

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Patrones de Producción de Forraje de Genotipos de Triticale Bajo
Condiciones de Humedad Óptima y Restringida

Por:

MAURICIO VÁZQUEZ AGUILAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Patrones de Producción de Forraje de Genotipos de Triticale Bajo
Condiciones de Humedad Óptima y Restringida

Por:

MAURICIO VÁZQUEZ AGUILAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río

Asesor Principal

Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos
Coasesor

M.C. Modesto Colín Rico
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2015

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico este trabajo a mis padres: Juan Vázquez Millán y Concepción Aguilar Hernández, por todo su amor que me han dado durante toda mi vida, por no dejar de creer en mí, y por todo su apoyo que con sacrificio me lo otorgaron, porque gracias a ellos y sus orientaciones me ayudaron mucho para salir adelante y terminar la carrera.

Gracias a mis hermanas Yazmin Vázquez Aguilar y Abigail Vázquez Aguilar, por creer en mí, apoyándome, brindándome su entusiasmo y su comprensión para poder salir adelante durante mis estudios.

Gracias a mi tío el Ingeniero Julio Aguilar Claudez, por brindarme su amistad, su apoyo y su entusiasmo, dándome consejos y preparándome para la vida profesional.

Gracias a mi profesor Víctor Hernández López, por inculcarme valores y principios para ser una buena persona, que también me han servido de apoyo en mi vida de formación como profesionista, y siempre los tengo presentes, gracias a sus enseñanzas de su arte marcial kung do lama.

Gracias a Areli Gutiérrez Villagrán por apoyarme en los momentos difíciles, comprendiéndome, dándome alegría y entusiasmo para que terminara mi profesión.

AGRADECIMIENTOS

A la honorable y muy respetada **ALMA MATER**, por haberme albergado durante estos cuatro años, y por haberme formado como Ingeniero Agrónomo.

También le quiero agradecer a:

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río. Por haberme permitido trabajar en su área de trabajo y dejarme realizar y formar parte en la realización de esta investigación, por su asesoría, sus consejos y su amistad brindada durante el tiempo que se tomó para dicha investigación.

Al Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos. Por apoyarnos a la realización de esta investigación por sus consejos y su amistad, y por haber aceptado ser parte del jurado calificador.

Al MC. Modesto Colín Rico. Por ofrecerme su amistad, por haber aceptado ser parte del jurado calificador.

A mis compañeros y amigos con quienes compartí alegrías y tristezas y por su comprensión y apoyo cuando más lo necesitaba.

A todos los profesores con los que tuve la oportunidad de aprender sus enseñanzas, sus conocimientos y experiencias y que contribuyeron para hacer de mí un buen profesionalista.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Objetivos	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. Hipótesis.....	5
4. Revisión de literatura.....	6
4.1 Generalidades.....	6
4.2 El triticale como opción forrajera.....	7
4.3 Tipos de triticale.....	8
4.4 Momento óptimo del corte.....	9
4.5 Uso eficiente del agua.....	10
4.6 Efecto del déficit de humedad sobre los cultivos.....	11
4.7 Efecto del déficit de humedad sobre los cultivos a nivel planta y nivel cultivo.....	12
4.8 Efectos visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad.....	13
4.9 Efectos no visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad....	13
4.10 Acumulación de biomasa.	14
5. Materiales y métodos.....	16
5.1 Localización del sitio experimental.....	16
5.1.1 Rancho Las Vegas.....	16
5.1.2.1 Clima.....	16
5.1.2.2 Características del suelo.....	16
5.2 Desarrollo del experimento.....	17
5.2.1 Material genético utilizado.....	17
5.2.2 Preparación del terreno.....	17
5.2.3 Fechas de siembra.....	17
5.2.4 Fertilización.....	17
5.2.5 Riegos.....	19
5.2.6 Control de plagas, enfermedades y malezas.....	19
5.2.7 Cortes.....	19
5.2.8 Tamaño de parcela experimental.....	20
5.2.9 Eficiencia en el uso del agua.....	20
5.2.10 Variables registradas.....	20
5.2.11 Análisis estadísticos.....	21
5.2.12 Modelo estadístico de los análisis de varianza por muestreo para las variables en estudio.	21
5.2.13 Pruebas de comparación de medias.....	21
6. Resultados de la evaluación a través de cortes: Las Vegas.....	23
6.1.1 Corte 1.....	23
6.1.2 Corte 2.....	28
6.1.3 Corte 3.....	32
6.2 Forraje acumulado Las Vegas	37
6.3 Tasa de asimilación de materia seca foliar y total.....	43
6.3.1 Corte 1.....	43
6.3.2 Corte 2.....	45

6.3.3 Corte 3.....	47
6.4 Tasa de asimilación de materia seca global.....	49
6.5 Eficiencia en el uso del agua por cortes, Las Vegas.....	50
6.5.1 Corte 1.....	50
6.5.2 Corte 2.....	51
6.5.3 Corte 3.....	53
6.6 Eficiencia en el uso del agua para forraje acumulado.....	55
7. Discusión.....	57
8. Conclusiones.....	61
9. Literatura citada.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de genotipos utilizados en el experimento.....	18
.....	
Cuadro 2.Resultados del análisis de varianza en el corte 1.....	27
Cuadro 3.Resultados de prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 1.....	27
Cuadro 4.Resultados del análisis de varianza en el corte 2.....	31
Cuadro 5.Resultados de prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 2.....	31
Cuadro 6.Resultados del análisis de varianza en el corte 3.....	36
Cuadro 7.Resultados de prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 3.....	36
Cuadro 8.Resultados del análisis de varianza del forraje acumulado Las Vegas 2013-2014.....	37
Cuadro 9.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos para el forraje acumulado, Las Vegas.....	39
Cuadro 10.Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca corte 1. Las Vegas 2013-2014.....	44
Cuadro 11.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	45
Cuadro 12.Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca corte 2. Las Vegas 2013-2014.....	45
Cuadro 13.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	46

Cuadro 14.Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca corte 3. Las Vegas 2013-2014.....	47
Cuadro 15.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	48
Cuadro 16.Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca global. Las Vegas 2013-2014.....	49
Cuadro 17.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	49
Cuadro 18. Resultados del análisis de varianza del EUA del corte 1.....	50
Cuadro 19.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	51
Cuadro 20.Resultados del análisis de varianza del EUA del corte 2.....	52
Cuadro 21.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	53
Cuadro 22.Resultados del análisis de varianza del EUA del corte 3.....	53
Cuadro 23.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	54
Cuadro 24.Resultados del análisis de varianza del EUA acumulada.....	55
Cuadro 25.Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.....	56
Cuadro 26. Forraje seco acumulado, tasa de acumulación de material seca y eficiencia en el uso del agua entre regímenes de riego. Las Vegas 2013-2014.....	58
Cuadro 27. Forraje seco acumulado, tasa de acumulación de material seca y eficiencia en el uso del agua entre regímenes de riego. Las Vegas 2013-2014.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción y acumulación de forraje foliar a través de los tres cortes en el régimen normal.....	39
Figura 2. Producción y acumulación de forraje foliar a través de los tres cortes en el régimen restringido.....	41
Figura 3. Producción y acumulación de forraje total a través de los tres cortes en el régimen normal.....	41
Figura 4. Producción y acumulación de forraje total a través de los tres cortes en el régimen restringido.....	43
Figure 5. Precipitación (mm) y temperaturas semanales (°C) durante el ciclo del cultivo en la localidad de estudio.....	57
Figura 6. Forraje seco foliar acumulado por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.....	59
Figura 7. Forraje seco total acumulado por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.....	60
Figura 8. Tasa global de acumulación de forraje seco foliar por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.....	60
Figura 9. Tasa global de acumulación de forraje seco total por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.....	61
Figura 10. Eficiencia global en el uso del agua (para forraje seco foliar) por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.....	61
Figura 11. Eficiencia global en el uso del agua (para forraje seco total) por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.....	62

RESUMEN

La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera de México, por lo que existe una alta demanda de forraje de calidad que con mejoras tecnológicas en el riego se logre un mejor aprovechamiento del agua. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la disminución de la lámina total de riego sobre la producción bajo tres cortes de triticales de diferente hábito de crecimiento, avena y trigo así como identificar el hábito de crecimiento de triticales con mayor tolerancia al déficit de humedad. La investigación se realizó en el Rancho Las Vegas, municipio de F.I. Madero, en la Comarca Lagunera en el estado de Coahuila. Se sembraron en el ciclo otoño-invierno 2013-2014 dos juegos del experimento, con el objetivo de someter uno a condiciones de riego normal (60 cm de lámina total) y el segundo a condiciones de riego restringido (48 cm de lámina total). Fueron utilizados 14 líneas de triticales primaveral, 24 facultativos, 7 intermedios-invernales y 6 invernales, además de una variedad de avena y una de trigo como testigos. Los cortes se realizaron a 81, 124 y 157 dds. Las variables registradas fueron: Producción de forraje verde, producción de forraje seco foliar, producción de forraje seco de tallos, producción de forraje seco total, porcentaje de hoja, altura de planta y etapa fenológica. El diseño experimental fue bloques completos al azar. Se determinó que la aplicación el 80% del riego no causó efectos negativos en los rendimientos de forraje sino que inclusive propició en algunos tipos de triticales y en la avena el incremento de producción; para el forraje seco foliar sobresalieron los triticales de tipo invernal, el trigo y la avena y para el forraje seco total la avena y los tipos primaverales; en la materia seca total los genotipos más sobresalientes fueron los de hábito primaveral, facultativos y la avena.

Palabras clave: triticales, forraje, patrones de producción, regímenes de humedad.

1. INTRODUCCIÓN

Alrededor de 113.7 millones de hectáreas son ocupadas por la ganadería en México, lo que equivalente al 58% de la superficie del país, donde se siembran más de 556 mil hectáreas con forrajes de riego, siendo la alfalfa en principal cultivo con cerca del 50% de la superficie, además de avenas, ballicos, maíces y sorgos forrajeros que son utilizados para la alimentación de rumiantes en sistemas intensivos de producción animal, y que a su vez son requeridos como complemento para apoyar a los sistemas extensivos (Zamora-Villa *et al.*, 2002).

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 norte 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. Es precisamente la producción de forrajes el rubro donde hay más posibilidad de reducir costos, mediante el uso de especies más productivas y de mayor calidad (Orona *et al.*, 2003). 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).

A nivel mundial, nacional y regional, específicamente en la Región Lagunera, sitio de este estudio, el agua es un recurso escaso que limita la actividad económica. Desde hace muchos años la extracción de agua subterránea ha sido mayor a la recarga, lo cual ha generado una sobreexplotación de los acuíferos. Éste problema de escasez se ha agudizado en años recientes debido a la baja eficiencia en el uso del recurso, pues el volumen de agua aplicado por cultivo excede a los requerimientos (Guzmán-Soria *et al.*, 2006; García-Salazar *et al.*, 2006). La competencia por el agua se debe a la existencia de varios sectores consumidores, principalmente la agricultura, que ocupa el 83% del agua extraída a actividades agrícolas y pecuarias, fundamentalmente para la producción de alfalfa

y otros forrajes de riego, ya sea por bombeo y/o gravedad, seguido por el uso doméstico e industrial (Montemayor *et al.*, 2010; Holguín *et al.*, 2003).

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. Entre los cultivos de más baja eficiencia de uso del agua destaca la alfalfa, ya que el volumen anual de agua aplicado al cultivo es de 2919 mm, cuando sólo se necesitan 1850 mm para completar un ciclo anual de producción. Esta situación también se presenta en nogal, en el cual el uso de agua excede a los requerimientos en 33% (Levine *et al.*, 1998; Fortis-Hernández *et al.*, 2002).

Para cubrir las demandas de agua agrícola y mantener la producción regional, se ha recurrido a la extracción de aguas subterráneas; esta práctica atenta contra la conservación del recurso, pues de acuerdo con un estudio hecho para la Comisión Nacional del Agua por el Instituto Técnico de Estudios y Servicios, S.A., el acuífero principal de la Comarca Lagunera reporta un déficit de 414.95 millones de metros cúbicos (ITEPSA, 1999).

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).

2. OBJETIVOS

2.1 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, además de avena y trigo.
- 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.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Conocer el efecto del régimen de humedad en los diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través de cortes sucesivos a través del ciclo, bajo las condiciones arriba mencionadas.
- b) Documentar el comportamiento de los tipos de triticales en comparación con los testigos avena y trigo.
- c) Estimar la tasa de acumulación de materia seca de cada tipo de triticales, avena y trigo.
- d) Estimar la eficiencia en el uso del agua (EUA) de los diferentes hábitos de crecimiento y sus testigos avena y trigo.

