticales agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en la localidad de Las Vegas. Ciclo 2013-2014.	31
4.	Forraje seco total de los genotipos de triticales agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en la localidad de Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	32
5.	Relación hoja-tallo de los genotipos de triticales agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en la localidad de Las Vegas. Ciclo 2013-2014.....	33
6.	Forraje verde acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.....	35
7.	Forraje seco foliar acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.....	35
8.	Forraje seco de tallos acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.....	36
9.	Forraje seco total acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.....	36

INTRODUCCIÓN

Para el 2020 y 2050 en México, se señala una disminución en la precipitación del 10% al 20% y aumentos en la temperatura de 1°C y 4°C, la evapotranspiración habrá aumentado 34%, disminución en los escurrimientos del 10% y la infiltración reducida a un 58%. Estas alteraciones en el clima y la regulación hídrica conllevarían a un decremento de la aptitud para la producción agrícola (Monterroso *et al.*, 2009). En la región Noreste de México, los escenarios de cambio climático pronostican un aumento en la temperatura en los meses de invierno de los próximos 20 años, sin cambios notables en los meses de verano. Es necesario generar estrategias a corto y a largo plazo para conservar el recurso hidráulico y además propiciar la recarga acuífera, tales como la conservación de bosques y humedales, regulación de las tecnologías para controlar el uso del agua, mejoramiento de la operación de las instituciones que gestionan el agua y la utilización de cultivos que maximicen su producción con bajos niveles hídricos (Magaña *et al.*, 2004).

La región semiárida del norte de México se caracteriza por presentar zonas agrícolas de riego altamente productivas, tal es el caso de la Comarca Lagunera, ubicada en el Desierto Chihuahuense. Esta zona constituye la principal cuenca lechera del país, por lo que existe una alta demanda de forraje de calidad, ya que la alimentación del ganado se basa en el uso de forrajes de corte: verdeado, henificado o ensilado; comúnmente se realiza un ciclo de invierno con cereales y dos ciclos de maíz, además de la alfalfa, la cual es un cultivo perenne que disminuye su productividad durante los meses invernales. Esta es la razón por la cual se requiere fomentar el

desarrollo de cultivos alternativos que se adapten a las condiciones del medio natural y que con mejoras tecnológicas relativas a estrategias de riego para lograr un mejor aprovechamiento del recurso escaso: el agua (Reta *et al.*, 2010).

El diagnóstico del uso del agua en la agricultura de riego en la región es alarmante, ya que se desperdicia más de la mitad del líquido en el riego por deficiencias en la conducción, por lo que la eficiencia de operación es muy baja. Un aspecto importante documentado en la Comarca Lagunera es el hecho de que los volúmenes de agua aplicados a los cultivos exceden a sus requerimientos.

Existe mayor interés en la producción de forraje durante el invierno, pues hay menor evaporación, pero con el riesgo de heladas (Núñez *et al.*, 1997). Se requiere así de alternativas de producción que incluyan nuevas especies forrajeras principalmente de producción invernal, así como el conocimiento de sus tecnologías de producción, que lleven a una mayor disponibilidad de forraje de alta calidad, entre los cuales está el triticale, debido a su tolerancia a bajas temperaturas, suelos pobres, suelos ácidos, alcalinos y salinos, además de su resistencia a plagas y enfermedades, alto potencial de producción de biomasa y valor nutritivo superior al de los cultivos tradicionales, y particularmente a su mayor eficiencia en el uso del agua en la producción de biomasa (Ye *et al.*, 2001).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el efecto de la disminución de la lámina total de riego sobre la producción de biomasa de triticales de diferente hábito de crecimiento.
- Identificar el o los hábitos de crecimiento de triticales con mayor tolerancia al déficit de humedad en comparación con su comportamiento en condiciones de riego normal.

Objetivos Específicos

- a) Conocer el efecto del régimen de humedad en los diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través de cortes sucesivos bajo las condiciones arriba mencionadas.

HIPÓTESIS

- a) No existe diferencia en la producción entre ambos regímenes de humedad.
- b) No existe diferencia en la producción entre los cuatro diferentes grupos.

REVISIÓN DE LITERATURA

GENERALIDADES

La escasez de agua se ha convertido en el principal factor limitante para la producción de forraje, los agricultores están obligados a producir más forraje con menos agua para mantener la rentabilidad de sus explotaciones en la búsqueda de mejorar la eficiencia del uso del agua y a la vez satisfacer las demandas del ganado (Neal *et al.*, 2010).

Para que las granjas lecheras sigan siendo viables, es necesario crear estrategias para mejorar la eficiencia del uso del agua del riego y de lluvia (Neal *et al.*, 2010). El aumento en el costo y la escasez del agua de riego está poniendo presión en las explotaciones ganaderas para que utilicen el agua con más eficacia; es por esta razón que el uso eficiente del agua en los forrajes está comenzando a ser un criterio para la selección de la especie o variedad a cultivar y que de esta manera brinde sustentabilidad en la producción. La elección correcta de los forrajes debe ser considerada en toda explotación lechera ó pecuaria, e incluir el rendimiento, valor nutritivo, costo y riesgos de producción (Neal *et al.*, 2010).

Debido a las condiciones climáticas tan diversas en el Norte de México, que varían desde bajas temperaturas en el invierno hasta heladas ocasionales en la primavera, así como el déficit en la disponibilidad de agua para la agricultura, han llevado a los productores a elegir variedades de rápido crecimiento, que toman la mejor ventaja de la baja tasa de transpiración durante el invierno donde la radiación y evaporación son bajas (Santiveri *et al.*, 2004). Los forrajes invernales tienen la ventaja de crecer durante el periodo de baja demanda de evaporación, lo que permite un

ajuste gradual al déficit de agua y así mantener el uso eficiente de la misma. Algunos autores sugieren que el déficit de irrigación puede ser una estrategia útil en forrajes anuales de estación fría para maximizar el uso eficiente del agua cuando este recurso es limitado, pero el resultado dependerá de las especies forrajeras, patrones de lluvia y la humedad del suelo (Neal *et al.*, 2010).

El triticale como opción forrajera

El triticale (*X Triticosecale* Wittmack.) puede utilizarse para tres fines agrícolas: a) producción de grano, b) producción de forraje y c) doble propósito, ya sea para corte ó pastoreo. Esta última modalidad en el uso de este cultivo está ganando popularidad en diversas regiones del norte y centro de México durante el ciclo otoño–invierno, debido a su potencial productivo y adecuada calidad nutritiva, la cual, en la etapa de encañembuche, es similar a la alfalfa (Collar y Aksland, 2001).

El triticale es un nuevo cultivo resultado de la cruce del centeno y el trigo; el objetivo en el mejoramiento de este nuevo cereal fue combinar las características deseables de las dos especies; alta productividad, adecuada resistencia a enfermedades y plagas, tolerancia al estrés, alta capacidad de absorción de nutrientes, tolerancia a déficits de humedad, calidad nutritiva superior y rápido establecimiento, lo que lo ha convertido en una buena opción como forraje de emergencia en comparación con los cultivos tradicionales como la avena, trigo o cebada (Moore, 2005; Ozkan *et al.*, 1999; Ye *et al.*, 2001). De esta forma, el triticale es uno de los cultivos que

por sus características antes mencionadas adquiere gran importancia como una alternativa para ayudar a solucionar el déficit de alimentos (NRC, 1989).

Tipos de triticale

Con base a su patrón productivo y hábito de crecimiento, en México se han desarrollado materiales de triticale para uso forrajero, principalmente para cortes múltiples o pastoreo (Lozano del Río, 2002). En este tipo de explotación es imprescindible la capacidad de rebrote de los genotipos, la cual depende principalmente del hábito de crecimiento y la etapa fenológica del corte, de las condiciones climáticas, las prácticas de manejo, la humedad y fertilidad del suelo y de la presión del corte o pastoreo, entre otras (Poysa, 1985).

Existen varios hábitos de crecimiento en este cultivo, generalmente agrupados en primaverales, invernales y facultativos (Lozano del Río, 2002). Los triticales de hábito primaveral se caracterizan por su rápido crecimiento y diferenciación, sin requerimientos de vernalización, con crecimiento inicial erecto que favorece la cosecha mecánica, con amacollamiento reducido y baja capacidad de recuperación después del corte siendo adecuados para un solo corte. Los tipos invernales son convenientes para cortes o pastoreos múltiples. Los tipos facultativos son de rápido crecimiento y diferenciación, presentan crecimiento inicial semipostrado, amacollamiento intermedio y buena capacidad de recuperación después del corte o pastoreo, por lo que son adecuados para dos cortes o pastoreos. Un cuarto tipo, intermedios-invernales, mencionado por Ye *et al.*, (2001), presentan crecimiento y diferenciación medios, semipostrados, con buen ahijamiento y alta

capacidad de rebrote que permite dar cortes múltiples, sin ser tan tardíos como los tipos invernales (Lozano *et al.*, 2009; Royo *et al.*, 1995; Ye *et al.*, 2001). Estos últimos son excelentes en la producción de forraje para cortes o pastoreos múltiples debido a su capacidad de rebrote, alta calidad nutritiva, adecuado rendimiento de forraje seco y una mayor relación hoja-tallo, en comparación con los triticales facultativos, avena y trigo.

Momento óptimo del corte

El manejo de triticales para los diferentes tipos de explotación (un solo corte y cortes o pastoreos múltiples) requiere del conocimiento del hábito de crecimiento de la variedad y de la etapa fenológica en la época del corte, además de la longitud del período de crecimiento después del corte y su capacidad de rebrote, ya que existe diversidad genética para estas características (Sharrow, 1990; García del Moral, 1992).

Aplicar tres cortes a los cereales de invierno es poco común en la Región Lagunera, dado que se requiere preparar el terreno para la siembra de maíz para ensilaje, de tal forma que si solamente se aplican dos cortes, los tipos intermedios invernales son una excelente opción y si se requiere dar un único corte los tipos facultativos y los primaverales representan una alternativa para substituir a la avena, sobre todo en regiones donde existe alta frecuencia de heladas o enfermedades foliares (Zamora-Villa *et al.*, 2002).

Los clasificados como primaverales dan un primer corte de alto rendimiento, lo que confirma la existencia de materiales de triticales que son una buena opción para disponer de una adecuada cantidad de forraje al inicio del invierno, problema que se tiene actualmente con el uso comercial

de ballico y avena. Los genotipos de hábito invernal dan un primer corte de baja producción, pero en el segundo y tercer corte son el grupo de mayor rendimiento, ya que presentan la mayor capacidad de rebrote en comparación con las variedades tradicionales de cebada y avena, ya que éstas, por su rápido crecimiento inicial elevan sus puntos de crecimiento basales sobre la superficie del suelo, de manera que una mayor proporción de hijuelos pierden éstos por el efecto de los cortes o el pastoreo (Ye *et al.*, 2001).

