

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Acumulación de Biomasa en Cortes Sucesivos en Triticales Facultativos e
Invernales en Matamoros, Coahuila

Por:

GEORGINA GARCÉS VELÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Acumulación de Biomasa en Cortes Sucesivos en Triticales Facultativos e
Invernales en Metamoros, Coahuila

Por

GEORGINA GARCÉS VELÁZQUEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Alejandro Javier Lozano del Rio
Asesor Principal


Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor


Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2019

DEDICATORIA

A mis padres.

María margarita Velázquez Mejía.

Miguel Garcés Cruz.

A mi madre: Por ser el pilar fundamental en mi vida, con mucho amor y cariño, le dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda seguir adelante, a ella quien se merece esto y mucho más, te amo.

A mi padre: Por ser el mejor ejemplo a seguir, por los valores inculcados, así como tus consejos, gracias por todo el esfuerzo en trabajar para que no me faltara nada, te quiero mucho.

A mis hermanos: *Pedro, Ricardo, Miguel, Clau, Isauro, Caty, Josefina y Pablo,* agradezco a Dios por haberme dado a los mejores hermanos, principalmente gracias por todas las risas, por cada momento que compartieron conmigo, por ser un apoyo constante en este trayecto de mi vida a ustedes que me supieron apoyar de distintas formas, me alentaron a seguir adelante y nunca rendirme.

A mis amigos: *Karina, Urías, Angélica y Keyla,* agradezco a ellos por estar siempre conmigo durante esta etapa de mi vida y la realización de esta tesis, en las buenas, en las malas, por saber escuchar y disfrutar juntos los mejores momentos sin duda son los mejores. Adriana, Veli, Antelmo, Laura y Tania gracias por las alegrías, tristezas, por su cariño y confianza.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Por darme la oportunidad de vivir, acompañarme y siempre levantarme en mi continuo tropiezo, por la fuerza y bendecirme en mi camino, para terminar mis estudios, se la dedico a mi padre celestial.

A mi “Alma Mater” por abrirme las puertas de esta maravillosa escuela, por formarme profesionalmente durante estos años, por darme la oportunidad de ampliar mis horizontes, así poder conocer a las mejores personas y compartir magníficos momentos dentro y fuera de nuestra institución.

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río, a las experiencias y apoyo que nos brindó, gracias a él se pudo desarrollar y concluir la tesis, por enseñarnos a trabajar en equipo, realizando un buen trabajo, por las facilidades a lo largo de este tiempo, sin duda es una persona a la cual admiro, por todo eso y mucho más, muchas gracias, Doc.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Objetivos	3
Objetivo general.....	3
3. Hipótesis.....	3
4. Revisión de literatura.....	4
Generalidades.....	4
Origen del triticale.....	5
Clasificación	6
Tipos de triticale forrajero.....	7
Uso de los diferentes triticales forrajeros	8
Acumulación de biomasa	10
Capacidad de rebrote.....	11
5. Materiales y métodos	13
Localización del sitio experimental	13
Clima y suelo	14
Material genético utilizado.....	14
Preparación del terreno.....	16
Fecha de siembra.....	16
Tamaño de parcela experimental.....	16
Fertilización.....	16
Riegos.....	17
Control de plagas, enfermedades y malezas.....	17
Cortes	17
Diseño experimental utilizado en campo.....	18
Variable registrada.....	18
Análisis estadísticos.....	20

Modelo estadístico por muestreo para las variables en estudio.....	20
Pruebas de comparación de medias.....	22
6. Resultados.....	23
7. Discusión.....	44
8. Conclusiones.....	57
9. Literatura citada.....	58
10. Resumen.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

1. Lista de genotipos utilizados en el Experimento. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018 – 2019	15
2. Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en el primer corte	23
3. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos del primer corte	26
4. Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en el segundo corte.....	27
5. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos del segundo corte.....	31
6. Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en el tercer corte	32
7. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos del tercer corte	36
8. Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos de las diferentes características evaluadas.....	38
9. Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre cortes y grupos	40
10. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias entre grupos para forraje acumulado	43