3. HIPÓTESIS

a) No existe diferencia en la producción entre ambos regímenes de humedad.

b) No existe diferencia en la producción entre los seis diferentes grupos.

c) No existe diferencia en la tasa de acumulación de materia seca entre los tipos evaluados.

d) No existen diferencias en la eficiencia en el uso del agua entre los tipos evaluados.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 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).

4.2 El triticale como opción forrajera

El triticale (*X Triticosecale* Wittmack.) puede utilizarse para tres fines agrícolas: a) producción de grano, b) doble propósito (forraje y grano) y c) producción de forraje, ya sea para henificado, ensilado, verdeos o pastoreos. 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).

Es un cultivo relativamente nuevo en México, del cual se estima que se cultivan alrededor de 8,000 hectáreas, en su mayoría para producción de grano, principalmente en los estados de Michoacán, Nuevo León, Puebla, Jalisco, México, Tlaxcala y Sonora, y más recientemente, y para uso forrajero, en los estados de Chihuahua, Coahuila y la Región Lagunera, donde se reportan superficies mayores a las 5000 has sólo en esta última región, ya que ha demostrado ser una especie que compite efectivamente con la avena, ballico, trigo, centeno y cebada en la producción de forraje durante la época invernal (Ye *et al.*, 2001).

4.3 Tipos de triticales

Con base a su patrón productivo y hábito de crecimiento, en México se han desarrollado materiales de triticales 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), Anónimo, 1989). 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.

4.4 Momento óptimo del corte

El manejo de triticales para los diferentes tipos de explotación 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 triticale 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).

4.5 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 las explotaciones lecheras (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, 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).

4.6 Efecto del déficit de humedad sobre los cultivos

El mayor factor que limita el crecimiento y la producción de los cultivos a nivel mundial es la disponibilidad de agua (Araus *et al.*, 2002). En la mayoría de las empresas agrícolas, las deficiencias de humedad durante cualquier etapa del desarrollo de las plantas disminuyen su rendimiento. Se ha demostrado que los incrementos en el potencial genético de los cultivos se expresan mejor en ambientes óptimos, sin embargo, también están asociados con un mejor comportamiento productivo bajo déficits de humedad o sequía (Trethowan *et al.*, 2002; Araus *et al.*, 2002).

Es necesario mejorar la eficiencia en el uso del agua en la producción de cultivos, tanto bajo condiciones de riego como de temporal (Hamdy *et al.*, 2003). Se requerirán distintas estrategias para mejorar la productividad en el uso del agua bajo las mencionadas condiciones; entre ellas, está el desarrollo de nuevas variedades que sean más eficientes en el uso de este insumo, así como otras estrategias, que incluyan un mejor manejo del recurso hídrico y también cambios en el manejo de los cultivos, tomando en cuenta que ninguna de ellas debe de implementarse en forma aislada (Wang *et al.*, 2002).

4.7 Efecto del déficit de humedad sobre los cultivos a nivel planta y nivel cultivo

A nivel planta individual y cultivo, las repercusiones más importantes de la deficiencia de humedad se reflejan en los procesos fenológicos, desarrollo físico, crecimiento, asimilación de carbono, partición de asimilados y reproducción. Estos efectos mayores son determinantes en las variaciones del rendimiento de los cultivos causadas por el estrés de sequía. El crecimiento depende de la división y expansión celular. De estos, la expansión celular es probablemente la más sensible a los déficits de humedad, ya que depende del mantenimiento de la turgencia de las células, así como de la extensibilidad de la pared celular y otros factores. Esta menor expansión celular como respuesta al déficit de agua sirve para disminuir el uso del agua por la planta, pero al mismo tiempo lleva a una menor productividad de la misma. Si la reducción en el uso del agua por la planta no es suficiente para mantener la turgencia, disminuye además la transpiración debido al cierre de los estomas. Inicialmente, el cierre reduce la transpiración, más que la asimilación de CO₂, pero al avanzar el estrés ambos se reducen drásticamente. El marchitamiento es una expresión de la pérdida de turgencia, la cual se manifiesta de forma diferente de acuerdo a la especie de planta, como por ejemplo, el enrollamiento de las hojas en cereales.

4.8 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).

4.9 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).

4.10 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).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en el Rancho Las Vegas, ubicado en el municipio de Francisco I. Madero. Se sembraron dos juegos del experimento, con el objetivo de someter uno de los experimentos bajo condiciones de riego normal (60 cm de lámina total) y el segundo juego bajo condiciones de riego restringido (48 cm de lámina total).

5.1.1 Rancho Las Vegas

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” O y 25° 46´ 31” N con una altura de 1100 m.

5.1.2.1 Clima

El tipo de clima es BWhW (e´) que es de los subtipos desérticos semicálidos, la temperatura media anual es de 18 °C; la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 200 a 300 mm, con regímenes de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.

5.1.2.2 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.

5.2 DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

5.2.1 Material genético utilizado

En el Cuadro 1 se presenta la lista de los 53 genotipos utilizados en los experimentos, de los cuales 14 fueron líneas experimentales de triticale con hábito de crecimiento primaveral, 24 del tipo facultativo, 7 del tipo intermedio-invernal y 6 de hábito invernal, que fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, además de la variedad de avena “Cuauhtemoc”, de hábito primaveral y la variedad de trigo “Coahuila”, de hábito facultativo, utilizados como testigos. Estos genotipos fueron agrupados de acuerdo a su hábito de crecimiento, quedando como: G1= primaverales (STCL); G2=facultativos (FTCL); G3=Intermedio-invernales (IWTCL); G4= invernales (WTCL); G5=avena (SO); G6=trigo facultativo (FW).

5.2.2 Preparación del terreno

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

5.2.3 Fecha de siembra

La siembra se realizó el 10 de octubre del 2013, durante el ciclo otoño-invierno 2013-2014. Esta se realizó manualmente, a chorrillo, depositando la semilla en el fondo del surco y tapando posteriormente con el pie.

Cuadro 1. Lista de genotipos utilizados en el experimento.

Tratamiento	Variiedad	Grupo	Origen
1	AN-7-2010	Primaverales	Elite
2	AN-11-2010	Primaverales	Elite
3	AN-48-2010	Primaverales	Elite
4	AN-67-2010	Primaverales	Elite
5	AN-70-2010	Primaverales	Elite
6	AN-103-2010	Primaverales	Elite
7	AN-123	Primaverales	TCL1
8	AN-125	Primaverales	TCL1
9	AN-137	Primaverales	TCL1
10	Eronga 83	Primaverales	TCL1
11	AN-8-2010	Primaverales	TCL1
12	AN-49-2010	Primaverales	TCL1
13	AN-61-2010	Primaverales	TCL1
14	AN-107-2010	Primaverales	TCL1
15	AN-2-2010	Facultativos	TCL1
16	AN-3-2010	Facultativos	TCL1
17	AN-12-2010	Facultativos	TCL1
18	AN-13-2010	Facultativos	TCL1
19	AN-24-210	Facultativos	TCL1
20	AN-28-2010	Facultativos	TCL1
21	AN-31-2010	Facultativos	TCL1
22	AN-33-2010	Facultativos	TCL1
23	AN-34-2010	Facultativos	TCL1
24	AN-39-2010	Facultativos	TCL1
25	AN-42-2010	Facultativos	TCL1
26	AN-50-2010	Facultativos	TCL1
27	AN-55-2010	Facultativos	TCL1
28	AN-60-2010	Facultativos	TCL1
29	AN-65-2010	Facultativos	TCL1
30	AN-80-2010	Facultativos	TCL1
31	AN-82-2010	Facultativos	TCL1
32	AN-83-2010	Facultativos	TCL1
33	AN-90-2010	Facultativos	TCL1
34	AN-101-2010	Facultativos	TCL1
35	AN-102-2010	Facultativos	TCL1
36	AN-123-2010	Facultativos	TCL1
37	AN-38	Facultativos	TCL1
38	AN-105	Facultativos	TCL1
39	TCLF-65-05	Intermedios-Invernales	Elite
40	TCLF-66-05	Intermedios-Invernales	Elite
41	TCLF-184-05	Intermedios-Invernales	Elite
42	TCLF-185-05	Intermedios-Invernales	Elite
43	TCLF-203-05	Intermedios-Invernales	Elite
44	TCLF-204-05	Intermedios-Invernales	Elite
45	TCLF-70-05	Intermedios-Invernales	Elite
46	TCLF-24-05	Invernales	Elite
47	AN-31P	Invernales	Elite
48	AN-34	Invernales	Elite
49	AN-31	Invernales	Elite
50	AN-45-2010	Invernales	Elite
51	ABT	Invernales	Elite
52	AVENA	Avena	Elite
53	Trigo Coahuila	Trigo	TCL1

5.2.5 Riegos

Se aplicó el riego inmediatamente después de la siembra a los dos experimentos, 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 aplicados al régimen normal. En el caso del régimen de riego restringido, se aplicó sólo un riego de auxilio después del riego de siembra, dando un total de 4 riegos al experimento con riego restringido. El riego se aplicó por gravedad, con una lámina de 12 cm por riego.

5.2.6 Control de plagas, enfermedades y malezas.

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

5.2.7 Cortes

El primer corte se realizó el día 29 de diciembre de 2013, a los 81 dds; el segundo corte se realizó el día 10 de febrero de 2014, 43 días después del primero; el tercero y último corte se llevó a cabo el día 15 de marzo de 2014, 33 días después del segundo. En esta localidad, el experimento tuvo una duración total de 157 días. Los cortes se realizaron manualmente, con rozadera, cortando el forraje en 50 cm lineales de un surco con competencia completa, aproximadamente a 2 cm sobre la superficie del suelo. Posterior a cada corte,

ambos experimentos (riego normal y restringido) fueron cortados en su totalidad con una cortadora de forraje comercial y el forraje eliminado del lote para permitir el rebrote de los materiales.

5.2.8 Tamaño de parcela experimental

El tamaño total de cada unidad experimental en ambas localidades fue de 5 surcos, cada uno con longitud de 5 m con una separación entre surcos de 0.30 m, dando una superficie total de 7.5 m².

5.2.9 Eficiencia en el Uso del Agua (EUA)

Este parámetro fue estimado tomando en cuenta el rendimiento final de forraje seco (foliar o total) dividido entre los m³ totales de agua aplicados en cada régimen de riego más la precipitación registrada.

5.2.10 Variables registradas

- Altura de planta: se midió en cm, en cada unidad experimental por cada muestreo o corte.
- Etapa fenológica: se registró en cada unidad en cada muestreo y corte, utilizando la escala 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 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.

5.2.11 Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos efectuados fueron: análisis de varianza por corte y acumulado.

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

$$Y_{ijk} = : \mu + R_i + r_j (R) + G_k + R_i G_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ : = Efecto de la media general.

R_i = Efecto del i -ésimo régimen

$r_j (R)$ = Efecto de la j -ésima repetición dentro del i -ésimo régimen.

G_k = Efecto del k -ésimo grupo.

$M_i G_k$ = Efecto de la interacción del k -ésimo grupo en el i -ésimo régimen.

E_{ijk} = Error experimental.

5.2.13 Pruebas de comparación de medias

Se realizaron pruebas de comparación de medias para cada una de las variables estudiadas, entre regímenes y grupos, 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 precisión 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.

6. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN A TRAVÉS DE CORTES: LAS VEGAS

6.1.1 Corte 1

Los resultados del análisis de varianza correspondientes al primer corte en el rancho “Las Vegas” (Cuadro 2) indicaron que la fuente de variación Régimen presentó diferencia estadística altamente significativa en la variable Etapa; en la Altura, Tallo, FSTOT y %MS se registró diferencia estadística significativa y finalmente en FV, Hoja y RHT no se encontró diferencia significativa. Para la fuente de variación Grupo se encontró diferencia altamente significativa entre todas las variables registradas. En la interacción entre el Régimen y el Grupo se encontró diferencia altamente significativa en Altura, Etapa, FV y %MS, en la RHT solamente se obtuvo diferencia significativa mientras que en la Hoja, Tallo y FSTOT no se encontró diferencia estadísticamente significativa.

Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el primer corte (Cuadro 3).

Regímenes

Altura: Para esta variable se encontró diferencia estadística significativa entre ambos regímenes de humedad siendo 38.1% superior el riego castigado en comparación al normalmente regado.