Uso eficiente del agua

El déficit de riego es definido como la aplicación de agua a un nivel por debajo de las necesidades totales del cultivo. Se ha utilizado con éxito en cultivos hortícolas y anuales en las regiones secas. Sin embargo, no ha sido ampliamente evaluado para la producción de forraje en la industria láctea (Neal *et al.*, 2010).

Una característica que se busca en los forrajes es el uso eficiente del agua definido genéricamente como la relación de un nivel dado de un producto físico a un nivel dado de agua consumida (Purcell y Currey, 2003). A nivel de granja lechera, el índice de eficiencia del uso del agua está basado en el rendimiento de forraje por unidad de irrigación de agua, y es comúnmente usada como un punto de referencia para cuantificar el rendimiento del agua. Sin embargo, la comparación de las diferencias fisiológicas intrínsecas en la eficiencia del uso del agua entre las especies forrajeras está mejor explicada por el rendimiento de biomasa por unidad de evapotranspiración del cultivo (Neal *et al.*, 2010).

Efectos visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad

Algunos efectos visibles de la exposición a la sequía en la fase vegetativa de los cereales, la cual es muy sensible a los déficits de agua, es la pérdida de turgencia, ya que esta detiene el crecimiento o alargamiento de las células, y por lo tanto disminuye el crecimiento total de la planta, induce una disminución de la altura y un menor número y área de hojas, y por lo tanto del peso de las mismas (Hsiao y Acevedo, 1974; Grzesiak *et al.*, 2007; Boyer, 1982). Dos respuestas comunes de las plantas a los déficits de humedad son la reducción del crecimiento foliar y una senescencia foliar acelerada, ya que la expansión de las hojas depende principalmente de la expansión de las células, la cual a su vez depende del proceso de turgencia, y cualquier incremento en el déficit de humedad puede limitar el incremento en el área foliar (Musick y Dusek, 1980). Los genotipos con una mayor tasa de expansión foliar tienen una mayor probabilidad de sobrevivir bajo condiciones de sequía. En el caso de cereales, la capacidad de amacollamiento se considera un factor importante de la plasticidad de la planta en respuesta a los cambios ambientales (Keim y Kronstad, 1981; Cabeza *et al.*, 1993).

Efectos no visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad

Algunos de los efectos no visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad son los daños a las membranas citoplásmicas, disturbios en el estado hídrico de los diferentes órganos y una disminución en el contenido de clorofila (Blum y Ebercon, 1981; Trapani y Gentinetta, 1984). Los cambios en el estado hídrico de los tejidos de la planta ocurren pocas horas después de comenzar el déficit de humedad; sin embargo, la pérdida de

permeabilidad en las membranas celulares y la disminución en el contenido de clorofila se presentan posteriormente, pero con frecuencia, estos cambios son irreversibles, especialmente bajo una severa y prolongada exposición a la sequía. Estos cambios dependen de la especie de planta, nivel y duración del déficit de humedad, etapa de crecimiento y edad de la planta (Conroy *et al.*, 1988; Grzesiak *et al.*, 2003).

Acumulación de biomasa

La biomasa acumulada por las plantas es el producto final de la actividad fotosintética y es la reserva de nutrientes de la mayoría de las plantas. La porción de biomasa asignada a la producción de semilla en cereales se llama índice de cosecha. En cereales de grano pequeño, el rendimiento de grano está estrechamente relacionado con la producción de biomasa e índice de cosecha (Austin *et al.*, 1980). Comprender el proceso de la acumulación de biomasa durante la estación de crecimiento y la relación entre el rendimiento de grano y biomasa puede ayudar a alcanzar el más alto rendimiento a través de la nutrición y mejores prácticas agronómicas. Bajo condiciones de crecimiento óptimas, el rendimiento de grano normalmente se incrementa cuando se incrementa el total de materia seca y el consumo de nutrientes (Karlen y Camp, 1982).

Una tasa más alta de crecimiento resulta en un incremento final de biomasa, pero la tasa de crecimiento y fenología puede ser afectada por la sequía y el estrés dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo, de su duración e intensidad. Usualmente, el estrés de humedad combinado con altas temperaturas reduce la acumulación de materia seca (Shpiler y Blum, 1986).

Generalmente, los cultivos siguen un patrón de acumulación de biomasa similar en varias etapas de crecimiento, un incremento en la biomasa en etapas tempranas alcanza la máxima producción en las etapas tardías de crecimiento. La biomasa y la absorción de nutrientes en todas las especies aumentan con el tiempo y alcanza su máximo en las últimas etapas de crecimiento (Malhi *et al.*, 2006).

Proporción de hoja

Juskiw *et al* (2000) al realizar tres estudios en campo para evaluar la productividad de cebada, avena, triticale y centeno, encontraron que al avanzar la madurez, la cantidad de hojas declina y la espigas se incrementa; a través de la prueba se realizaron tres muestreos en los que se encontraron los siguientes valores: 18 % hoja, 50 % tallos, y 31 % espiga en cebada; 18 % hoja, 44 % tallo y 37 % espiga, en avena; y 22 % hoja, 43 % tallo y 35 % espigas en triticale. Concluyen que la cantidad total de biomasa y la distribución entre tallos y espigas es afectada por el genotipo; por otra parte, las prácticas de producción y la época de cosecha tienen menores efectos.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental

Rancho “Las Vegas”

La presente investigación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2013-2014 en el Rancho “Las Vegas”, ubicado en el municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, en la Región Lagunera. Esta localidad se ubica en el municipio de Francisco I. Madero, que se localiza al suroeste del estado de Coahuila entre las coordenadas 103 ° 16´ 23” longitud oeste y 25° 46´ 31” latitud norte con una altura de 1100 msnm (Figura 1).

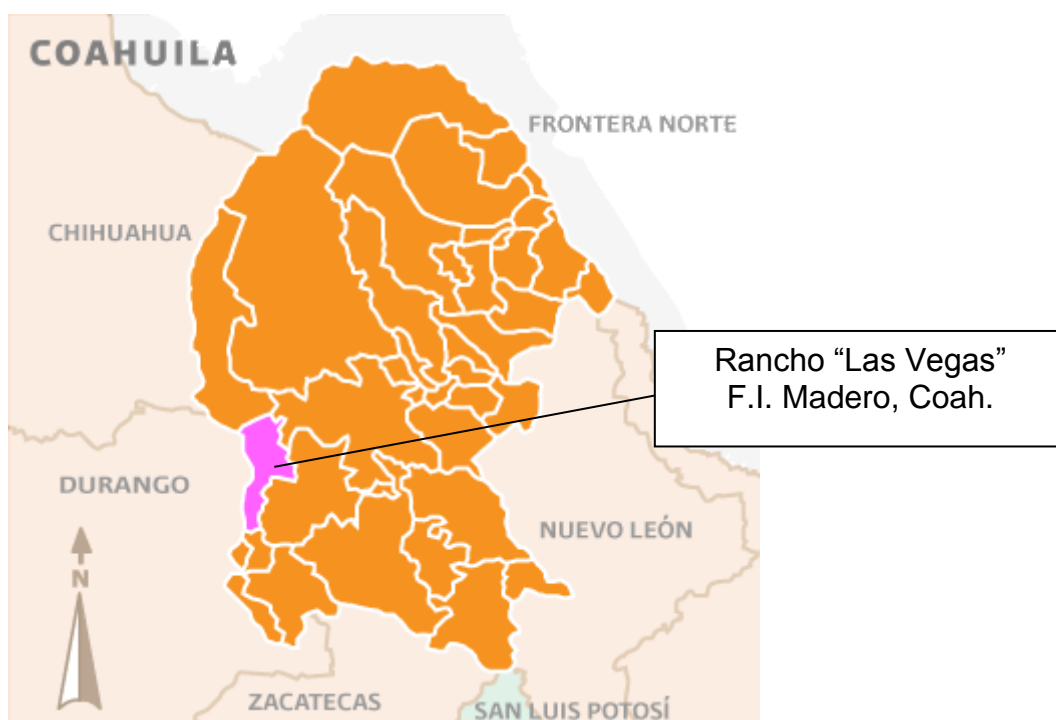


Figura 1.- Diagrama de localización geográfica del rancho “Las Vegas”, municipio de Francisco I. Madero, Coah.

Clima

El tipo de clima es BWhW(e´) que es de los subtipos desértico semicálido, la temperatura media anual es de 18 °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

Este es de tipo 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.

DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Material genético utilizado

En el Cuadro 1, se presenta la lista de los 20 genotipos utilizados que fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que incluyeron 15 líneas avanzadas y 5 variedades testigo, incluyendo las variedades comerciales de triticales AN-38 y AN-105 de hábito intermedio y AN-31P, AN-34 y AN-31, de hábito invernal.

Preparación del terreno

Esta etapa consistió en la realización de labores que tradicionalmente se utilizan para la siembra de otros cereales en la región, esto es, barbecho, rastreo doble y nivelación.

Fecha de siembra

La siembra se realizó a en seco, a mano (chorrillo), depositando la semilla en el fondo del surco y tapando posteriormente con el pie, procediéndose a regar el día 23 de Octubre de 2013 mediante el sistema de aniego por gravedad.

Cuadro 1. Lista de genotipos utilizados en el Experimento. Rancho Las Vegas, Francisco I. Madero, Coah. Ciclo 2013-2014.

Genotipo	Descripción	Hábito de crecimiento	Grupo
1	AN-65-05	Intermedio-Invernal	3
2	AN-66-05	Intermedio-Invernal	3
3	AN-184-05	Intermedio-Invernal	3
4	AN-185-05	Intermedio-Invernal	3
5	AN-203-05	Intermedio-Invernal	3
6	AN-204-05	Intermedio-Invernal	3
7	AN-24-05	Invernal	4
8	AN-70-05	Intermedio-Invernal	4
9	AN-75-05	Invernal	4
10	AN-7-2010	Intermedio	1
11	AN-11-2010	Intermedio-Invernal	1
12	AN-48-2010	Intermedio	1
13	AN-67-2010	Intermedio-Invernal	2
14	AN-70-2010	Intermedio-Invernal	4
15	AN-103-2010	Intermedio-Invernal	1
16	AN-38 (Testigo)	Intermedio	2
17	AN-105 (Testigo)	Intermedio	2
18	AN-31P (Testigo)	Invernal	4
19	AN-34 (Testigo)	Invernal	4
20	AN-31 (Testigo)	Invernal	4

Fertilización

Se aplicaron 150 kg de SA más 50 kg de fosfato monoamónico (MAP) al primer riego de auxilio.

Calendario de riegos

Se establecieron dos juegos del experimento, el primero con el número de riegos normales y el segundo con un riego menos antes del primer corte de forraje. Se aplicaron riegos por gravedad, con una lámina aproximada de 12 cm por riego. En ambos experimentos se aplicó el riego inmediatamente después de la siembra; posteriormente, en el caso del experimento con riego normal, se aplicaron dos riegos de auxilio, antes del primer corte. Se aplicó un riego después del primero y segundo corte, dando un total de 5 riegos en el régimen normal (60 cm totales). En el caso del régimen de riego restringido, se aplicó sólo un riego de auxilio después del riego de siembra, antes del primer corte, dando un total de 4 riegos al experimento con riego restringido (48 cm totales).

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.

Muestreos

El primer muestreo previo al primer corte de forraje se realizó el día 12 de Enero de 2014, 82 días después del riego de siembra (dds); el segundo muestreo previo al segundo corte se hizo el día 08 de Febrero de 2014, 27 días después del primero, y el tercer muestreo previo al tercer corte de forraje se realizó el día 21 de Marzo de 2014, 42 días después del segundo. El experimento tuvo una duración total de 151 días. Los muestreos se realizaron manualmente, con rozadera, cortando el forraje aproximadamente a 2 cm sobre la superficie del suelo. Después de cada muestreo, el resto del forraje de cada parcela fue cortado con maquinaria y retirado inmediatamente para permitir el rebrote de los materiales.

Tamaño de parcela experimental

El tamaño total de cada unidad experimental en ambas localidades fue de 6 surcos, cada uno con longitud de 5 metros con una separación entre surcos de 0.30 m, dando una superficie total de 9.0 m².

Tamaño de parcela útil

Previo a cada corte, se realizó un muestreo del forraje en cada unidad experimental, cortando 0.5 m lineales en un surco con competencia completa de cada parcela, dando un área de 0.15 m², el forraje cosechado se pesó y se empleó posteriormente para la determinación del rendimiento de forraje verde y seco.

Variables registradas

- Altura de planta: se tomó en cm, en cada unidad experimental y en cada corte.
- Etapa fenológica: se registró en cada unidad y cada corte, utilizando la escale de Zadoks *et al* (1974).
- Producción de forraje verde: se determinó en cada unidad experimental y en cada muestreo de la parcela útil, en g/parcela, el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.
- Producción de forraje seco foliar: se determinó en cada unidad experimental y en cada muestreo de la parcela útil, separando las hojas de cada muestra, secándolas y pesándolas en g/parcela, el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.
- Producción de forraje seco de tallos: se determinó en cada unidad experimental y en cada muestreo de la parcela útil, separando los tallos de cada muestra, secándolos y pesándolos en g/parcela, el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.
- Producción de forraje seco total: se determinó al sumar los pesos de hojas y tallos para cada muestra de forraje, posteriormente se transformó a producción de forraje seco total en toneladas/hectárea.

- Relación hoja-tallo: se calculó en base a la proporción de hojas con respecto al peso total.
- Porcentaje de materia seca: proporción del peso seco de la muestra en relación con el peso en verde.

Diseño experimental utilizado en campo

El diseño experimental utilizado en campo fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento.

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos efectuados para las variables en estudio fueron: análisis de varianza individuales por corte y análisis combinado entre cortes. Además se realizaron análisis de varianza individuales sólo para las variables forraje verde, forraje seco foliar, forraje seco de tallos y forraje seco total acumulado a través de los cortes, bajo los siguientes modelos:

Modelo estadístico de los análisis de varianza individuales por corte para las variables en estudio.

$$Y_{ij} = \mu + R_i + G_k + E_{ij}$$

Donde:

i = repeticiones

k = tratamientos

Donde:

Y_{ij} = Variable observada..

μ : = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

G_k = Efecto del k -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre cortes.

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + M_j + G_k + MG_{jk} + E_{ijk}.$$

Donde:

i = repeticiones

j = cortes

k = tratamientos

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

M_j = Efecto del j -ésimo corte.

G_k = Efecto del k -ésimo tratamiento.

MG_{jk} = Interacción del j -ésimo corte con el k -ésimo tratamiento.

E_{ijk} = Error experimental.

Modelo estadístico de los análisis de varianza individuales para las variables forraje verde y forraje seco acumulados.

$$Y_{ij} = \mu + R_i + G_k + E_{ij}$$

Donde:

i = repeticiones

k = tratamientos

Donde:

Y_{ij} = Variable observada..

μ : = Efecto de la media general.

Ri = Efecto de la i-ésima repetición.

Gk = Efecto del k-ésimo tratamiento.

Eij = Error experimental.

Pruebas de comparación de medias

Se realizaron pruebas de comparación de medias para cada una de las variables estudiadas, en cada corte y acumulado a través de cortes, utilizando la prueba de Tukey al nivel de probabilidad registrada en el correspondiente análisis de varianza.

Se calculó el coeficiente de variación para cada una de las variables estudiadas, esto con la finalidad de verificar el grado de exactitud con la que se realizó el experimento utilizando la siguiente fórmula:

$$C.V. = \sqrt{\frac{CMEE}{\bar{x}}} \times 100$$

Donde:

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

\bar{x} = Media general del carácter.

Tanto los análisis de varianza como las pruebas de comparación de medias se realizaron con los paquetes estadísticos SAS 8.1 y Statistica 6.1

RESULTADOS

CORTE 1

El Cuadro 2 nos muestra los resultados de los análisis de varianza de cada una de las variables evaluadas en el primer corte, donde se observa que se registraron diferencias estadísticas entre los regímenes de humedad para ALTURA, ETAPA, FV, FSHOJ, FSTALL, FSTOT y % MS, indicando el efecto detrimental del déficit de humedad en el sistema de riego restringido sobre las principales características de producción de biomasa. Por otra parte, la etapa fenológica y la relación hoja-tallo no reportaron diferencias estadísticas entre los regímenes de humedad. Los coeficientes de variación oscilaron entre 7.1 y 44.9 %, dependiendo de la característica.

Cuadro 2.- Resultados de los análisis de varianza en el primer corte para las variables estudiadas. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

F V	GL	CUADRADOS MEDIOS							
		ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ¹)	FSHOJ (t/ha ¹)	FSTALL (t/ha ¹)	FSTOT (t/ha ¹)	RHT	%MS
Regimen	1	4704.0 **	0.90 ns	4094.7 **	11.63 **	4.55 **	30.81 **	0.74 ns	1127.5 **
Rep(Reg)	4	0.183 ns	0.00 ns	9.84 ns	0.36 ns	0.08 ns	0.70 ns	0.35 ns	26.1 ns
Grupo	3	1195.4 **	2.09 **	53.65 ns	0.48 ns	0.40 ns	0.75 ns	4.17 ns	18.9 ns
Reg*Gpo	3	15.84 ns	0.08 ns	62.24 ns	0.36 ns	0.38 ns	1.15 ns	1.17 ns	26.5 ns
Error	108	124.8	0.06	39.65	0.28	0.25	0.70	0.95	18.7
CV%		22.1	7.1	29.8	18.4	44.9	20.6	32.8	20.7
Media		50.4	3.6	21.102	2.925	1.125	4.054	2.971	20.9

ns, *, **:no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente. CV=coeficiente de variación.

La prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el primer corte (Cuadro 3), registró la superioridad del régimen de humedad completo sobre el régimen de riego restringido en todas las variables de

productividad de forraje, incluyendo características agronómicas como la altura de planta y la etapa fenológica.

Cuadro 3.- Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el primer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

REGIMEN	ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
1	57.4 a	3.7 a	27.123 a	3.258 a	1.296 a	4.559 a	2.934 a	17.3 b
2	43.3 b	3.5 b	15.082 b	2.592 b	0.955 b	3.549 b	3.009 a	24.4 a
DMS	0.217	0.031	1.590	0.307	0.150	0.425	0.302	2.5

Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05)

Los resultados de las pruebas de comparación de medias entre los diferentes grupos de genotipos (Cuadro 4), no reportó diferencias estadísticas entre los diferentes hábitos de crecimiento en ninguna de las variables de producción de forraje; la altura de planta y la etapa fenológica fueron estadísticamente superiores en el grupo de genotipos de hábito primaveral (Grupo 1), lo cual es lógico por ser triticales más precoces que el resto de los genotipos.

Cuadro 4.- Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos en el primer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

GRUPO	ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
1	58.4 a	3.9 a	20.375 a	2.777 a	1.214 a	4.000 a	2.602 b	20.2 a
2	49.0 b	3.6 b	24.394 a	3.133 a	1.321 a	4.454 a	2.763 ab	20.3 a
3	44.8 b	3.4 b	20.259 a	2.985 a	1.072 a	4.057 a	2.966 ab	21.9 a
4	48.4 b	3.4 b	21.217 a	2.944 a	1.025 a	3.972 a	3.415 a	20.7 a
DMS	8.4	0.1	4.743	0.405	0.381	0.630	0.736	3.2

Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05)

CORTE 2

El Cuadro 5 nos muestra los resultados de los análisis de varianza de cada una de las variables evaluadas en el segundo corte, donde se observa que no se registraron diferencias estadísticas entre los regímenes de humedad para ninguna de las características en estudio, excluyendo el porcentaje de materia seca (% MS). En cambio, se registraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes tipos de triticales, indicando la diferente respuesta de producción de biomasa de los genotipos al efecto de la defoliación (corte) y su posterior capacidad de rebrote. La interacción Régimen * Grupo no fue significativa en ninguna de las variables en estudio. Los coeficientes de variación oscilaron entre 8.4 y 43.2 %, dependiendo de la característica.

Cuadro 5.- Resultados de los análisis de varianza en el segundo corte para las variables estudiadas. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

F V	GL	CUADRADOS MEDIOS							
		ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
Régimen	1	101.4 ns	0.02 ns	3.765 ns	0.089 ns	0.585 ns	1.190 ns	1.46 ns	36.9 *
Rep(Reg)	4	17.03 ns	0.28 *	8.567 ns	0.351 *	0.096 ns	0.809 ns	0.38 ns	26.3 *
Grupos	3	296.0 **	1.05 **	125.9 **	1.160 **	2.057 **	4.326 **	6.77 **	16.1 ns
Reg*Gpo	3	66.48 ns	0.07 ns	16.11 ns	0.083 ns	0.343 ns	0.334 ns	0.62 ns	3.1 ns
Error		60.93	0.10	10.5	0.12	0.22	0.53	0.44	9.1
CV%		15.7	8.4	24.9	24.4	43.2	28.6	42.0	15.4
Media		50.4	3.87	13.015	1.449	1.098	2.553	1.587	19.6

La prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el segundo corte (Cuadro 6), no registró superioridad del régimen de humedad completo sobre el régimen de riego restringido en la mayoría de las variables de productividad de forraje. Por otra parte, biológicamente, aunque no estadísticamente, el régimen restringido registró mayores valores promedio en todas las variables de producción de forraje (FVTH, FSHOJ, FSTALL y FSTOT).