Etapa: Estadísticamente existió diferencia significativa de la etapa entre los regímenes de humedad, el riego restringido registró 20.1% más que el riego normal.

Forraje Verde: Ambos regímenes de humedad fueron estadísticamente diferentes al presentar diferencia significativa, el riego restringido incrementó su producción un 31.3% sobre el riego normal.

Hoja: En esta variable se encontró diferencia significativa entre regímenes, el riego normal superó al restringido en 11.0% en producción de forraje foliar.

Tallo: Estadísticamente existió diferencia significativa entre los regímenes de humedad, la mayor cantidad se registró en el riego normal que superó en 18.1% al riego restringido.

Forraje Seco Total: Se registró diferencia estadística significativa entre los regímenes, el riego normal superó 13.6% al riego restringido en la producción de forraje seco.

Relación Hoja-Tallo: Estadísticamente se presentó diferencia significativa entre ambos regímenes, el riego restringido fue 11.4% mayor que el riego normal.

Porcentaje de Materia Seca: Para esta variable hubo diferencia estadística significativa, el riego normal tuvo un incremento del 29.3% en comparación al riego restringido.

Grupos

Altura: En esta variable se encontró diferencia estadística entre los grupos siendo el grupo 5 el de mayor valor, superando al grupo 4 en un 43.6%.

Etapa: Existió diferencia estadística significativa entre los grupos; la media más alta se registró en el grupo 1 que superó en 25.0% al grupo 4 que tuvo la etapa fenológica más baja.

Forraje Verde: Entre los grupos se registró diferencia estadística; El grupo 5 registró la mayor cantidad de forraje, superando en 48.4% al grupo 4. El resto de los grupos 1, 2, 3 y 6 fueron estadísticamente iguales.

Hoja: Estadísticamente hubo diferencia entre los grupos, sobresaliendo el grupo 5 con la más alta producción de forraje foliar, superando en 25.0% al grupo 1.. Los grupos 2, 3, 4 y 6 fueron estadísticamente similares.

Tallo: En esta variable se presentó diferencia estadística entre los grupos, siendo la mayor cantidad de forraje de tallos producida por el grupo 5, que superó en 62.9% al grupo 4.

Forraje Seco Total: En esta variable existió diferencia estadística entre los grupos, la mayor cantidad de forraje fue producida por el grupo 5, que superó con 38.8% al grupo 4 con la menor cantidad de forraje; el resto de los grupos 1, 2, 3 y 6 fueron estadísticamente iguales.

Relación Hoja-Tallo: Estadísticamente existió diferencia significativa entre los grupos, destacando el grupo 4 con la relación más alta, superando en un 52.6% al grupo 5, que registró la relación más baja.

Porcentaje de Materia Seca: Para esta variable se presentó diferencia estadística; el grupo 6 tuvo el mayor porcentaje, superando en 33.7% al grupo 5, que registró el porcentaje más bajo de materia seca.

Cuadro 2. Resultados del análisis de varianza en el corte 1.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios					
		Altura	Etapa	FV	FS Hoja	FSTOT	RTH
Régimen	1	672.842 *	3.067 **	190.864 *	1.647 NS	5.440 *	1.548 NS
Rep(Régimen)	4	172.037	0.268	46.455	0.46	0.802	0.692
Grupo	5	6078.206 **	10.98 **	418.711 **	1.533 **	7.335 **	14.650 **
Régimen*Grupo	5	5109.906 **	4.300 **	980.462 **	0.548 NS	0.791 NS	2.172 *
Error	314	219.3	0.329	55.054	0.278	0.538	0.832
CV (%)		25.2	13.9	30.9	19.2	19.0	31.8
Media		58.6	4.1	23.9	2.7	3.8	2.8

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de comparación entre medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 1.

Régimen	Altura (cm)	Etapa	FV (t ha ⁻¹)	FS Hoja (t ha ⁻¹)	FSTOT (t ha ⁻¹)	RHT
1	49.27 b	3.73 b	20.32 b	2.90 a	4.11 a	2.71 b
2	68.09 a	4.47 a	27.57 a	2.58 b	3.58 b	3.02 a
DMS	2.04	0.099	1.47	0.29	0.37	0.17
Grupo	Altura (cm)	Etapa	FV (t ha ⁻¹)	FS Hoja (t ha ⁻¹)	FSTOT (t ha ⁻¹)	RHT
1	70.92 ab	4.64 a	25.16 a	2.66 b	4.11 b	2.19 bc
2	58.46 bc	4.12 ab	24.06 b	2.67 b	3.62 b	3.05 ab
3	44.97 c	3.48 c	23.18 b	2.94 b	4.00 b	3.02 ab
4	44.63 c	3.48 c	19.67 b	2.77 b	3.48 b	3.61 a
5	79.16 a	3.96 bc	38.17 a	3.55 a	5.69 a	1.71 c
6	52.50 c	4.13ab	20.50 b	3.12 ab	4.18 b	3.02 ab
DMS	15.56	0.6	7.80	0.55	0.77	0.95

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

6.1.2 Corte 2

Con respecto al segundo corte (Cuadro 4), los análisis de varianza mostraron que para la fuente de variación Régimen existió diferencia altamente significativa en la RHT, significativa en la Altura y para el resto de las variables no se encontró diferencia estadística significativa. Para los grupos, se encontró diferencia altamente significativa en todas las variables evaluadas. En la interacción entre el régimen y el grupo no se encontró diferencia significativa en las variables antes mencionadas.

Resultados de prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 2 (Cuadro 5).

Regímenes

Altura: Para esta variable se encontró diferencia estadística significativa entre ambos regímenes de humedad, siendo 3.1% superior el riego restringido en comparación con el riego normal.

Etapa: Estadísticamente no existió diferencia significativa en la etapa de ambos regímenes de humedad. Sin embargo, numéricamente el riego restringido fue superior al riego normal.

Forraje Verde: Ambos regímenes de humedad fueron estadísticamente iguales al no presentar diferencia significativa aunque la mayor producción se registró en el grupo riego normal.

Hoja: En esta variable no se encontró diferencia significativa entre los regímenes de humedad pues los valores fueron estadísticamente iguales en la producción de forraje foliar.

Tallo: Estadísticamente no existió diferencia significativa entre los regímenes aunque numéricamente la mayor producción de forraje de tallos fue observada en el riego restringido.

Forraje Seco Total: No se registró diferencia significativa en ambos regímenes a pesar de que numéricamente el riego restringido tuvo mayor producción en comparación con el riego normal.

Relación Hoja-Tallo: Estadísticamente no se presentó diferencia significativa entre ambos regímenes. Numéricamente el valor superior se registró en el riego normal.

Porcentaje de Materia Seca: Para esta variable no se registró diferencia estadística significativa. Numéricamente el riego restringido fue superior al normal.

Grupos

Altura: En esta variable se encontró diferencia estadística entre los grupos siendo el de mayor altura el grupo 2, superando al grupo 6 que registró la menor altura, en un 35.7%.

Etapas: Se encontró diferencia estadística en los grupos; la media más alta se registró en el grupo 2, que superó en 22.3% al grupo 6 que registró la media más baja.

Forraje Verde: Entre los grupos se registró diferencia significativa, siendo el grupo 3 el más sobresaliente, pues superó en 93.7% al grupo 6, con la producción de forraje más baja; el resto de los grupos 1, 2, 4 y 5 fueron estadísticamente iguales.

Hoja: En esta variable hubo diferencia significativa; la mayor producción de forraje foliar se registró en el grupo 3 que superó en 78.% al grupo 6, con la menor producción registrada.

Tallo: Se presentó diferencia estadística entre los grupos; el grupo 3 sobresalió con la mayor cantidad de forraje de tallos superando al grupo 6 con la menor producción en un 94.9%.

Forraje Seco Total: Se registró diferencia estadística entre los grupos; la mayor cantidad de forraje proporcionada por el grupo 3 superó en 86.6% al grupo 6, con la menor producción de forraje. El resto de los grupos 1, 2, 4 y 5 fueron estadísticamente iguales.

Relación Hoja-Tallo: Estadísticamente existió diferencia entre los grupos destacando el grupo 6 con la mayor relación, superando en 76.0% al grupo 3 que registró la relación más baja. Los grupos 1, 2, 4 y 5 fueron estadísticamente iguales.

Porcentaje de Materia Seca: Para esta variable se presentó diferencia significativa; el grupo con el mayor porcentaje fue el 6, que fue superior en 59.6% al grupo 5 que registró el menor porcentaje de materia seca.

Cuadro 4. Resultados del análisis de varianza en el corte 2.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios					
		Altura	Etapas	FV	FS Hoja	FSTOT	RTH
Régimen	1	196.794 *	0.047 NS	54.759 NS	0.042 NS	0.700 NS	2.499 **
Rep(Régimen)	4	45.848	0.126	32.23	0.153	2.181	0.325
Grupo	5	1084.399 **	1.840 **	470.503 **	3.556 **	28.082 **	5.683 **
Régimen*Grupo	5	111.082 NS	0.222 NS	35.861 NS	0.082 NS	0.351 NS	0.464 NS
Error	314	55.89	0.164	22.563	0.131	2.384	0.368
CV (%)		14.8	10.4	47.7	42.9	57.2	82.6
Media		50.4	3.8	9.94	0.8	2.69	0.7

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Cuadro 5. Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 2.

Régimen	Altura (cm)	Etapas	FV (t ha ⁻¹)	FS Hoja (t ha ⁻¹)	FSTOT (t ha ⁻¹)	RHT
1	49.67 b	3.87 a	9.63 a	0.84 a	2.61 a	0.79 a
2	51.24 a	3.89 a	10.25 a	0.83 a	2.77 a	0.67 a
DMS	1.32	0.04	2.33	0.14	0.39	0.14
Grupo	Altura (cm)	Etapas	FV (t ha ⁻¹)	FS Hoja (t ha ⁻¹)	FSTOT (t ha ⁻¹)	RHT
1	47.02 a	3.79 a	7.74 b	0.66 b	2.07 ab	0.93 b
2	53.14 a	3.99 a	9.48 b	0.77 b	2.77 abc	0.54 b
3	52.50 a	3.95 a	15.52 a	1.24 a	3.84 a	0.53 b
4	49.86 a	3.73 ab	11.72 ab	1.21 a	3.10 ab	1.07 b
5	34.50 b	3.33 bc	11.87 ab	0.49 bc	1.18 cd	0.94 b
6	34.16 b	3.10 c	1.13 c	0.27 c	0.41 d	2.2 a
DMS	7.85	0.42	4.99	0.38	1.62	0.63

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

6.1.3 Corte 3

Los resultados del análisis de varianza correspondientes al tercer corte (Cuadro 6) mostraron que para la fuente de variación Régimen no existió diferencia estadística significativa, exceptuando únicamente a Altura en la cual existió diferencia altamente significativa. Para la fuente de variación Grupo todas las variables evaluadas presentaron diferencia altamente significativa excepto Tallo y RTH en las cuales no existió diferencia estadística. Para la interacción entre el Régimen y Grupo se encontró diferencia altamente significativa en Altura y Etapa mientras que en las variables FV, Hoja, Tallo, FSTOT, RTH y %MS no se presenta diferencia significativa.

Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 3 (Cuadro 7).

Regímenes

Altura: Para esta variable se encontró diferencia estadística significativa en ambos regímenes de humedad, el riego normal incrementó su altura un 12.1% sobre el riego restringido.

Etapa: Estadísticamente existió diferencia significativa en la etapa promedio de ambos regímenes de humedad, el riego normal presentó una mayor etapa en 3.2% sobre el riego restringido.

Forraje Verde: Ambos regímenes de humedad fueron estadísticamente iguales, aunque numéricamente la mayor producción se registró en el riego normal con 5.95 t ha^{-1} sobre el 5.94 t ha^{-1} del riego restringido.

Hoja: En esta variable no se encontró diferencia estadísticamente significativa en los regímenes de humedad, aunque numéricamente el riego restringido superó al normal en la producción de forraje foliar.

Tallo: Estadísticamente no existió diferencia significativa entre regímenes de humedad aunque el riego restringido numéricamente produjo más cantidad de forraje de tallos que el riego normal.

Forraje Seco Total: Estadísticamente no se presentó diferencia significativa entre regímenes aunque el riego restringido de manera numérica fue superior al riego normal.