Cuadro 6.- Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el segundo corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

REGIMEN	ALTURA (cm)	ETAPA	FVTH (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
1	49.7 a	3.9 a	12.875 a	1.416 a	1.019 b	2.441 a	1.692 a	18.8 a
2	51.1 a	3.8 a	13.155 a	1.482 a	1.178 a	2.666 a	1.483 a	20.3 a
DMS	2.0	0.27	0.300	0.300	0.157	0.456	0.313	2.6

Los resultados de las pruebas de comparación de medias entre los diferentes grupos de genotipos (Cuadro 7), reportó diferencias estadísticas entre los diferentes hábitos de crecimiento en la mayoría de las variables de producción de forraje, destacando el grupo 3 (intermedio-invernal). Otra vez, la altura de planta y la etapa fenológica fueron estadísticamente superiores en el grupo de genotipos de hábito primaveral (Grupo 1), lo cual es lógico por ser triticales más precoces que el resto de los genotipos.

Cuadro 7.- Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos en el segundo corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

GRUPO	ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
1	52.7 a	4.0 a	11.914 b	1.264 b	1.157 ab	2.436 b	1.332 b	20.5 a
2	50.0 ab	3.8 ab	11.433 b	1.252 b	0.982 b	2.246 b	1.435 b	19.6 a
3	52.2 ab	3.9 a	15.716 a	1.670 a	1.375 a	3.045 a	1.268 b	19.3 a
4	46.4 b	3.6 b	11.942 b	1.478 ab	0.803 b	2.282 b	2.212 a	18.9 a
DMS	5.8	0.2	2.442	0.266	0.358	0.550	0.502	2.2

CORTE 3

El Cuadro 8 nos muestra los resultados de los análisis de varianza de cada una de las variables evaluadas en el tercer corte, donde se observa que se registraron diferencias estadísticas entre los regímenes de humedad para algunas de las características en estudio (ALTURA, ETAPA, FSTALL, FSTOT y % MS), excluyendo FV y FSHOJ. En cambio, se registraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes tipos de triticales para ALTURA, ETAPA, FSHOJ, FSTALL y RHT, indicando la diferente respuesta de los genotipos al efecto de la segunda defoliación (corte) y su posterior capacidad de rebrote. La interacción Régimen * Grupo no fue significativa en ninguna de las variables en estudio, excepto para ETAPA. Los coeficientes de variación oscilaron entre 5.6 y 46.5 %, dependiendo de la característica.

Cuadro 8.- Resultados de los análisis de varianza en el tercer corte para las variables estudiadas. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

F V	GL	CUADRADOS MEDIOS							
		ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
Regimen	1	430.6 **	0.633 **	6.920 ns	0.145 ns	0.423 *	1.262 **	1.2 ns	51.6 *
Rep(Reg)	4	21.6 ns	0.053 ns	5.986 ns	0.037 ns	0.066 ns	0.143 ns	0.1 ns	11.7 ns
Grupo	3	284.6 **	0.361 **	7.747 ns	0.112 *	0.549 **	0.378 ns	5.9 **	4.1 ns
Reg*Gpo	3	63.31 ns	0.621 **	1.763 ns	0.040 ns	0.122 ns	0.240 ns	0.1 ns	8.4 ns
Error		42.0	0.5	3.1	0.039	0.09	0.1	0.3	12.2
CV%		15.3	5.6	20.4	17.8	46.5	23.7	31.5	16.7
Media		42.2	4.2	8.647	1.118	0.673	1.800	1.914	20.9

La prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el tercer corte (Cuadro 9), no registró superioridad del régimen de humedad completo sobre el régimen de riego restringido en la mayoría de las variables de productividad de forraje, excepto en las variables ALTURA y RHT. Por otra parte, biológicamente, aunque no estadísticamente, el régimen restringido registró mayores valores promedio en todas las variables de producción de forraje (FVTH, FSHOJ, FSTALL y FSTOT).

Cuadro 9.- Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad en el tercer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

REGIMEN	ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
1	44.1 a	4.3 a	8.464 a	1.094 a	0.624 a	1.720 a	2.031 a	20.4 a
2	40.4 b	4.2 a	8.831 a	1.142 a	0.723 a	1.879 a	1.798 b	21.4 a
DMS	2.3	0.11	1.240	0.098	0.130	0.192	0.209	1.7

Los resultados de las pruebas de comparación de medias entre los diferentes grupos de genotipos (Cuadro 10), reportó diferencias estadísticas entre los diferentes hábitos de crecimiento en la mayoría de las variables de producción de forraje, destacando el grupo 4 (intermedio-invernal). La altura de planta y la etapa fenológica fueron estadísticamente superiores en el grupo de genotipos de hábito facultativo (Grupo 2). La relación hoja-tallo, como era de esperarse, fue estadísticamente mayor en los tipos más invernales (Grupos 3 y 4).

Cuadro 10.- Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos en el tercer corte. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

GRUPO	ALTURA (cm)	ETAPA	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	RHT	%MS
1	42.2 b	4.3 b	8.768 a	1.066 a	0.783 a	1.866 a	1.523 b	21.3 a
2	50.0 a	4.5 a	8.916 a	1.030 a	0.827 a	1.886 a	1.318 b	21.2 a
3	41.6 b	4.2 b	8.001 a	1.139 a	0.512 b	1.652 a	2.363 a	20.7 a
4	40.4 b	4.1 b	9.083 a	1.179 a	0.673 ab	1.853 a	2.055 a	20.5 a
DMS	4.8	0.17	1.333	0.150	0.236	0.322	0.455	2.6

RESULTADOS FORRAJE ACUMULADO

En el Cuadro 11 se muestran los resultados de los análisis de varianza de para el forraje acumulado a través de los tres cortes. Entre regímenes de humedad se registraron diferencias altamente significativas para FV y FSHOJ, no así para FSTALL y FSTOT. Entre los diferentes tipos de triticales (grupos), se registraron diferencias estadísticas en las variables FSHOJ y FSTALL; para FV y FSTOT, no se registraron diferencias entre los grupos. No se registraron interacciones significativas Régimen x Grupo en ninguna

de las variables. Los coeficientes de variación oscilaron entre 12.2 y 21.3 %, dependiendo de la característica.

Cuadro 11.- Resultados de los análisis de varianza para forraje acumulado. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

FV	GL	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
Régimen	1	3530.59 **	7.45 **	0.51 ns	11.13
Rep (Reg)	4	24.57 ns	0.48 ns	0.05 ns	0.58
Grupos	3	58.35 ns	3.02 **	2.92 **	2.78
Régimen x	3	97.13 ns	0.63 ns	0.43 ns	1.23
Error	108	46.47	0.47	0.38	1.06
Total	119				
CV %		15.9	15.9	21.3	12.2
Media		42.766	5.493	2.898	8.408

ns, *, **:no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente. CV=coeficiente de variación.

La prueba de comparación de medias entre regímenes de humedad para las variables de producción de forraje acumulado a través de los tres cortes (Cuadro 12), registró superioridad del régimen de humedad completo sobre el régimen de riego restringido en la mayoría de las variables de productividad de forraje, excepto en FSTOT.

Cuadro 12.- Resultados de la prueba de comparación de medias de forraje acumulado entre regímenes de humedad. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

REGIMEN	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
1	48.463 a	5.770 a	2.940 a	8.721 a
2	37.068 b	5.217 b	2.856 a	8.095 b
DMS	2.513	0.351	0.123	0.388

Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05)

Los resultados de las pruebas de comparación de medias entre los diferentes grupos de genotipos (Cuadro 13), no reportó diferencias estadísticas entre los diferentes hábitos de crecimiento para FV y FSTOT, indicando que los diferentes tipos de triticale rindieron en forma similar al final del ciclo de producción; sin embargo, existieron diferencias en la distribución o partición de la biomasa, ejemplificada por las diferencias estadísticas entre los grupos en las variables FSHOJ y FSTALL, donde en general, los tipos más tardíos (Grupos 3 y 4), registraron mayores valores de forraje seco de hojas (FSHOJ); asimismo, los tipos más precoces (Grupos 1 y 2), registraron mayores valores de forraje seco de tallos (FSTALL). Aunque no fue significativamente diferente a los otros tipos de triticales, el grupo 3 (intermedio-invernal), biológicamente produjo más forraje foliar y total que el resto de los grupos.

Cuadro 13.- Resultados de la prueba de comparación de medias de forraje acumulado entre grupos. Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

GRUPO	FV (t/ha ⁻¹)	FSHOJ (t/ha ⁻¹)	FSTALL (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
1	41.419 a	5.109 b	3.155 a	8.303 a
2	44.745 a	5.416 ab	3.131 a	8.587 a
3	43.978 a	5.795 a	2.959 ab	8.754 a
4	42.242 a	5.602 ab	2.503 b	8.107 a
DMS	5.135	0.518	0.467	0.776

Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $p < 0.05$)

DISCUSION

Producción de forraje verde

Con respecto a la producción de forraje verde (Figura 1), se observó una disminución general del rendimiento en el régimen de humedad restringido, particularmente en el primer corte, además de una mayor producción para los materiales de hábito intermedio e invernal. Estos mismos tipos mostraron rendimientos superiores a los demás genotipos en el segundo corte. Los materiales de tipo invernal mostraron una producción más estable en comparación con los otros tipos pero con una ligera decadencia del primero hacia el tercer corte, presentando una ligera superioridad en el tercer corte en comparación con los tipos intermedios e intermedios-invernales.

Producción de forraje seco foliar

En el caso de la producción de forraje seco foliar (Figura 2), los grupos de genotipos de hábito invernal e intermedio-invernal mostraron una mayor producción a través de los cortes en comparación con los otros tipos, aunque esta disminuyó al avanzar los cortes. Los tipos primaverales (Grupo 1), registraron la menor producción de forraje seco foliar a través de los cortes. Todos los materiales disminuyeron su producción de forraje seco foliar al avanzar los cortes.