Relación Hoja-Tallo: No se encontró diferencia estadística en los regímenes de humedad a pesar de que numéricamente la mayor relación la mostró el riego normal.

Porcentaje de Materia Seca: Para esta variable se registró diferencia significativa entre los regímenes; el riego restringido fue 11.5% superior en el porcentaje de materia seca que el riego normal.

Grupos

Altura: En esta variable se encontró diferencia estadística entre los grupos siendo el mayor el grupo 1, que superó en 22.9% al grupo 5, que presentó la menor altura registrada; El resto de los grupos 2, 3, 4 y 6 fueron estadísticamente iguales.

Etapa: Estadísticamente no existió diferencia entre los grupos. Sin embargo, numéricamente el valor más alto lo registró el grupo 1, que superó en 6.3% al grupo 4 con la etapa más baja.

Forraje Verde: Entre los grupos se registró diferencia estadística; la mayor cantidad de forraje fue del grupo 5, que superó en un 52.1% al grupo 6, que registró la menor producción de forraje.

Hoja: Estadísticamente se registraron diferencias significativas en la producción de forraje foliar; El grupo más sobresaliente fue el 5, que superó en 45.4% al grupo 6, el cual registró la menor cantidad de forraje.

Tallo: Para esta variable no se registró diferencia estadística. Numéricamente la media más alta fue del grupo 4, que tuvo una producción de forraje de tallos 46.8% mayor a la del grupo 6, con la cantidad más baja.

Forraje Seco Total: En esta variable existió diferencia significativa, siendo la mayor cantidad de forraje registrada por el grupo 5, que tuvo 54.3% más producción que el grupo 6, el cual registró la producción de forraje seco más baja.

Relación Hoja-Tallo: Estadísticamente no existió diferencia significativa entre los grupos. Sin embargo, numéricamente, el grupo 4 superó en 22.3% al grupo 1 que registró la relación más baja.

Porcentaje de Materia Seca: Para esta variable se presentó diferencia estadística significativa; el grupo 5 registró un 23.9% más que el grupo 3 que por el contrario, tuvo el menor porcentaje registrado.

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza en el corte 3.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios					
		Altura	Etapa	FV	FS Hoja	FSTOT	RTH
Régimen	1	385.505 **	0.011 NS	0.497 NS	0.010 NS	1.306 NS	0.364 NS
Rep(Régimen)	4	36.97	0.08	9.987	0.147	0.821	0.096
Grupo	5	173.726 **	0.565 **	62.176 **	0.875 **	3.054 **	0.167 NS
Régimen*Grupo	5	130.157 **	0.442 **	1.030 NS	0.008 NS	0.107 NS	0.097 NS
Error	314	40.792	0.102	5.64	0.092	0.722	0.104
CV (%)		14.7	7.4	40.1	53.1	55.0	46
Media		43.3	4.3	5.9	0.5	1.5	0.7

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Cuadro 7. Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos de las variedades evaluadas en el corte 3.

Régimen	Altura (cm)	Etapa	FV (t ha ⁻¹)	FS Hoja (t ha ⁻¹)	FSTOT (t ha ⁻¹)	RHT
1	46.09 a	4.38 a	5.92 a	0.54 a	1.44 a	0.72 a
2	40.51 b	4.23 b	5.89 a	0.59 a	1.63 a	0.67 a
DMS	1.57	0.04	1.42	0.16	0.31	0.08
Grupo	Altura (cm)	Etapa	FV (t ha ⁻¹)	FS Hoja (t ha ⁻¹)	FSTOT (t ha ⁻¹)	RHT
1	44.34 a	4.44 a	5.56 ab	0.55 ab	1.55 ab	0.68 a
2	43.87 a	4.30 a	5.32 ab	0.49 b	1.42 ab	0.66 a
3	41.31 a	4.20 a	7.40 a	0.66 ab	1.57 ab	0.78 a
4	42.08 a	4.16 a	7.81 a	0.85 a	2.11 a	0.77 a
5	34.16 b	4.18 a	6.00 ab	0.65 ab	1.32 ab	0.77 a
6	44.16 a	4.21 a	3.93 b	0.48 b	1.16 b	0.85 a
DMS	6.17	0.33	2.49	0.31	0.89	0.34

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

6.2 Forraje acumulado Las Vegas

Los resultados del análisis de varianza del forraje acumulado para la localidad Las Vegas (Cuadro 8) muestran que para el Forraje Verde Acumulado (FVA), Forraje Hoja Acumulado (FHA) y Forraje Total Acumulado (FTA) no hubo diferencia entre los regímenes mientras que entre los grupos para estas tres variables antes mencionadas se encontraron diferencias altamente significativas. Para la interacción entre el régimen y el grupo solamente el FVA mostró diferencia altamente significativa, el FHA diferencia significativa; el FTA no presentó diferencia.

Cuadro 8. Resultados del análisis de varianza del forraje acumulado. Las Vegas 2013-2014.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios		
		FVA	FHA	FTA
Régimen	1	480.51 *	0.95 NS	0.12 NS
Rep (Régimen)	4	79.27	0.63	3.42
Grupo	5	953.85 **	10.55 **	28.95 **
Régimen*Grupo	5	721.37 **	0.84 NS	1.87 NS
Error	20	72.91	0.65	4.32
CV (%)		21.45	19.41	25.71
Media		39.80	4.15	8.08

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

FVA: Forraje Verde Acumulado

FHA: Forraje Hoja Acumulado

FTA: Forraje Total Acumulado

Resultados de la prueba de comparación de medias para forraje acumulado (Cuadro 9).

Régimen

FVA: Para esta variable no se encontró diferencia entre los regímenes. Sin embargo, numéricamente el régimen restringido fue superior al normal 6.6%

FHT: Estadísticamente ambos regímenes de humedad fueron iguales aunque numéricamente el régimen uno superó al dos en 3.7%.

FTA: Ambos regímenes de humedad fueron estadísticamente iguales. Numéricamente el riego normal tuvo 1.9% más acumulación que el riego restringido.

Grupos

FVA: Entre los grupos existió diferencia significativa, la mayor acumulación de forraje verde lo registró el grupo 5 que superó al grupo 6 en 44.2%.

FHA: Para esta variable se encontró diferencia estadística significativa entre los grupos, el grupo 5 presentó la mayor acumulación de forraje foliar superando en 37.6% al grupo 1 con la acumulación más baja.

FTA: Se registró diferencia estadística entre los grupos. La mayor cantidad de forraje total acumulado la mostró el grupo 5 que produjo 66.6% más que el grupo 6 que registró la menor producción.

Cuadro 9. Resultados de prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos para el forraje acumulado. Las Vegas.

Régimen	FVA	FHA	FTA
Riego Normal	35.882 b	4.300 a	8.189 a
Riego Restringido	43.720 a	4.014 a	7.990 a
DMS	3.0	0.23	0.30
Grupo	FVA	FHA	FTA
Primaverales	38.476 b	3.884 b	7.732 ab
Facultativos	38.872 b	3.947 b	7.847 ab
Intermedios-Invernales	46.115 b	4.854 a	9.420 a
Invernales	39.215 b	4.844 a	8.792 a
Avena	56.057 a	4.705 ab	8.192 a
Trigo	25.574 c	3.887 b	5.757 b
DMS	8.97	0.84	2.18

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

FVA: Forraje Verde Acumulado

FHA: Forraje Hoja Acumulado

FTA: Forraje Total Acumulado

La Figura 1 muestra el comportamiento de los grupos en la producción y acumulación de forraje foliar a través de los tres cortes en el régimen normal. Se puede observar que en el primer corte el promedio de producción fue de 3.09 t ha^{-1} sobresaliendo la avena con 3.4 t ha^{-1} . En el segundo corte la media general disminuyó a 0.75 t ha^{-1} , 75.8% menos que en el corte anterior. El genotipo con la mejor producción fue el grupo del triticale invernal con 1.27 t ha^{-1} . Finalmente en el corte tres la media fue de 0.60 t ha^{-1} , 20% menos que el corte dos. Para este corte el grupo del triticale invernal presentó la mejor producción.

Con respecto al comportamiento de los grupos en la producción de forraje seco foliar en el régimen restringido, la Figura 2 muestra el comportamiento a través de los tres cortes. En el primer corte la media general fue de 2.39 t ha^{-1} donde la avena registró la mayor producción de forraje foliar con 7.71 t ha^{-1} . En el

corte dos, la media de todos los grupos fue de 0.80 t ha^{-1} ; la producción disminuyó 66.5% con respecto al corte uno; Sin embargo, fue 6.6% mayor que el régimen normal para este corte. El triticale intermedio-invernal fue el más destacado con 1.26 t ha^{-1} . En el corte tres el promedio de producción fue de 0.62 t ha^{-1} , 22.5% menos que en el corte anterior y 3.2% mayor que en el régimen uno. El grupo del triticale invernal tuvo la producción más alta con 0.85 t ha^{-1} .

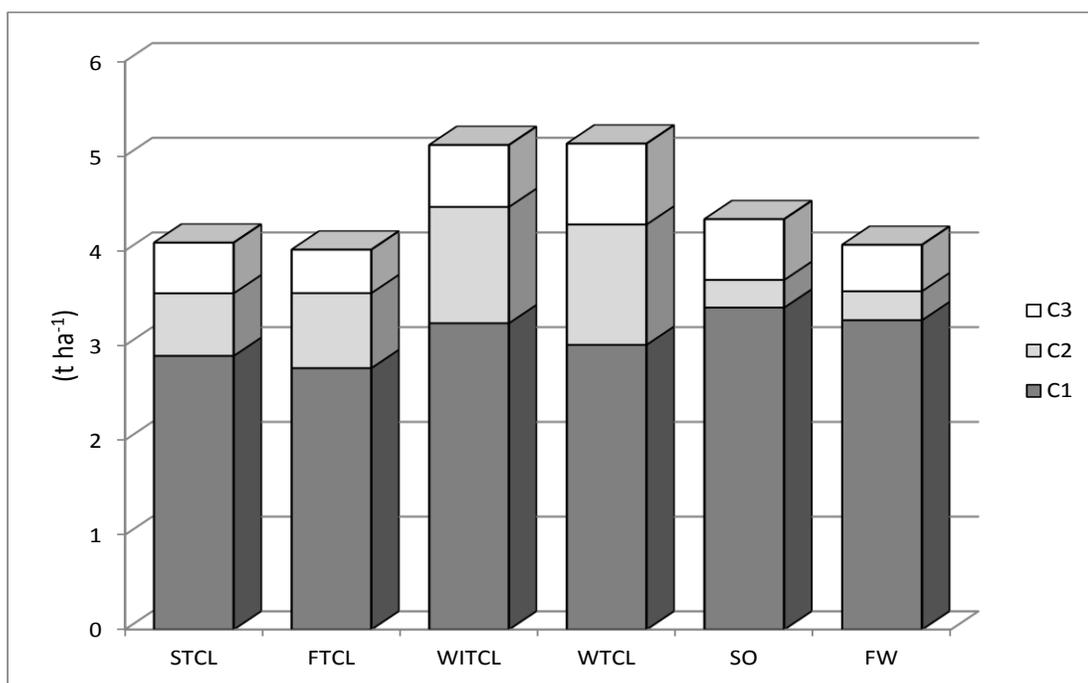


Figura 1. Producción y acumulación de forraje foliar a través de los tres cortes en el régimen normal.

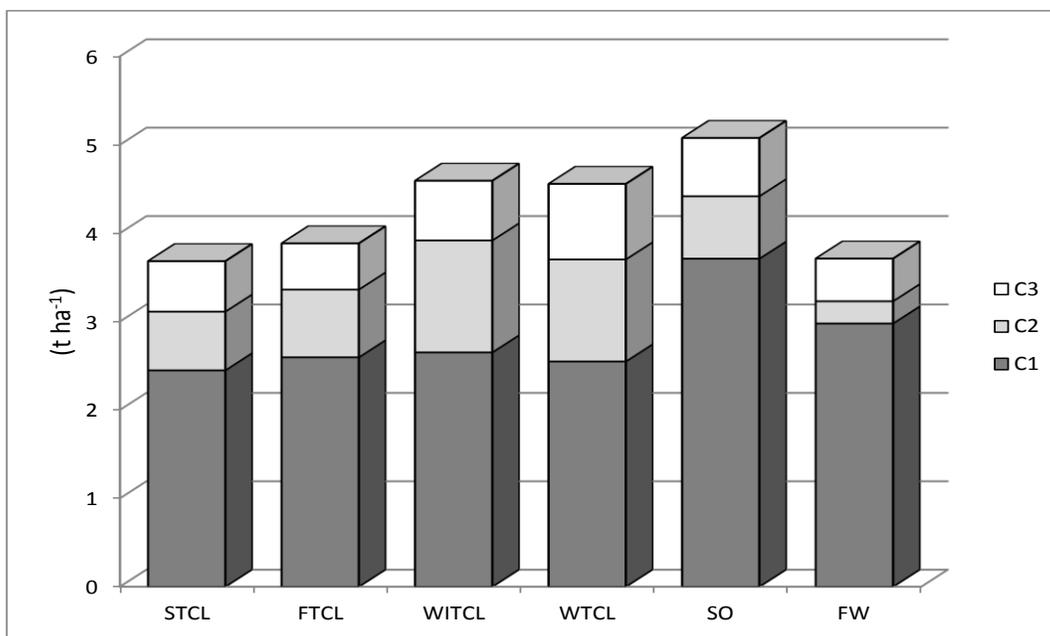


Figura 2. Producción y acumulación de forraje foliar a través de los tres cortes en el régimen restringido.

La Figura 3 muestra el comportamiento de los grupos en la producción y acumulación de forraje seco total a través de los tres cortes en el riego normal. Se puede observar que en el primer corte en promedio la producción de los grupos fue de 4.43 t ha^{-1} destacando la avena con 5.6 t ha^{-1} . En el segundo corte la media general disminuyó 50.6% con 2.14 t ha^{-1} . El genotipo con la mejor producción fue el grupo de los triticales intermedio-invernal con 3.85 t ha^{-1} . Finalmente en el corte tres la media fue de 1.39 t ha^{-1} , 35.0% menos que el corte anterior. Para este corte el grupo del triticale invernal presentó la mejor producción.

El comportamiento de los grupos en la producción y acumulación de forraje seco total en el riego restringido (Figura 4) muestra la conducta a través de los tres cortes. En el primero la media general fue de 3.95 t ha^{-1} donde la avena registró la

mayor producción con 5.78 t ha⁻¹. En el corte dos, la media de todos los grupos fue de 2.31 t ha⁻¹; la producción disminuyó 41.5% con respecto al corte uno. Sin embargo, fue 7.3% mayor que el régimen normal para este corte. El triticale intermedio-invernal fue el más destacado con 3.84 t ha⁻¹. En el corte tres el promedio de producción fue de 1.64 t ha⁻¹, 29.0% menos que en el corte dos y 15.2% mayor que en el régimen uno. El grupo del triticale invernal tuvo la producción más alta con 2.30 t ha⁻¹.

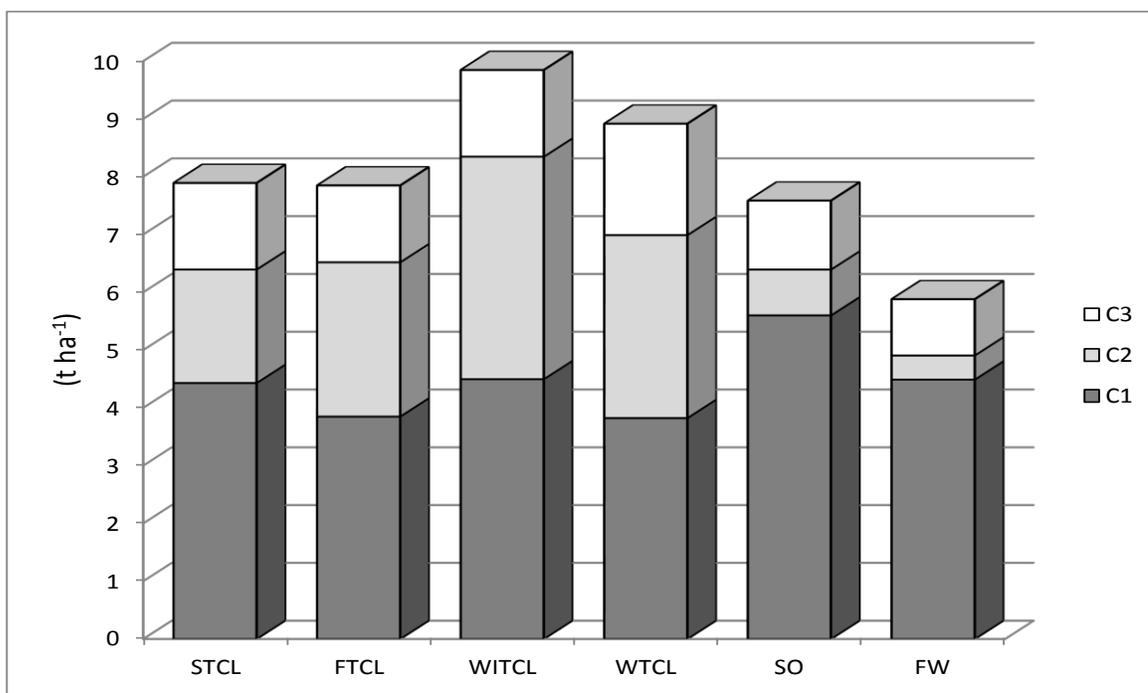


Figura 3. Producción y acumulación de forraje total a través de los tres cortes en el régimen normal.

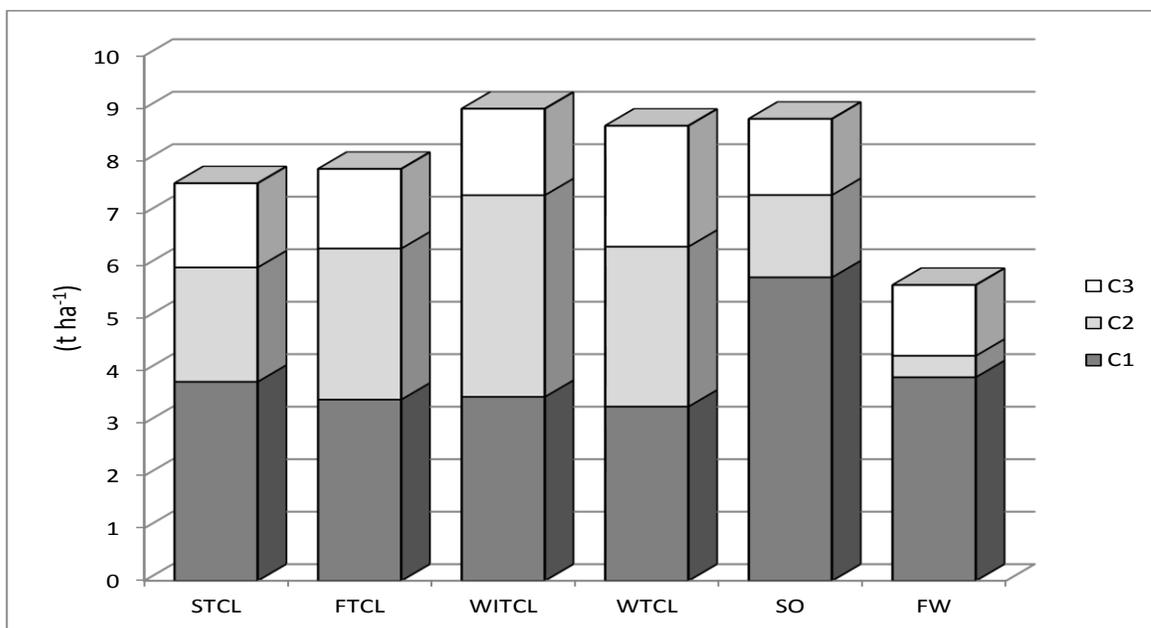


Figura 4. Producción y acumulación de forraje total a través de los tres cortes en el régimen restringido.

6.3 TASA DE ASIMILACIÓN DE MATERIA SECA FOLIAR Y TOTAL

6.3.1 Corte 1

Los resultados del análisis de varianza de la tasa de asimilación de materia seca de forraje foliar y forraje total para la localidad Las Vegas correspondiente al corte I (Cuadro 10) muestran que entre regímenes de humedad, no hubo diferencia en la Tasa FH mientras que en la Tasa FT se registró diferencia significativa. Entre los grupos hubo diferencia altamente significativa en ambas variables. Finalmente, no se registró diferencia significativa en la interacción del régimen y grupo para ambas variables de interés.

Cuadro 10. Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca corte 1. Las Vegas 2013-2014.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		Tasa FH	Tasa FT
Régimen	1	323.132 NS	1058.021 *
Rep(Régimen)	4	90.714	159.984
Grupo	5	306.701 **	1447.004 **
Régimen*Grupo	5	112.664 NS	156.238 NS
Error	314	55.384	107.147
	CV (%)	19.25	19.08
	Media	38.64	54.24

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Prueba de comparación de medias (Cuadro 11).

Régimen

Tasa FH: Para esta variable se registró diferencia significativa entre los regímenes de humedad. El régimen uno fue 12.10% mayor que el régimen dos.

Tasa FT: Se encontró diferencia estadística entre los grupos. La mayor tasa fue registrada por el régimen uno que superó al dos en 15.82%.

Grupo

Tasa FH: Estadísticamente existe diferencia entre los grupos. La mayor tasa fue presentada por el grupo 5 superando en 25.83% al grupo uno con la menor tasa registrada.

Tasa FT: Se encontró diferencia estadística entre los grupos. El grupo 5 fue superior al resto de los grupos que son estadísticamente iguales.

Cuadro 11. Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos.

Régimen	Tasa FH	Tasa FT
1	40.855 a	58.030 a
2	36.442 b	50.467 b
DMS	4.16	5.31
Grupo	Tasa FH	Tasa FT
Primaverales	37.583 b	57.929 b
Facultativos	37.705 b	51.423 b
Intermedios-Invernales	41.476 b	56.405 b
Invernales	39.111 b	50.333 b
Avena	50.000 a	80.000 a
Trigo	44.167 ab	58.833 b
DMS	7.82	10.88

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

6.3.2 Corte 2

Los resultados del análisis de varianza de la tasa de asimilación de materia seca de forraje foliar y forraje total para la localidad Las Vegas correspondiente al corte 2 (Cuadro 12) indican que no hubo diferencia significativa entre los regímenes de humedad en ambas variables. Al contrario de los grupos, pues en ambas variables se registró diferencia altamente significativa. En la interacción entre régimen y grupo, no se encontró diferencia significativa en las dos variables.

Cuadro 12. Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca corte 2. Las Vegas 2013-2014.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		Tasa FH	Tasa FT
Régimen	1	21.88 NS	381.32 NS
Rep(Régimen)	4	83.21	1181.66
Grupo	5	1928.85 **	15233 **
Régimen*Grupo	5	44.65 NS	186.41 NS
Error	314	70.92	1288.57
CV (%)		42.96	57.27
Media		19.60	62.67

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Prueba de comparación de medias (Cuadro 13).

Régimen

Tasa FH: Estadísticamente, ambos regímenes de humedad fueron iguales. Sin embargo, numéricamente el régimen uno fue superior al dos en 0.2%.

Tasa FT: Para esta variable no se registró diferencia entre los dos regímenes de humedad aunque numéricamente el régimen dos es 6.0% mayor que el uno.

Grupo

Tasa FH: Se registró diferencia estadística entre los grupos. El grupo 3 registró la mayor tasa siendo 21.8% mayor que el grupo 6 con la menor tasa registrada.

Tasa FT: Para esta variable se encontró diferencia entre los grupos. La mayor tasa fue presentada por el grupo 3 que superó al grupo 6 con la menor tasa registrada en 13.5%.

Cuadro 13. Resultados de prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.

Régimen	Tasa FH	Tasa FT
1	19.436 a	60.867 a
2	19.764 a	64.479 a
DMS	3.29	9.13
Grupo	Tasa FH	Tasa FT
Primaverales	15.440 b	48.18 bc
Facultativos	18.135 b	64.46 abc
Intermedios-Invernales	29.024 a	89.52 a
Invernales	28.222 a	72.17 ab
Avena	11.500 bc	27.50 cd
Trigo	6.333 c	9.33 d
DMS	8.85	37.73

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

6.3.3 Corte 3

Los resultados del análisis de varianza de la tasa de asimilación de materia seca de forraje foliar y forraje total para la localidad Las Vegas correspondiente al corte 3 (Cuadro 14) indican que no existió diferencia significativa entre los regímenes de humedad en las dos variables. Entre grupos, se encontró diferencia altamente significativa para las dos variables y finalmente, en la interacción entre el régimen y grupo no se detectó diferencia significativa.