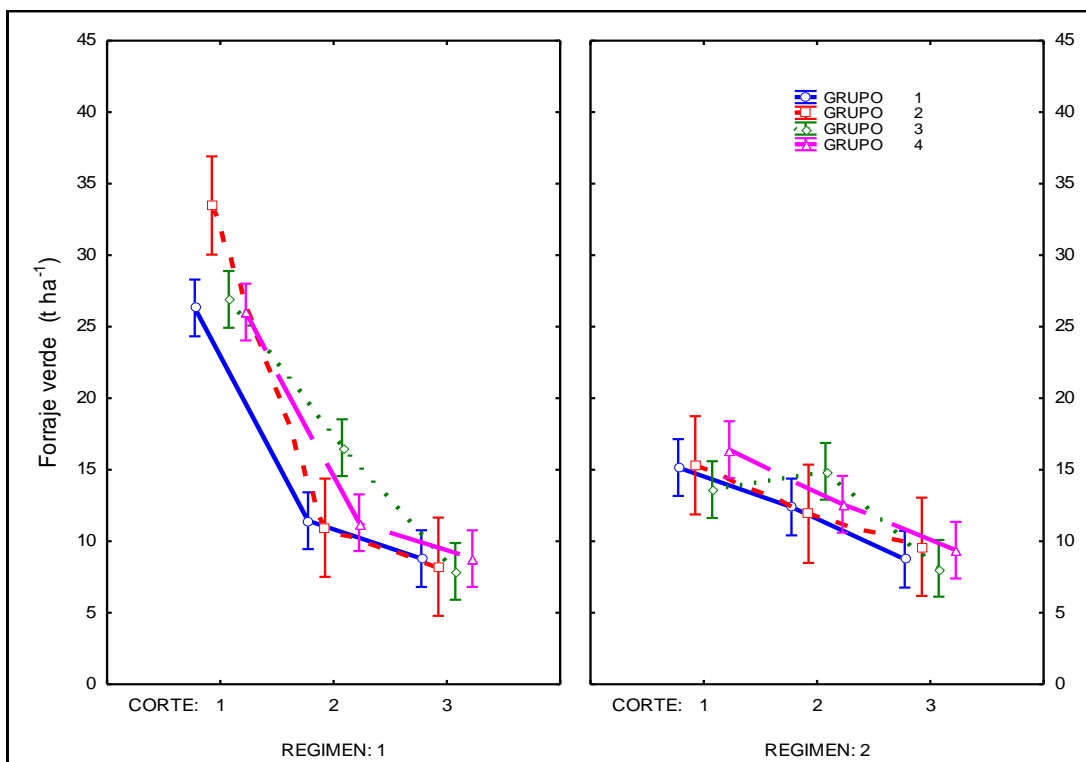


Figura 1.- Producción de forraje verde de los genotipos de triticale agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

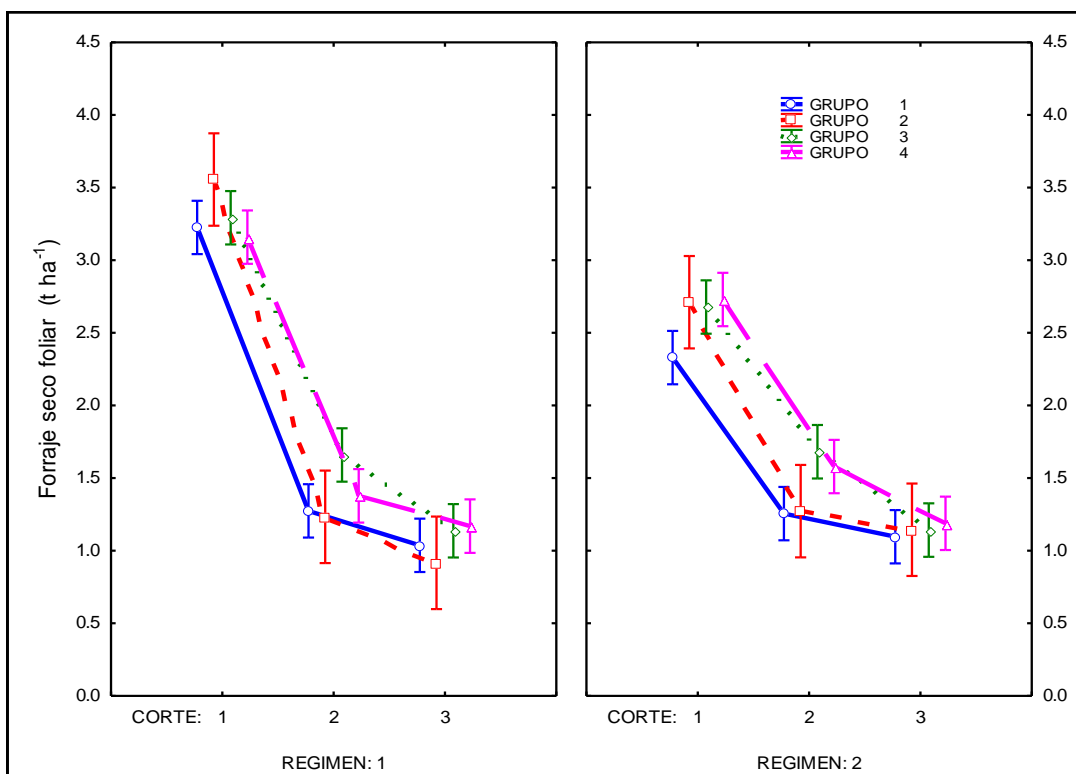


Figura 2.- Forraje seco foliar de los genotipos de triticale agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

Producción de forraje seco total

Al analizar la Figura 3 se observa que los materiales de hábito intermedio (Grupo 2) fueron los que en forma general registraron mayor producción de forraje seco total en el primer corte en el régimen normal, disminuyendo su producción en forma linear al avanzar los cortes. Sin embargo, los materiales de hábito intermedio-invernal mantuvieron estable su producción en los tres cortes. En el caso del grupo de hábito invernal, este registró una producción similar a la de los genotipos intermedio-invernal en el primer corte, sin embargo, para el segundo corte disminuyeron su producción y mostraron un importante aumento en el tercer corte.

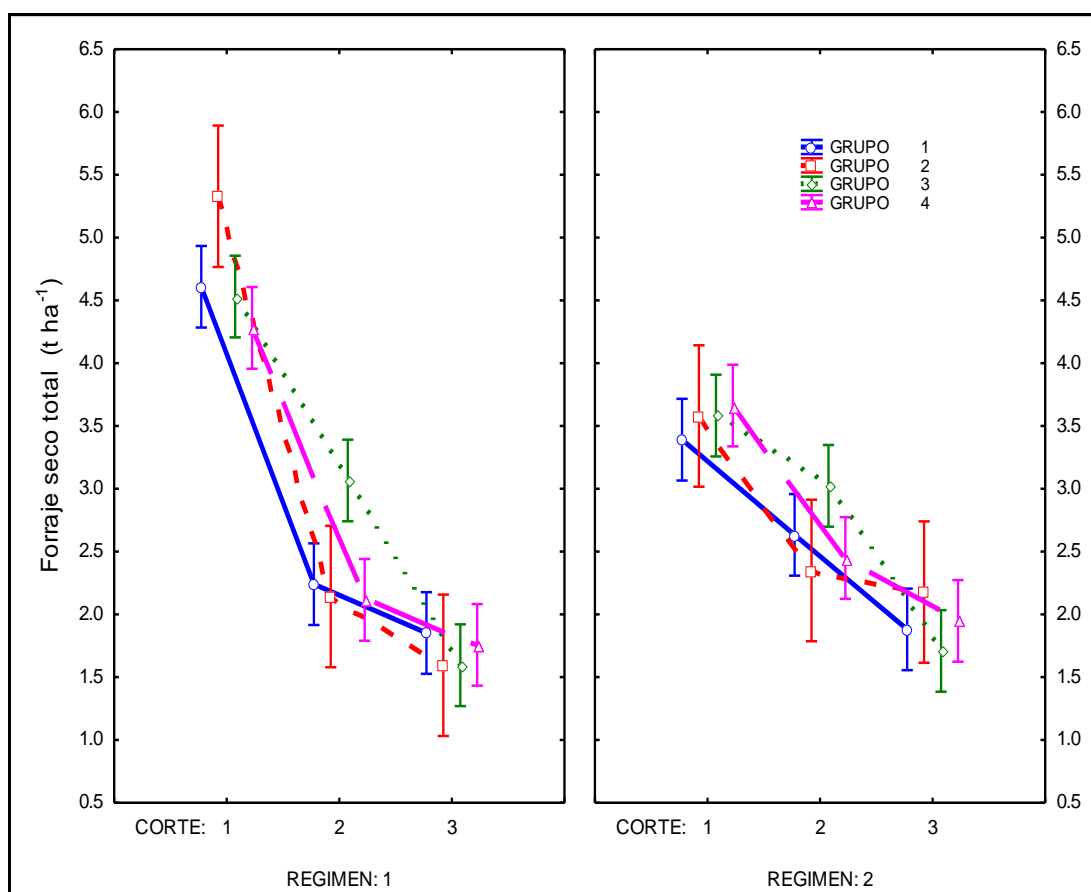


Figura 3.- Forraje seco total de los genotipos de triticale agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

Relación hoja-tallo

Al analizar la Figura 4 podemos observar claramente que en los tres cortes los materiales de hábito invernal mostraron superioridad al resto de los grupos para RHT, aunque se mantiene una ligera superioridad sobre los de tipo intermedio-invernal hasta llegar al tercer corte y los materiales de hábito intermedio se encuentran por debajo de los otros materiales en los dos primeros cortes y para el tercer corte muestran un ligero aumento. Todos los materiales mostraron claramente una disminución en la relación hoja-tallo al avanzar los cortes.

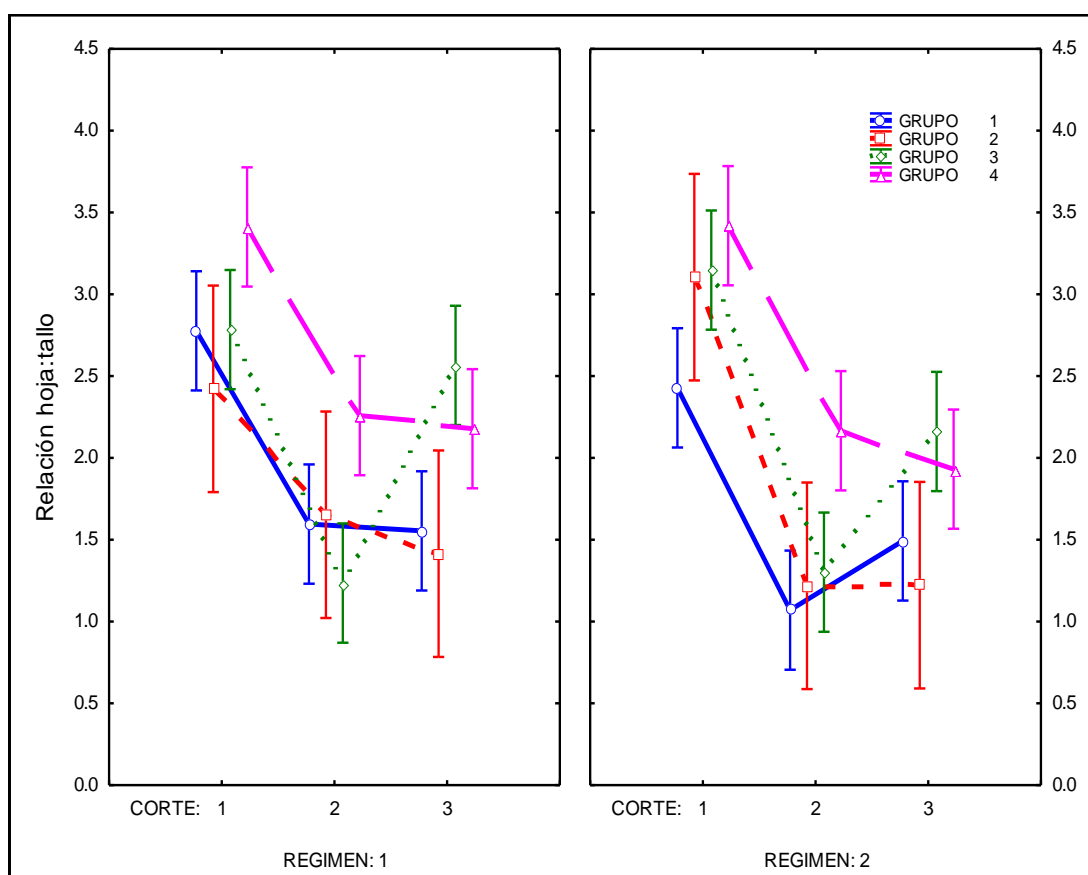


Figura 9.- Relación hoja-tallo de los genotipos de triticale agrupados por hábito de crecimiento en cada uno de los tres cortes en Las Vegas. Ciclo 2013-2014.