Cuadro 14. Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca corte 3. Las Vegas 2013-2014.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		Tasa FH	Tasa FT
Régimen	1	9.352 NS	1213.717 NS
Rep(Régimen)	4	136.464	753.583
Grupo	5	809.815 **	2815.055 **
Régimen*Grupo	5	9.920 NS	99.452 NS
Error	314	85.182	665.094
CV (%)		53.25	55.14
Media		17.33	46.76

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Prueba de Comparación de Medias (Cuadro 15).

Régimen

Tasa FH: Entre ambos regímenes de humedad no existió diferencia significativa. Numéricamente, el régimen dos superó 7.2% al régimen uno.

Tasa FT: Estadísticamente no se registró diferencia estadística entre ambos regímenes de humedad. Sin embargo, numéricamente el régimen restringido superó al normal en 10.3%.

Grupo

Tasa FH: Para esta variable, se determinó diferencia significativa entre los grupos. El grupo con la mayor tasa registrada fue el 4 que superó en 42.8% al grupo 6 que registró la menor.

Tasa FT: Entre los grupos, existe diferencia estadística significativa. La mayor tasa registrada fue del grupo 4 que superó al grupo 6 con el menor valor registrado en 46.8%. El resto de los grupos 1, 2, 3 y 5 fueron estadísticamente iguales.

Cuadro 15. Resultados de la prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.

Régimen	Tasa FH	Tasa FT
1	16.678 a	43.958 a
2	17.982 a	49.576 a
DMS	5.066	9.62
Grupo	Tasa FH	Tasa FT
Primaverales	16.774 ab	46.917 ab
Facultativos	14.878 b	43.135 ab
Intermedios-Invernales	20.190 ab	47.667 ab
Invernales	25.944 a	64.167 a
Avena	19.667 ab	40.000 ab
Trigo	14.833 b	35.167 b
DMS	9.70	27.11

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

6.4 TASA DE ASIMILACIÓN DE MATERIA SECA GLOBAL

Cuadro 16. Resultados del análisis de varianza de la tasa de acumulación de materia seca global. Las Vegas 2013-2014.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		Tasa FH	Tasa FT
Régimen		44.319 NS	5.610 NS
Rep(Régimen)		29.506	158.409
Grupo		488.639 **	1340.292 **
Régimen*Grupo		38.89 NS	86.985 NS
Error		30.142	200.126
CV (%)		19.41	25.70
Media		28.28	55.02

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Cuadro 17. Resultados de la prueba de comparación de medias de regímenes y grupos.

Régimen	Tasa FH	Tasa FT
1	29.253 a	55.703 a
2	27.309 b	54.350 a
DMS	1.61	2.07
Grupo	Tasa FH	Tasa FT
Primaverales	26.424 b	52.600 ab
Facultativos	26.853 b	53.381 ab
Intermedios-Invernales	33.024 a	64.086 a
Invernales	32.958 a	59.806 a
Avena	32.000 ab	39.150 b
Trigo	26.450 b	55.717 a
DMS	5.7	14.8

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

6.5 EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA POR CORTES, LAS VEGAS

6.5.1 Corte 1

Los resultados del análisis de varianza que corresponden a la Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) en el rancho Las Vegas (Cuadro 18) mostraron que para las fuentes de variación régimen y grupo existió diferencia altamente significativa en los kg de Materia Seca Foliar (kg MSH) y kg de Materia Seca Total (kg MST) mientras que en la interacción del régimen y grupo no se registró diferencia significativa en ninguna de las dos variables.

Cuadro 18. Resultados del análisis de varianza del EUA en el corte 1.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		kg MSH	kg MST
Régimen	1	0.511 **	0.788 **
Rep(Régimen)	4	0.033	0.056
Grupo	5	0.0977 **	0.461 **
Régimen*Grupo	5	0.036 NS	0.056 NS
Error	314	0.017	0.034
CV (%)		19.47	19.41
Media		0.684	0.958

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Prueba de Comparación de Medias (Cuadro 19).

Régimen

kg MSH: Se registró diferencia estadística entre ambos regímenes de humedad. El régimen restringido fue superior al normal en 20.0%.

kg MST: Para esta variable se encontró diferencia significativa entre los regímenes de humedad. El régimen dos fue 16.1% superior al régimen uno.

Grupos

kg MSH: Se presentó diferencia significativa entre los grupos, la mayor eficiencia fue mostrada por el grupo 5 mientras que el resto de los grupos fueron estadísticamente iguales.

kg MST: Entre los grupos se encontró diferencia estadística, el grupo 5 presentó la mejor eficiencia mientras que el resto de los grupos fueron estadísticamente diferentes a la avena.

Cuadro 19. Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos. Corte 1.

Régimen	kg MS H	kg MS T
1	0.622 b	0.883 b
2	0.747 a	1.034 a
DMS	0.08	0.103
Grupo		
Primaverales	0.663 b	1.022 b
Facultativos	0.670 b	0.911 b
Intermedios-Invernales	0.729 b	0.988 b
Invernales	0.690 b	0.889 b
Avena	0.900 a	1.435 a
Trigo	0.780 ab	1.041 b
DMS	0.14	0.19

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

6.5.2 Corte 2

Los resultados del análisis de varianza de la Eficiencia en el Uso del Agua en el rancho Las Vegas para el corte 2 (Cuadro 20) indican que entre los regímenes de humedad no se presentó diferencia significativa en ninguna de las variables. Entre grupos, se encontró diferencia altamente significativa en los kg de materia

seca foliar y total. Finalmente, en ambas variables, no se encontró diferencia significativa para la interacción entre régimen y grupo.

Cuadro 20. Resultados del análisis de varianza del EUA del corte 2.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		kg MS H	kg MS T
Régimen	1	0.026 NS	0.435 NS
Rep(Régimen)	4	0.095	1.356
Grupo	5	2.211 **	17.463 **
Régimen*Grupo	5	0.051 NS	0.218 NS
Error	314	0.081	1.482
CV (%)		42.97	57.27
Media		0.66	2.12

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Prueba de comparación de medias (Cuadro 21).

Régimen

kg MSH: Ambos regímenes de humedad fueron estadísticamente iguales. Sin embargo, numéricamente el régimen uno fue 0.5% superior al dos.

kg MST: Para esta variable no se registró diferencia significativa entre los dos regímenes de humedad a pesar de que numéricamente el régimen restringido fue 6.8% superior al régimen normal.

Grupo

kg MSH: Se determinó diferencia significativa entre los grupos. La mejor eficiencia la mostró el grupo 3 que superó al grupo 6 con la eficiencia más baja en 77.6%.

kg MST: Entre los grupos existió diferencia estadística. El grupo 3 tuvo la mejor eficiencia superando en 86.5% al grupo 6 con la eficiencia más baja.

Cuadro 21. Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos. Corte 2.

Régimen	kg MS H	kg MS T
1	0.669 a	2.065 a
2	0.659 a	2.186 a
DMS	0.11	0.30
Grupos		
Grupo	kg MS H	kg MS T
Primaverales	0.522 b	1.633 bc
Facultativos	0.614 b	2.187 abc
Intermedios-Invernales	0.983 a	3.033 a
Invernales	0.956 a	2.449 ab
Avena	0.393 bc	0.931 cd
Trigo	0.220 c	0.325 d
DMS	0.30	1.28

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

6.5.3 Corte 3

Los resultados del análisis de varianza de la Eficiencia en el Uso del Agua en el rancho Las Vegas para el corte 3 (Cuadro 22) muestran que para ambas variables no existió diferencia significativa entre los regímenes de humedad ni en la interacción entre el régimen y grupo. Entre grupos, se reportaron diferencias altamente significativas en las dos variables.

Cuadro 22. Resultados del análisis de varianza del EUA del corte 3.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		kg MS H	kg MS T
Régimen	1	0.006 NS	0.810 NS
Rep(Régimen)	4	0.091	0.511
Grupo	5	0.544 **	1.899 **
Régimen*Grupo	5	0.005 NS	0.066 NS
Error	314	0.057	0.449
CV (%)		53.19	55.07
Media		0.45	1.21

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Prueba de comparación de medias (Cuadro 23)

Régimen

kg MSH: Estadísticamente no se registró diferencia entre los regímenes de humedad. Numéricamente el régimen restringido fue 7.7% superior al régimen normal.

kg MST: Para esta variable no se encontró diferencia significativa entre ambos regímenes de humedad. Sin embargo, el régimen dos fue numéricamente superior al uno en 11.5%.

Grupo

kg MSH: Entre los grupos se registró diferencia significativa. La mejor eficiencia fue presentada en el grupo 5 que superó en 54.6% al grupo 6 que registró la eficiencia más baja.

kg MST: Se determinó diferencia significativa entre los diferentes grupos. El grupo 5 mostró la mejor eficiencia superando 45.9% al grupo 6 con la menor eficiencia.

Cuadro 23. Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos.

Régimen	kg MS H	kg MS T
1	0.433 a	1.143 a
2	0.466 a	1.291 a
DMS	0.13	0.25
Grupo		
	kg MS H	kg MS T
Primaverales	0.436 ab	1.222 ab
Facultativos	0.386 b	1.233 ab
Intermedios-Invernales	0.524 ab	1.241 ab
Invernales	0.673 a	1.668 a
Avena	0.436 ab	1.042 ab
Trigo	0.383 b	0.915 b
DMS	0.25	0.70

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

6.6 EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA PARA FORRAJE ACUMULADO

Los resultados del análisis de varianza que corresponden a la Eficiencia en el Uso del Agua Acumulado en el rancho Las Vegas (Cuadro 24) mostraron que entre regímenes se registró diferencia altamente significativa para MST mientras que para MSH no se registró diferencia estadística. Para ambas variables, se registraron diferencias altamente significativas entre los grupos. Finalmente, la interacción entre los regímenes y grupos no se encontró diferencia significativa en las dos variables.

Cuadro 24. Resultados del análisis de varianza del EUA acumulada.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	
		kg MSH	kg MST
Régimen	1	0.178 **	0.981 **
Rep(Régimen)	4	0.015	0.080
Grupo	5	0.241 **	0.65 **
Régimen*Grupo	5	0.016 NS	0.032 NS
Error	314	0.015	0.057
CV (%)		19.55	25.94
Media		0.63	1.23

NS, *, **: no significativo y significativo al 5 y 1% de probabilidad respectivamente.

Prueba de comparación de medias (Cuadro 25).

Régimen

kg MSH: Entre ambos regímenes de humedad se registró diferencia estadística, el régimen restringido fue 12.2% mayor que el régimen normal.

kg MST: En esta variable también se encontró diferencia estadística entre los regímenes de humedad. El régimen dos superó al normal en 15.18%.

Grupo

kg MSH: Entre los grupos hubo diferencias significativas. El grupo 5 tuvo la mayor eficiencia acumulada que superó en 28.3% al grupo 1 el cual, registró la eficiencia más baja.

kg MST: Se registraron diferencias significativas entre los grupos. La mayor eficiencia fue mostrada por el grupo 5, que superó al grupo 6 con la eficiencia más baja en 40.4%.

Cuadro 25. Resultados de la prueba de comparación de medias entre regímenes y grupos.

Régimen	kg MSH	kg MST
1	0.597 b	1.137 b
2	0.669 a	1.332 a
DMS	0.03	0.04
Grupo	kg MSH	kg MST
Primaverales	0.590 c	1.179 ab
Facultativos	0.602 bc	1.063 bc
Intermedios-Invernales	0.738 a	1.433 a
Invernales	0.736 a	1.342 a
Avena	0.724 ab	1.199 ab
Trigo	0.591 c	0.878 b
DMS	0.13	0.33

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

7. DISCUSIÓN

En forma general, los resultados de los análisis de varianza de las diferentes variables de estudio registraron diferencias altamente significativas entre los diferentes grupos en cada uno de los cortes.

Existió una diferencia importante en el contenido de humedad del suelo entre los regímenes de humedad, siendo mayor en el régimen 1 que en el 2 a través del ciclo del cultivo. Cabe señalar que en el periodo previo al primer corte se registró una cantidad importante de precipitación (106.2 mm); entre el primero y segundo corte, sólo 6.8 mm, y entre el segundo y tercer corte no se registró precipitación (Figura 5).