Forraje acumulado

Con respecto al rendimiento acumulado a través de los tres cortes de cada uno de los grupos de genotipos evaluados, las Figuras 10 a la 13, muestran, respectivamente, los rendimientos por corte y acumulados de los diferentes grupos de genotipos. Las tendencias encontradas fueron las siguientes: para forraje verde (Figura 10), la producción y distribución de la biomasa fue similar en los grupos 2, 3 y 4; los tipos más precoces (grupo 1), rindieron menos biomasa verde acumulada. La tendencia fue similar para el forraje seco foliar acumulado (Figura 11). Para forraje seco de tallos acumulado, la tendencia fue inversa; los triticales más precoces (grupo 1), acumularon proporcionalmente más biomasa de tallos que los tipos más tardíos (Figura 12). Finalmente, para el forraje seco total acumulado, no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos (Cuadro 13), indicando en forma general, diferencias en la partición de biomasa de los distintos tipos a través de los sucesivos cortes.

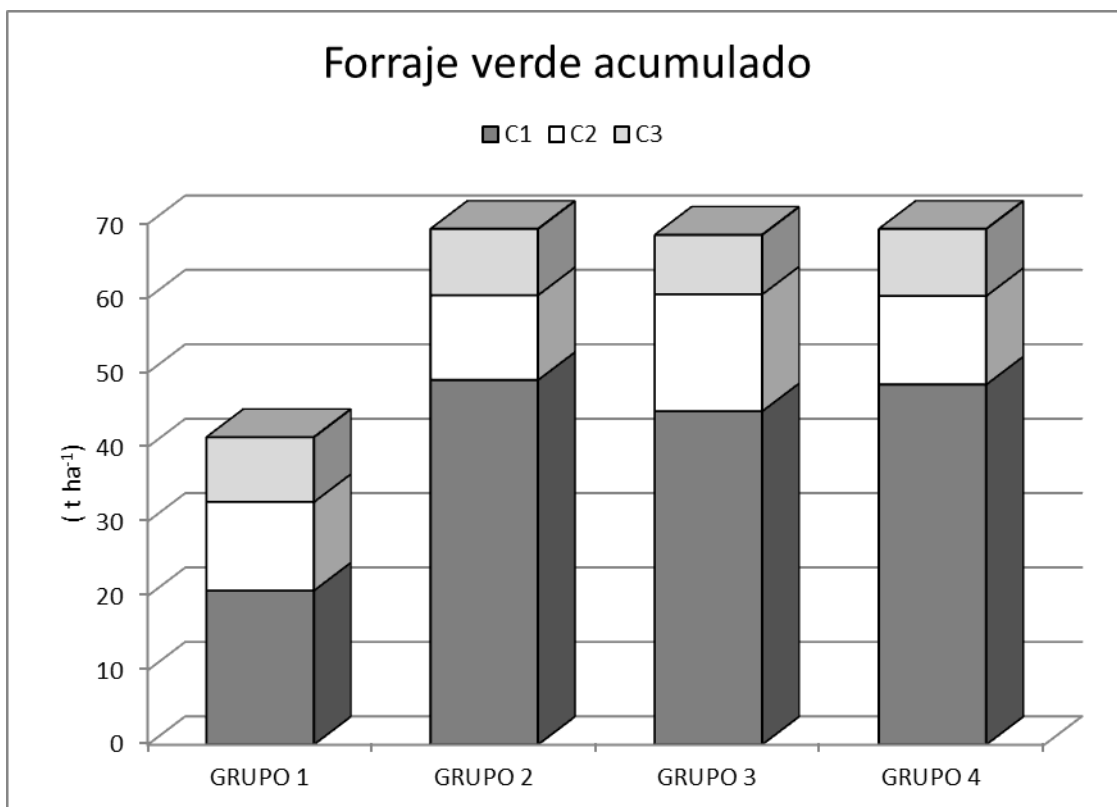


Figura 10. Forraje verde acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.

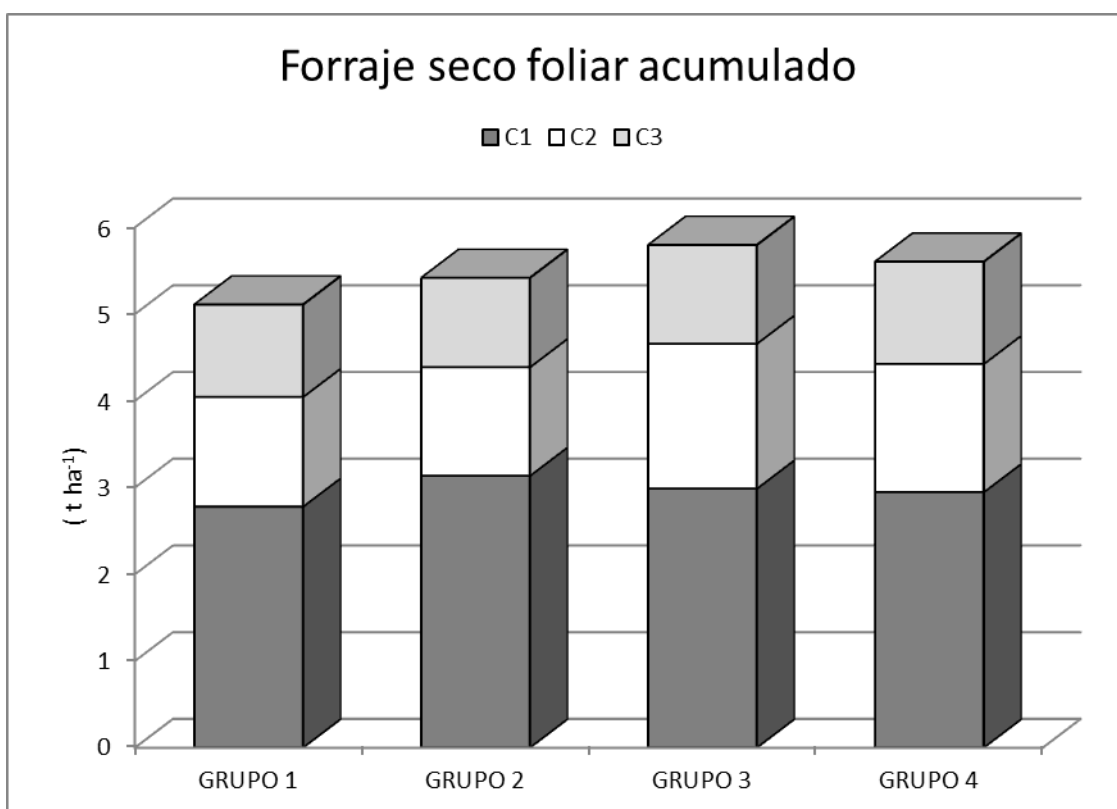


Figura 11. Forraje seco foliar acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.

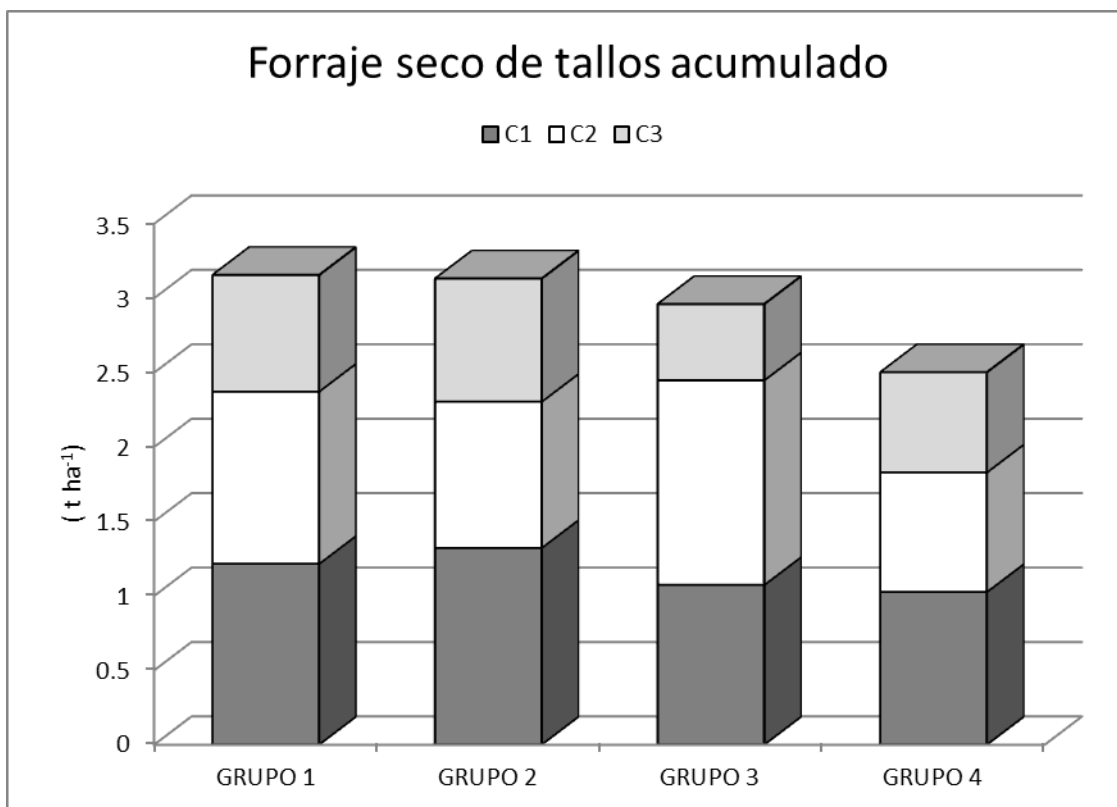


Figura 12. Forraje seco de tallos acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.

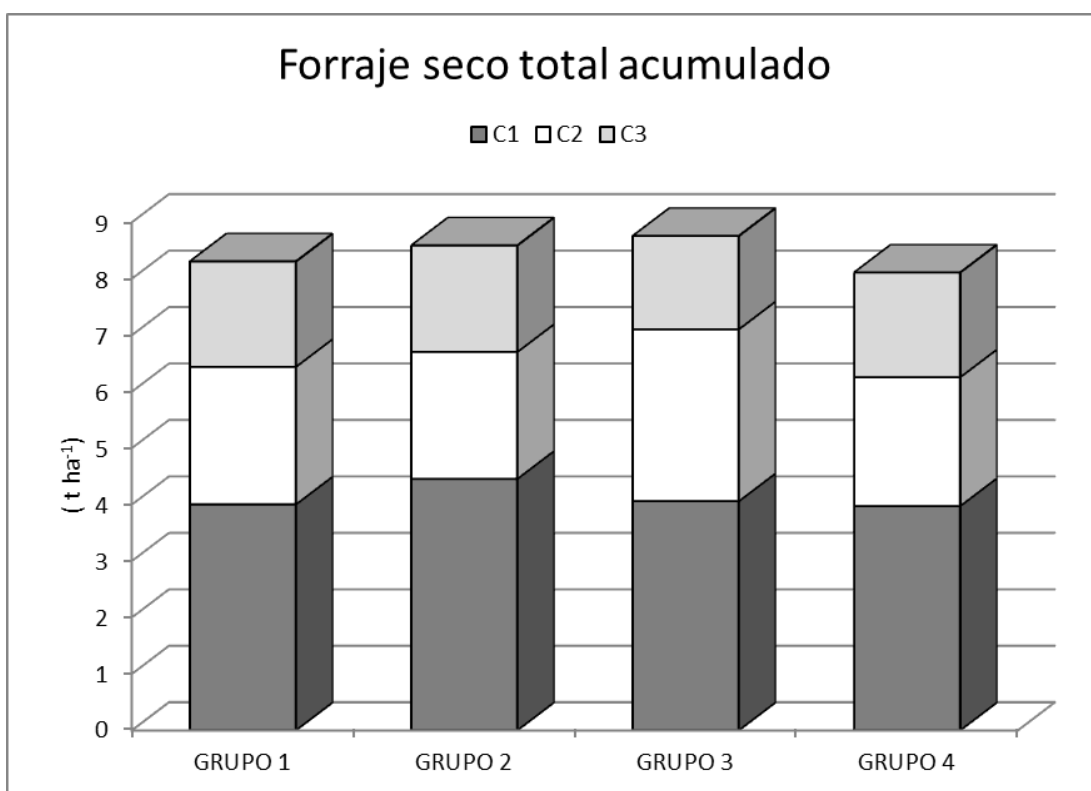


Figura 13. Forraje seco total acumulado de cada uno de los grupos de triticales evaluados.

DISCUSIÓN

Los resultados registrados en los análisis de varianza (individuales por corte y localidad y los análisis combinados entre cortes) para las diferentes variables en estudio, y particularmente para producción de forraje verde y seco, indicaron diferencias altamente significativas entre los regímenes de humedad, debido al efecto detrimental del déficit de humedad sobre los genotipos

Los resultados de los análisis de varianza por corte y las pruebas de comparación de medias correspondientes, demostraron que tanto para rendimiento de forraje verde como para forraje seco, se registraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos bajo el sistema utilizado (corte); esto se debió a la diferente constitución genética de los materiales utilizados, expresada principalmente por su hábito de crecimiento (intermedios, intermedios-invernales e invernales); por lo que corresponde a la capacidad de producción de forraje a través de los cortes, se observó que esta reside en una mayor o menor capacidad de rebrote, la cual se manifestó con mayor intensidad en los materiales de hábito invernal e intermedio-invernal, además de registrar una mayor producción de forraje seco foliar y porcentaje de hoja, concordando con lo reportado por Lozano del Río (2002), Morales (2003), Alfaro (2008) y Ruiz Machuca (2010), que al evaluar materiales de triticale de diferentes hábitos de crecimiento encontraron que los tipos invernales e intermedios-invernales presentan los mayores rendimientos bajo el sistema de cortes o pastoreos múltiples. Por otra parte, para el tercer corte, los tratamientos de tipo invernal demostraron tener mayor capacidad de rebrote que los de hábito intermedio y aunque la

cantidad de forraje verde y seco disminuyó del segundo al tercer muestreo se obtuvieron adecuados rendimientos de ambos.

Los resultados encontrados coinciden con lo reportado por Barnett y Stanley (1975) y Brown y Almodares (1976) para producción de forraje seco. Leana (2000) reporta datos similares tanto para la producción de forraje verde como seco al evaluar genotipos de triticale con hábito de crecimiento facultativo, intermedio e intermedio-invernal; dentro de los materiales testigos utilizó la avena Cuauhtémoc, la cual fue superada en producción global por una línea de triticale de hábito intermedio-invernal en 65.0% para forraje verde y para forraje seco en 66.3%.

Gayosso (1989) reporta valores de producción tanto de forraje verde como seco similares a los encontrados en este trabajo al evaluar genotipos de triticale de hábito intermedio en tres ambientes del norte de México. Lozano *et al* (1998), reportó valores similares a los encontrados en este trabajo para producción de forraje verde y seco, en un estudio realizado en dos localidades del norte de México, (Matamoros y Zaragoza, Coahuila). Sin embargo, los resultados de este estudio difieren de los reportados por Fraustro (1992), que reportó valores de producción inferiores a los encontrados en este trabajo; en su estudio, utilizó líneas y variedades de triticales de hábito intermedio e invernal diferentes a las de esta investigación.

También, en este estudio, la tendencia de los materiales a disminuir su proporción de hojas y aumentar la de tallos, concuerda con Juskiw (2000), ya que encontró resultados similares a los de esta investigación, donde reportó que la proporción de hojas disminuye durante el desarrollo de la planta, mientras que el porcentaje de tallos se incrementa. También menciona que los patrones de distribución o partición de la biomasa se deben principalmente al genotipo de los materiales.

En cuanto al potencial productivo de las diferentes variedades de triticales utilizadas en este estudio bajo corte, los resultados de este experimento coinciden con lo señalado por Lozano (2002), Alfaro (2008) y Ruiz Machuca (2010), ya que mencionan que los mejores materiales para cortes o pastoreos múltiples son los de hábito invernal ó intermedio-invernal, por su alta capacidad de rebrote, alta calidad nutritiva, con adecuados rendimientos de forraje seco en etapas tempranas en su desarrollo (encañe) y una mayor producción de hojas en relación a tallos, en comparación con triticales primaverales e intermedios, avenas y trigos.

Patrones de producción

Evaluación por cortes.

En este estudio, se observaron las siguientes tendencias; al primer corte, el mayor desarrollo y crecimiento lo registraron los tipos intermedios o facultativos (grupo 2), otorgándoles una pequeña ventaja en producción de FV y FS en comparación con los genotipos de hábito de crecimiento más

tardío, que son de crecimiento más lento al inicio de su ciclo. Con relación a la relación hoja-tallo, la tendencia fue de una mayor proporción de hojas en los invernales, intermedios-invernales e intermedios. Después del primer corte y al realizar el muestreo previo al segundo, se observó que los tratamientos más tardíos y en especial los tipos invernales e intermedios-invernales presentaron una mayor capacidad de rebrote en comparación con los tipos intermedios y primaverales. Esto mismo ocurrió después del segundo corte, ya que se registraron los mismos resultados, demostrando que para verdeo y/o pastoreo, los genotipos invernales e intermedios-invernales tienen mayor capacidad de rebrote y amacollamiento, en comparación con los tipos intermedios, que desde el segundo corte disminuyeron su rendimiento y aún más durante el tercero, demostrando que para este tipo de práctica no son los más recomendables.

Con respecto al patrón de producción de forraje verde y seco de los hábitos de crecimiento evaluados y la respuesta de cada uno de ellos después de cada corte, los tipos intermedios-invernales fueron los mejor adaptados a este tipo de práctica, y estuvieron representados a través de la suma de medias de cada muestreo, ya que registraron el acumulado más alto de los hábitos de crecimiento evaluados. Por otra parte, presentan una excelente relación hoja-tallo y un hábito de crecimiento de la planta de tipo semipostrado, lo que le da ventajas sobre hábitos más precoces como el intermedio y el primaveral para tolerar mejor el paso de la maquinaria en sistemas de corte mecanizado y el pisoteo de los animales en pastoreo.

A este respecto, para ilustrar la superioridad de los genotipos invernales, Ruiz Machuca (2010) señala que al realizar contrastes ortogonales entre estos tipos de hábito de crecimiento obtuvo los siguientes resultados: el grupo de líneas de hábito invernal fueron significativamente diferentes ($P < 0.01$) a los testigos de hábito intermedio en rendimiento de forraje verde acumulado (71.275 vs 62.226 t ha⁻¹); rendimiento de forraje seco acumulado (13.463 vs 11.895 t ha⁻¹); porcentaje de hoja (68.3 vs 62.9%); porcentaje de tallo (31.3 vs 34.8%) y relación hoja-tallo (4.387 vs 2.800).

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones bajo las cuales se realizó la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- El régimen de irrigación sub-óptimo tuvo efectos negativos y significativos sobre los rendimientos de biomasa (verde, foliar y total) de los diferentes grupos de genotipos estudiados bajo el manejo de cortes.
- Los triticales de hábito intermedio e intermedio-invernal registraron los mayores rendimientos de forraje seco total acumulado, en la localidad de Las Vegas, por lo que resultan los tipos más adecuados cuando el objetivo es la producción de forraje bajo el sistema de cortes múltiples o pastoreos.
- Además de la selección de especies y/o hábitos de crecimiento, el déficit de irrigación, definido como la aplicación de agua en un nivel menor al del pleno requerimiento del cultivo (riego sub-óptimo=80%), puede ser una buena oportunidad para incrementar la eficiencia en el uso del agua (EUA) de los forrajes anuales en la cuenca lechera de la Comarca Lagunera.