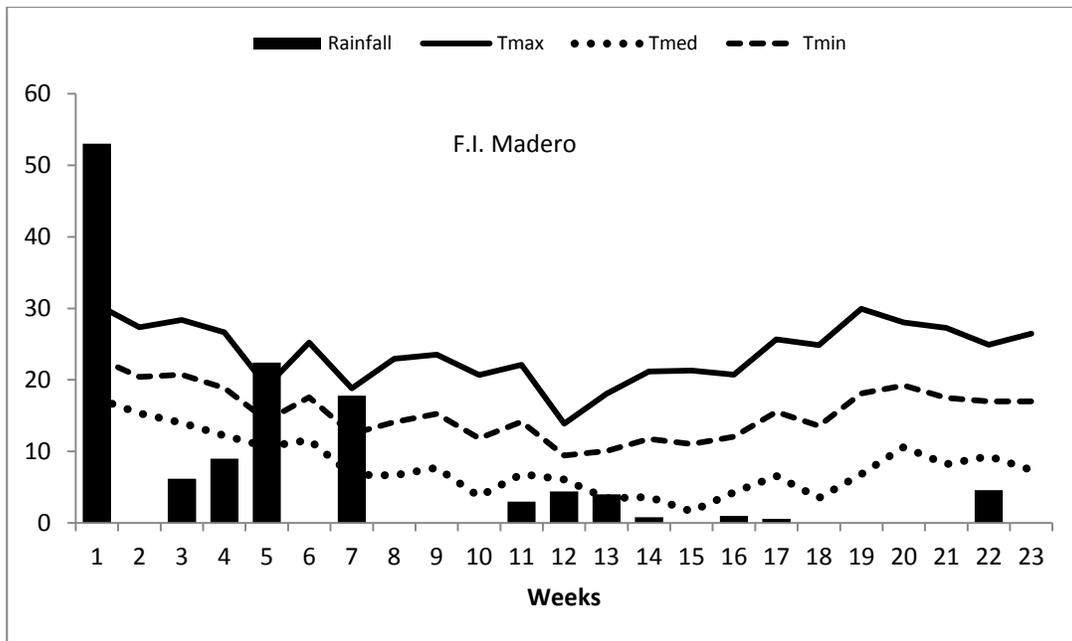


Figure 5. Precipitación (mm) y temperaturas semanales (°C) durante el ciclo del cultivo en la localidad de estudio.

Los análisis de varianza mostraron solo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los regímenes de riego para la variable eficiencia en el uso del agua (EUA),

siendo mayor el valor para el régimen de riego sub-óptimo (1.320 vs 1.110, respectivamente), (Cuadro 26). Entre los grupos (Cuadro 27), se registraron diferencias estadísticas para todas las variables (forraje seco total acumulado, FSTA), tasa de acumulación de materia seca (TAMS) y eficiencia en el uso del agua (EUA). Bajo este manejo (cortes), el grupo de genotipos intermedio-invernal reporta los valores más altos para estas variables (9420, 63.6 y 1.433 para FSTA, TAMS y EUA, respectivamente). El trigo facultativo mostró los valores más bajos para estas variables (5757, 38.8 and 0,878 for FSTA, TAMS, y EUA, respectivamente). Sólo el grupo de la avena incrementó su producción cuando fue evaluado bajo el régimen de riego sub-óptimo (> 16.0%). Lo anterior concuerda con el concepto de que bajo el manejo de cortes, los tipos intermedio-invernales tienen alta capacidad de rebrote que permite cortes múltiples con adecuada producción, además de no ser tan tardíos como los tipos invernales (Ye *et al.*, 2001). (Figuras 6-11)

Cuadro 26. Forraje seco acumulado, tasa de acumulación de material seca y eficiencia en el uso del agua entre regímenes de riego. Las Vegas 2013-2014.

Régimen de riego	FSTA	TAMS	EUA
	kg MS ha ⁻¹	kg MS/día ⁻¹ /ha ⁻¹	kg MS/m ³
R1	7994a	54.0a	1.110b
R2	7919a	53.5a	1.320a
DMS	452	3.0	0.067

Medias seguidas por la misma literal en la misma columna no son diferentes de acuerdo a Tukey (P ≤ 0.05)

Cuadro 27. Forraje seco acumulado, tasa de acumulación de material seco y eficiencia en el uso del agua entre regímenes de riego. Las Vegas 2013-2014.

Grupo	FSTA	TAMS	EUA
	kg MS ha ⁻¹	kg MS/día ⁻¹ /ha ⁻¹	kg MS/m ³
Primaverales	7732b	52.2b	1.179b
Facultativos	7847b	53.0b	1.199b
Intermedio-invernales	9420a	63.6a	1.433a
Invernales	8792ab	59.4ab	1.342ab
Avena	8192b	55.3ab	1.260ab
Trigo	5757c	38.8c	0.878c
DMS	1180	7.9	0.174

Medias seguidas por la misma literal en la misma columna no son diferentes de acuerdo a Tukey (P ≤ 0.05)

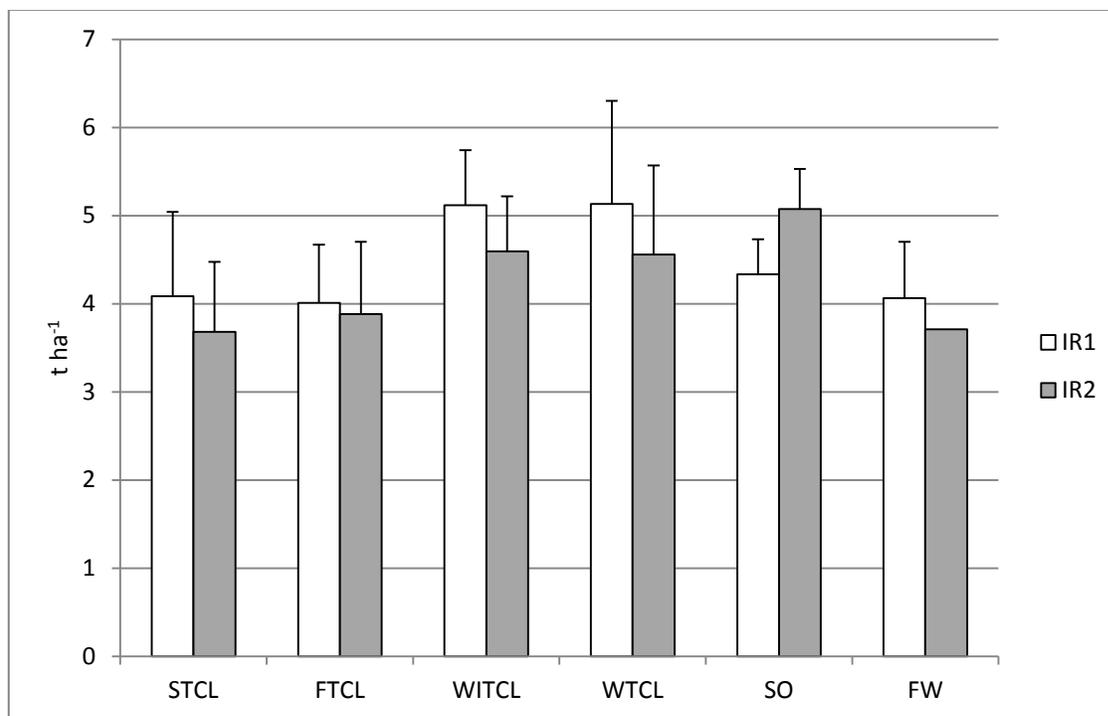


Figura 6. Forraje seco foliar acumulado por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.

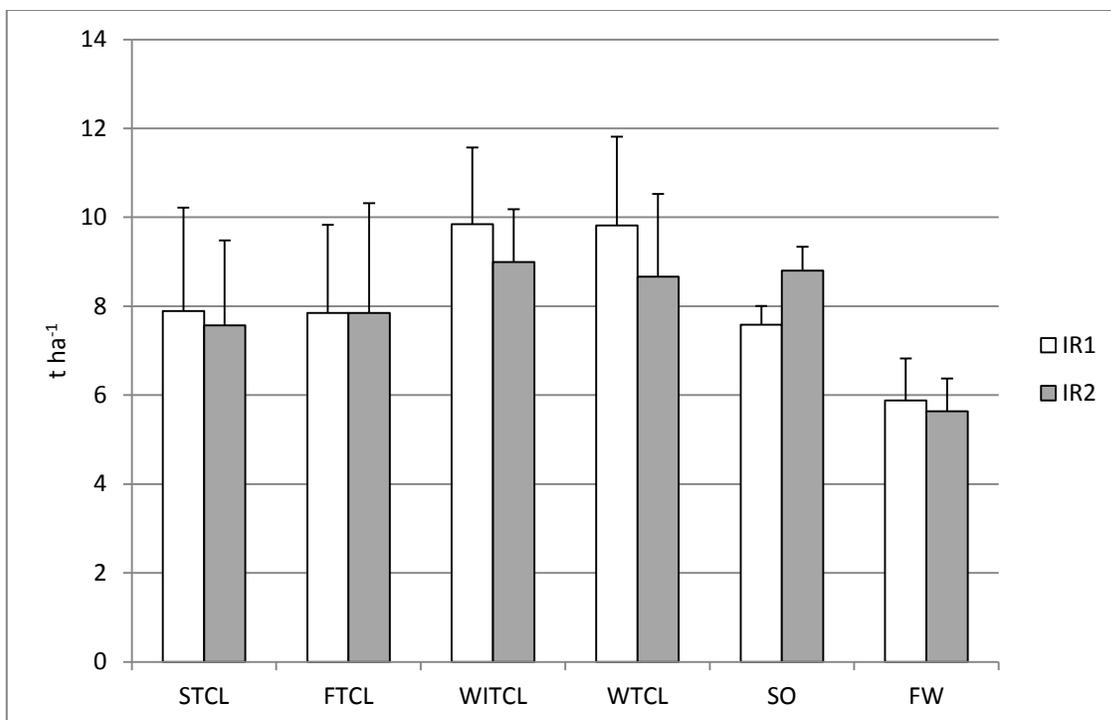


Figura 7. Forraje seco total acumulado por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.

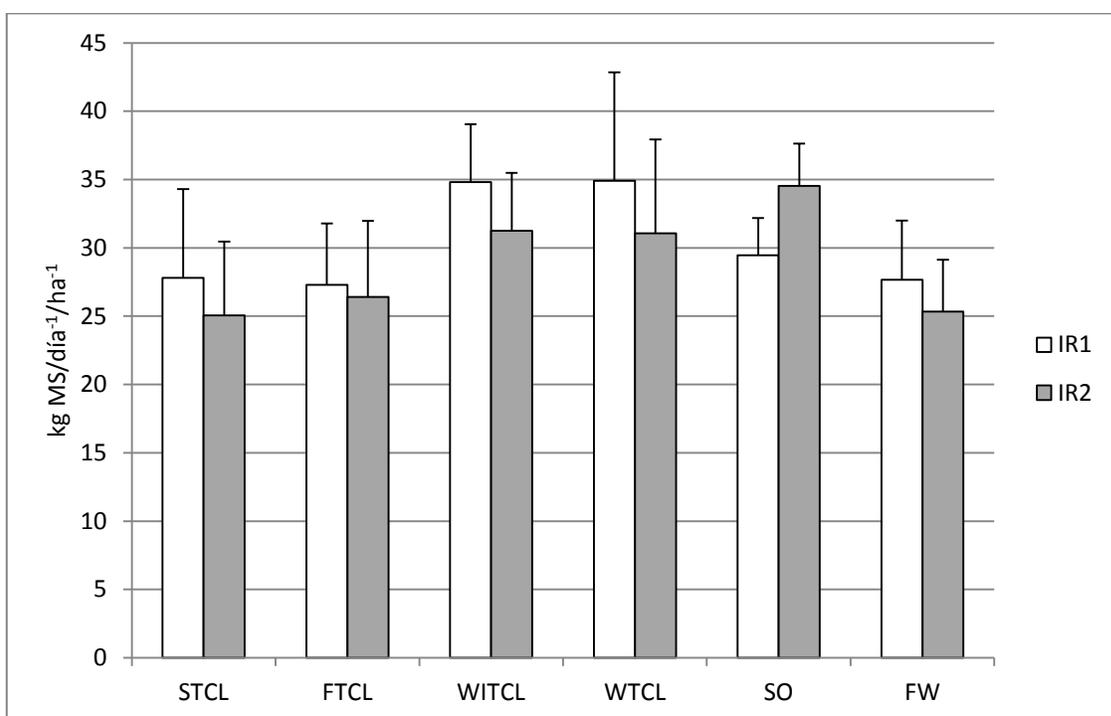


Figura 8. Tasa global de acumulación de forraje seco foliar por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.