6. LITERATURA CITADA

- Alfaro, G. A. 2008. Patrones de Producción de Forraje de Triticale (*X. Triticosecale Wittmack*) de Diferentes Hábitos de Crecimiento Bajo Corte y Pastoreo en dos Localidades del Norte de México. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Austin, R.B., Bingham, J., Blackwell, R.D., Evans, L.T., Ford, M.A., Morgan, C.L. and Taylor, M. 1980. Genetic improvements in winter wheat yield since 1890 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci.* 94:675-689.
- Barnet, R. D. and R. L. Stanley, Jr. 1975. Yield, protein content, and digestibility of several species and cultivars of small grains harvested for hay or silage. *Proceedings*, Volume 35. November 18, 19 and 20. 1995.
- Blum, A., Ebercon, A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Sci.* 21:43-47.
- Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. *Science.* 218:443-448.
- Brown, A. R., and A. Almodares. 1976. Quantity and quality of triticale forage compared to other small grains. *Agron. J.* 68: 264-266
- Cabeza, C., A. Kin and J.F. Ledent. 1993. Effect of water shortage on main shoot development and tillering of common and spelt wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 170 (4):243-250.
- Collar, C., and Aksland, G. 2001. Harvest effects on yield and quality of winter forage. *Proc. 31st California Alfalfa and Forage Symposium.* Ca. U.C. Cooperative Extensión. University of California, Davis. Calif. 133-142.
- Conroy, J.P., Virgona, J.M., Smillie, R.M., and Barlow, E.W. 1988. Influence of drought acclimation and CO₂ enrichment on osmotic adjustment and chlorophyll *a* fluorescence of sunflower during drought. *Plant Physiol.* 86:1108-1115.
- Fraustro, S. R. E. 1992. Evaluación de líneas avanzadas forrajeras de triticale (*X Triticosecale Wittmack*) de hábito intermedio e invernial en Buenavista, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- García del Moral, L.F. 1992. Leaf area, grain yield and yield components following forage removal in triticale. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 168:100-107.

- Gayosso, G. J. B. E. 1989. Rendimiento y calidad de forraje en triticales de hábito intermedio (*X Triticosecale Wittmack*), en tres ambientes del norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Grzesiak, M.T., A. Rzepka, T. Hura, K. Hura and A. Skoczowski. 2007. Changes in response to drought stress of triticale and maize genotypes differing in drought tolerance. 2007. *Photosynthetica*. 45(2):280-287.
- Grzesiak, S., Grzesiak, M.T., Filek, W., Stabryła, J. 2003. Evaluation of physiological screening tests for breeding drought resistant triticale (*X Triticosecale wittmack*). *Acta Physiol. Plant*. 25:29-37.
- Hsiao, T.C. and E. Acevedo. 1974. Plant responses to water deficits, water-use efficiency and drought resistance. *Agric. Meteorol*. 14:59-84.
- Juskiw, P. E., J. H. Helm, and D. F. Salmon. 2000. Forage yield and quality for monocrops and mixtures of small cereal grains. *Crop. Sci*. 40:138
- Kalen, D.L. and Camp, C.R. 1982. N, P and K accumulation by high-yielding irrigated maize grown on a typical Paleudult in the Southeastern U.S. Ed. Proc. 9th Intl, Plant Nutr. Colloq. Vol. 1. Warwick University, UK.Pp. 262-267
- Keim, D.L. and Kronstad, W.E. 1981. Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop Sci*. 21:11-15.
- Leana, L. A. 2000. Evaluación de líneas y variedades forrajeras de triticale (*X Triticosecale Wittmack*), en dos ambientes del norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Lozano, A. J., V M. Zamora, H. D. Solís, M. Mergoum and W. H. Pfeiffer. 1998. Triticale forage production and nutritional value in the northern region or México. *Proceedings, Volumen # 2, Poster Presentations, 4th International Triticale Symposium, July 26-31, 1998. Red Deer, Alberta, Canada.*
- Lozano del Río, A, J. 2002. Triticales forrajeros para la Región Lagunera. *Revista Agropecuaria Laguna*. 29(6):4-5.
- Lozano-del Río, A. J., Zamora-Villa, V. M., Ibarra-Jiménez, L., Rodríguez-Herrera. S. A., de la Cruz-Lázaro, E., y de la Rosa-Ibarra, M. 2009. Análisis de la interacción Genotipo-ambiente mediante el modelo AMMI y Potencial de producción de triticales forrajeros (*X Triticosecale wittm.*). *Universidad y Ciencia*. 25(31):81-92.
- Malhi, S.S., Johnston, A.M., Schoenau, J.J., Wang, Z.H., and Vera, C.L. 2006. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of wheat,

- barley and oat on a Blanck Chernozem soil in Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 86:1005-1014.
- Magaña, V., Pérez, J., Vázquez, J., Carrisoza, E., y Pérez, J. 2004. Impactos del Niño en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Autónoma de México. Secretaría de Gobernación. 39-42 p.
- Monterroso, R.A. y J.D., Gómez. 2009. Caracterización del índice de aridez en México usando dos alternativas de estimación de la evapotranspiración potencial y escenarios de cambio climático. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. 105- 108 p.
- Moore, E. L. 2005. Alternative forage crops when irrigation water is limited. Drought Management Factsheet. British Columbia, Canadá. 6:1-6.
- Morales, L. R. 2003. Evaluación de Líneas Avanzadas de Triticale (X *Triticosecale*_Wittmack) y Avena (*Avena sativa*) en tres localidades de la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Musick, J.T. and D.A. Dusek. 1980. Planting date and water deficit effects on development and yield of irrigated winter wheat. Agron. J. 72:45-52.
- Neal, J.S., Fulkerson, W.J., and Campbell, L.C. 2010. Differences in yield among annual forages used by the dairy industry under optimal and deficit irrigation. Crop and Pasture Sci. 61:625-638.
- Neal, J.S., Fulkerson, W.J., and Hacker, R.B. 2010. Differences in water use efficiency among annual forages used by the dairy industry under optimum and deficit irrigation. Agricultural Water Management. 98:759-774.
- NRC. 1989. Triticale: a promising addition to the world's cereal grains. National Research Council. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Núñez, H.G., Contreras, F.E., Quiroga, M.H., y Faz, R. 1997. Cultivos forrajeros de invierno. En: Tercer ciclo de conferencias internacionales sobre nutrición y manejo. Grupo LALA. México.
- Ozkan, H., Genv, T., Yagnasanlar, T., and Toklu, F. 1999. Stress tolerance in hexaploid spring triticale under Mediterranean environment. Plant Breeding. 118:365-367.
- Poysa, V.W. 1985. Effect of forage harvest on grain yield and agronomic performance of winter triticale, wheat and rye. Can. J. Plant Sci. 65:879-888.

- Purcell, L.C., y Currey, A. 2003. Gaining acceptance of water use efficiency framework, terms and definitions. Land Water Australia, Canberra.
- Reta, S. D., Figueroa, V.U., Faz, C.R., Núñez, H. G., Gaytán, M. A., Serrato, C. S., y Payán G.J. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. Rev. Fitotec. Mex. 33(4):83-87.
- Royo, C. and Parés, D. 1996. Yield and quality of winter and spring triticales for forage and grain. Grass and Forage Science. 51:449-455.
- Ruiz Machuca, L. M. 2010. Comportamiento Forrajero de Líneas y Variedades de Triticale (X *Triticosecale* Wittmack) de Diferente Hábito de Crecimiento Bajo Corte y Pastoreo en tres ambientes del Norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Santiveri, F., Royo, C., and Romagosa, I. 2004. Growth and yield responses of spring and winter triticale cultivated under Mediterranean conditions. Europ. J. Agronomy. 20:281-292.
- Sharrow, S.H. 1990. Defoliation effects on biomass yield components of winter wheat. Canadian Journal of Plant Science. 70:1191-1194.
- Shpiler, L., and Blum, A. 1986. Differential reaction of wheat *Triticum aestivum* cultivars to hot environments. Euphytica 35:483-492.
- SAS Institute Inc. 1999. User's Guide. Statistics, Version 8.1. Sixth edition. SAS Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Statistica. 2001. By Statsoft Inc. U.S. A. Versión 6.1.
- Trapani, N., Gentinetta, E. 1984. Screening of maize genotypes using drought tolerance tests. Maydica 29:89-100.
- Ye, C.W., Díaz, S.H., Lozano-del Río, A.J., Zamora-Villa, V.M., Ayala, O.M. 2001. Agrupamiento de germoplasma de triticale por rendimiento, ahijamiento y gustosidad. Téc. Pecu. 39(1):15-29.
- Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res. 1974; (14): 415-421.
- Zamora-Villa, V.M., Lozano-del Río, A.J., López, B. A., Reyes, V. M., Díaz, S.H., Martínez, R.J., y Fuentes, R.J. 2002. Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. Téc. Pecu. 40(3):229-242.

RESUMEN

Se realizó la presente investigación durante el ciclo otoño-invierno 2013-2014 en el Rancho "Las Vegas", municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, en la Región Lagunera, con el objetivo de determinar el efecto de la disminución de la lámina total de riego sobre la producción de biomasa a través de tres sucesivos cortes de triticales de diferente hábito de crecimiento, con el fin de identificar el o los hábitos de crecimiento de triticales con mayor tolerancia al déficit de humedad en comparación con su comportamiento en condiciones de riego normal. Se evaluaron 20 genotipos de triticales de diferente hábito de crecimiento. Se establecieron dos juegos del experimento, el primero con el número de riegos normales y el segundo con un riego menos antes del primer corte de forraje. Se aplicaron riegos por gravedad, con una lámina aproximada de 12 cm por riego. En ambos experimentos se aplicó el riego inmediatamente después de la siembra; posteriormente, en el caso del experimento con riego normal, se aplicaron dos riegos de auxilio, antes del primer corte. Se aplicó un riego después del primero y segundo corte, dando un total de 5 riegos en el régimen normal (60 cm totales). En el caso del régimen de riego restringido, se aplicó sólo un riego de auxilio después del riego de siembra, antes del primer corte, dando un total de 4 riegos al experimento con riego restringido (48 cm totales). Las variables evaluadas en cada corte fueron: etapa fenológica, producción de forraje verde, producción de forraje seco foliar, producción de forraje seco de tallos, producción de forraje seco total, relación hoja-tallo y porcentaje de materia seca. Los resultados registrados en los análisis de varianza (individuales por corte y localidad y los análisis combinados entre cortes) para las diferentes variables en estudio, y particularmente para producción de forraje verde y seco, indicaron diferencias altamente significativas entre los regímenes de humedad, debido al efecto detrimental del déficit de humedad sobre los genotipos. Los resultados de los análisis de varianza por corte y las pruebas de comparación de medias correspondientes, demostraron que tanto para rendimiento de forraje verde como para forraje seco, se registraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos bajo el sistema utilizado (corte). En base a este estudio, se concluye que el régimen de irrigación sub-óptimo tuvo efectos negativos y significativos sobre los rendimientos de biomasa (verde, foliar y total) de los diferentes grupos de genotipos estudiados bajo el manejo de cortes. Por otra parte, los triticales de hábito intermedio e intermedio-invernal registraron los mayores rendimientos de forraje seco total acumulado, por lo que resultan los tipos más adecuados cuando el objetivo es la producción de forraje bajo el sistema de cortes múltiples o pastoreos. En este estudio, además de la selección de especies y/o hábitos de crecimiento, el déficit de irrigación, definido como la aplicación de agua en un nivel menor al del pleno requerimiento del cultivo (riego sub-óptimo=80%), puede ser una buena oportunidad para incrementar la eficiencia en el uso del agua (EUA) de los forrajes anuales en la cuenca lechera de la Comarca Lagunera.