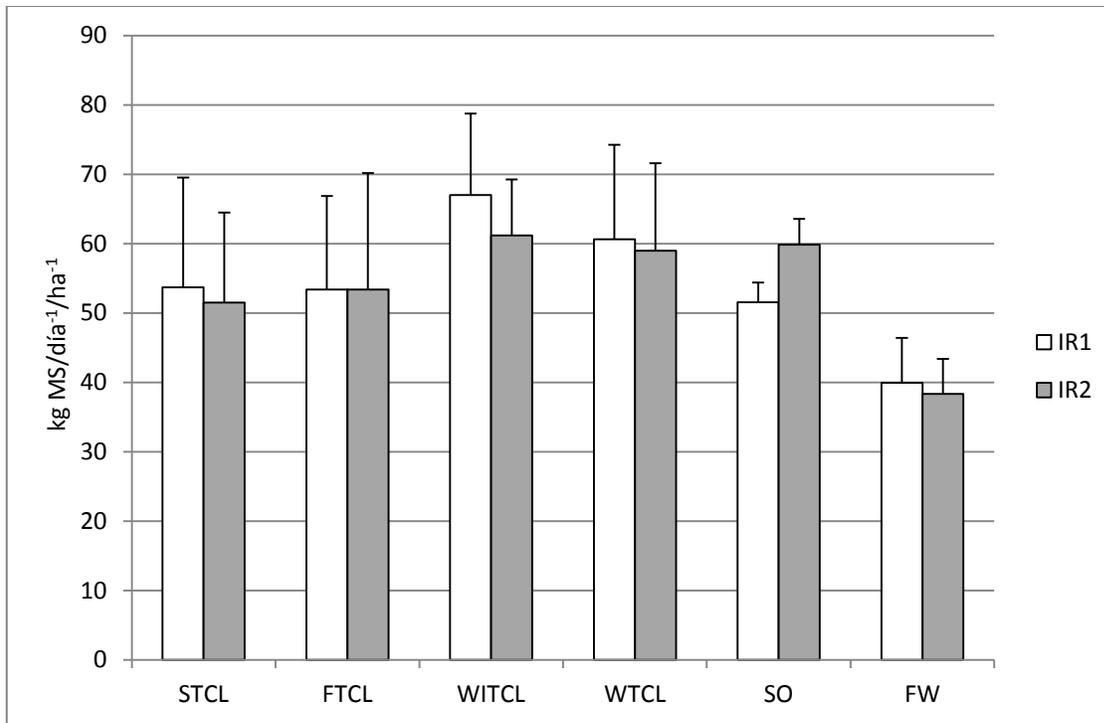


Figura 9. Tasa global de acumulación de forraje seco total por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.

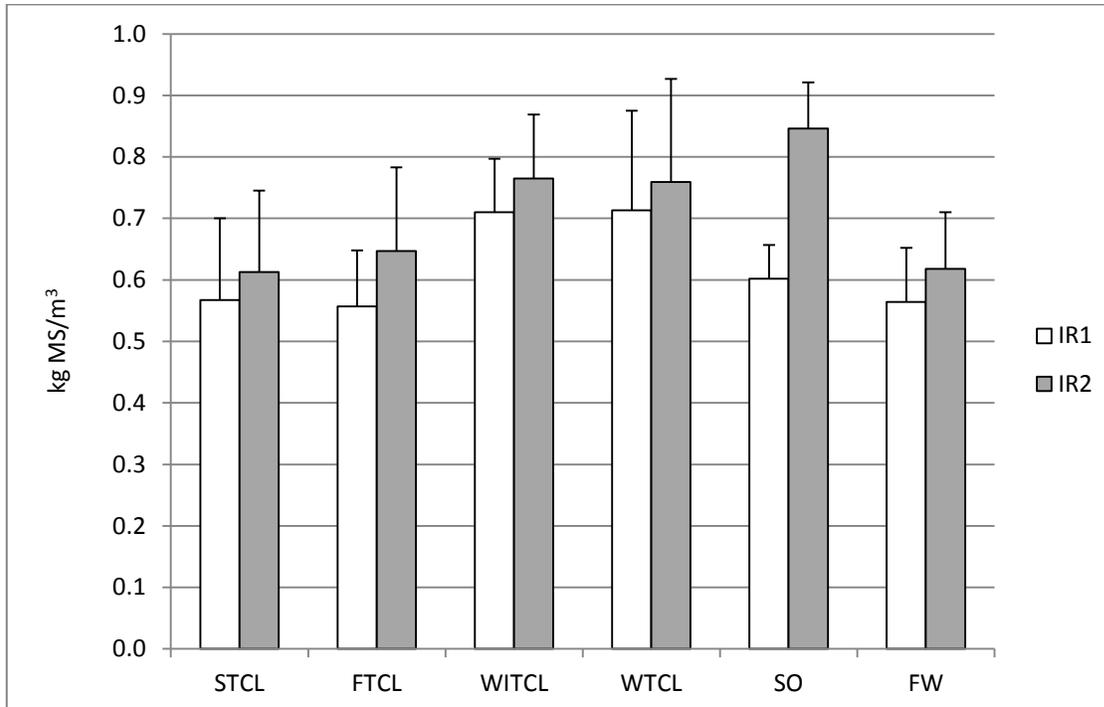


Figura 10. Eficiencia global en el uso del agua (para forraje seco foliar) por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.

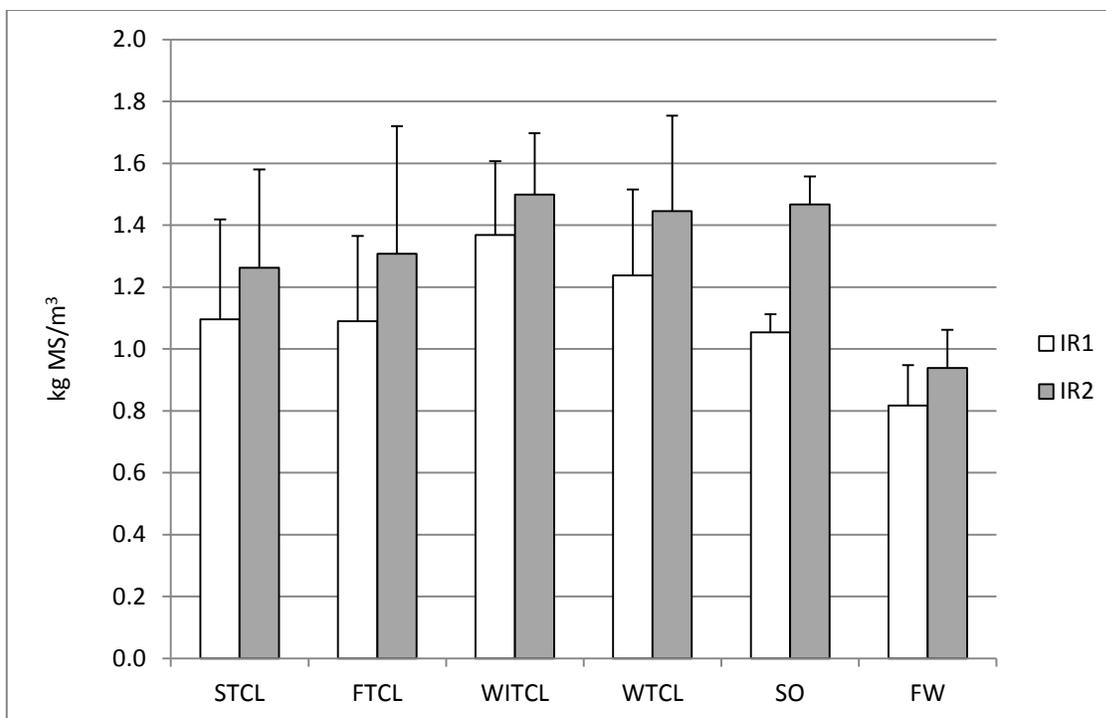


Figura 11. Eficiencia global en el uso del agua (para forraje seco total) por grupo en cada uno de los regímenes de humedad. Las Vegas 2013-2014.

8. CONCLUSIONES

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

- Bajo el sistema de cortes sucesivos utilizado en este estudio, los grupos de genotipos con hábito de crecimiento intermedio-invernal e invernal registraron significativamente mayores rendimientos de forraje seco foliar y total acumulados, debido a su mayor capacidad de rebrote en comparación con los tipos primaverales y facultativos.
- La tasa de acumulación de materia seca foliar y total fue superior en el régimen dos, destacando los triticales de hábito invernal e intermedio-invernal. En la materia seca total los genotipos más sobresalientes fueron los triticales de hábito primaveral, facultativos y la avena.
- La Eficiencia del Uso del Agua fue mayor en el régimen dos a pesar de que se aplicó 80% de agua. Para el forraje seco foliar sobresalen los triticales de tipo invernal, el trigo y la avena y para el forraje seco total la avena y los triticales primaverales.
- De manera general, se está aplicando más agua de riego de la realmente necesaria en los diversos cultivos, ya que la aplicación el 80% del riego no causó efectos negativos significativos en los rendimientos de forraje sino que inclusive propició incrementos en la producción.

9. LITERATURA CITADA

- Araus, J. L., Slafer, G. A., Reynolds, M. P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and water relations in C₃ cereals: what should we breed for? *Ann. Bot.* 89:925–940.
- 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.
- 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.
- 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.
- Fortis-Hernández, M., Ahlers, R., Leos-Rodríguez, J.A., y Salazar-Sosa, E. 2002. El mercado de los derechos de agua en la Comarca Lagunera. *Políticas Agrícolas* 12:103-122.
- 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.
- García-Salazar, J., Guzmán-Soria. E., y Fortis, H. M. 2006. Demanda y distribución del agua en la Comarca Lagunera, México. *Agrociencia.* 40(2):269-276.
- 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.
- Guzmán-Soria, E., García-Salazar, J., Mora-Flores, J., Fortis, H.M., Valdivia-Alcalá, R. y Portillo-Vázquez, M. 2006. La demanda de agua en la Comarca Lagunera, México. *Agrociencia* 40:739-804.
- Hamdy, A., Ragab R., y Scarascia-Mugnozza, E. 2003. Coping with water scarcity: water saving and increasing water productivity. *Irrigation and Drainage.* 52:3–20.
- Holguín, E., Cerra, C. M., y Primitivo, G. J. 2003. Cada vez es menos: La extracción anual de agua supera las recargas. Artículo. *El Siglo de Torreón.* 12 de marzo de 2003.
- Hsiao, T.C. and E. Acevedo. 1974. Plant responses to water deficits, water-use efficiency and drought resistance. *Agric. Meteorol.* 14:59-84.
- ITEPSA. 1999. Lineamientos estratégicos para el desarrollo hidráulico de la Región Administrativa VII "Cuencas Centrales del Norte". Capítulo1. Marco de Referencia. Instituto Técnico de Estudios Profesionales y de Servicios. Torreón, Coahuila, México.
- 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.
- Levine, G., Cruz-Galván, A., García, D., Garcés-Restrepo, C., y Johnson, S. 1998. Performance of two transferred modules in the Lagunera Region: water relations. Research Report 23.International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka.
- 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 Black Chernozem soil in Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.* 86:1005-1014.
- Montemayor, T. J., Aguirre, A.H., Olague, R.J., López, J.R., Rivera, G. M., Preciado, R.P., Montemayor, T. I., Segura, C.M., Orozco, V.J., y Yescas, C. P. 2010. Uso del agua en la alfalfa (*Medicago sativa*) con riego por goteo subsuperficial. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1(2):145-156.
- 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.
- 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.
- Orona, C.I., Flores, H. A., Rivera, G. M., Martínez, G., y Espinoza, A.J. 2003. Productividad del agua en el cultivo de nopal con riego por goteo en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana.* 21(2):195-201.

- 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.
- 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.
- Trapani, N., Gentinetta, E. 1984. Screening of maize genotypes using drought tolerance tests. *Maydica* 29:89-100.
- Trethowan, R. M., van Ginkel, M., and Rajaram, S. 2002. Progress in breeding for yield and adaptation in global drought affected environments. *Crop Sci.* 42:1441-1446.
- Wang, H.X., Liu, C.M., and Zhang, L. 2002. Water-saving agriculture in China: an overview. *Advances in Agronomy* 75:135-171.
- 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, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 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.