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Diagrama de la localización geográfica del sitio experimental.....	13
2. Porcentaje de rebrote después de cada corte de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale evaluados en el estudio.....	45
3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FSTOT) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	46
4. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	48
5. Patrones de acumulación de forraje seco de tallo (FSTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	48
6. Patrones de acumulación de forraje seco de foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	49
7. Porcentaje de materia (%MS) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo	50
8. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	50
9. Altura de planta (ALT) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	51
10. Porcentaje de contribución de hojas (%CONTH) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	52
11. Porcentaje de contribución de tallos (%CONTTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	53
12. Porcentaje de contribución de espigas (%CONTESP) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	54
13. Índice de vegetación normalizada (NDVI) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	55
14. Área verde (GA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	56
15. Área más verde (GGA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	56

INTRODUCCIÓN

La acumulación de biomasa es un indicador importante de la producción final y el comportamiento de las plantas cultivadas, por lo tanto, se considera una característica clave en el mejoramiento de plantas, la agricultura, y tiene aplicaciones ecológicas. Independientemente de algunos resultados contrastantes en términos de rendimiento, la mayor parte de la literatura científica concuerda en que el triticale produce mayor biomasa aérea seca (BAS) en anthesis que otros cereales (Sutton y Dubbelde, 1980; Lopez-Castañeda y Richards, 1994). La identificación de los atributos fisiológicos responsables de la superioridad en la producción de biomasa (por ejemplo, una mayor acumulación de la radiación interceptada y de la eficiencia en el uso de la misma) en triticale con respecto a otros cereales, puede ser muy valiosa en programas de mejoramiento, ya que una tasa alta de crecimiento puede conducir a incrementos considerables de la biomasa final.

La ganadería en México ocupa el equivalente al 58% de la superficie del país, donde se siembran más de 556 mil hectáreas con forrajes de riego, siendo la alfalfa el 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). La región semiárida del norte de México se caracteriza por presentar zonas agrícolas de riego altamente productivas, como, por ejemplo, la Comarca Lagunera y el sureste del estado de Chihuahua, ubicadas en el Desierto

Chihuahuense. Estas zonas constituyen en conjunto la principal cuenca lechera del país, además de tener gran importancia en la crianza de ganado de carne, por lo que existe una alta demanda de forraje de calidad para ambos tipos de explotación. Es precisamente en el rubro de la producción de forrajes 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 con mejoras tecnológicas relativas a estrategias de riego y fertilización para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos (Reta *et al.*, 2010). 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), aspecto cada vez más importante con respecto al tema del cambio climático.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Identificar el hábito de crecimiento de dos tipos de triticales (facultativos e invernales), con mayor productividad de biomasa foliar bajo las condiciones de la Región Lagunera.
- Identificar el hábito de crecimiento de los dos tipos de triticales con mayor productividad de biomasa total bajo las condiciones de la Región Lagunera.
- Identificar el hábito de crecimiento de triticales con mayor capacidad de rebrote bajo las condiciones de la Región Lagunera.

HIPÓTESIS

- a) No existen diferencias en la producción de biomasa foliar entre los tipos de triticales.
- b) No existen diferencias en la producción de biomasa total entre los tipos de triticales.
- c) No existen diferencias en la capacidad de rebrote entre los tipos de triticales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades

El triticale (*X Triticosecale* Wittmack.) es considerado como un cereal relativamente nuevo, resultado de la cruce del trigo (*Triticum sp.*) con centeno (*Secale sp.*); 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).

El triticale puede utilizarse para tres fines agrícolas: a) producción de grano, b) producción de forraje y c) doble propósito. Es un cultivo relativamente nuevo en México, del cual se estima que se cultivan alrededor de 15,000 hectáreas, tanto 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. En esta última región, ya 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).

Origen del triticale

En 1985 en Escocia, Stephen Wilson informó de la primera cruce conocida de trigo por centeno, la cual produjo una planta estéril. Años más tarde, en 1888, en Alemania, se logró producir el primer híbrido fértil de trigo por centeno, logrado por W. Rimpau (Royo, 1992). Hasta el momento el triticale es el único cereal cultivado creado por el hombre, por eso se considera un material vegetal sintético, debido a que no es resultado de la evolución natural como los demás cereales (Royo, 1992). El triticale se obtiene del cruzamiento entre el trigo y el centeno. Para su obtención pueden utilizarse como progenitores tanto el trigo harinero (que cruzado con el centeno dará lugar a un triticales octaploide), como el trigo duro (que generará triticales hexaploides).

Su nombre proviene de la primera parte de la palabra *Triticum* (género al que pertenece el trigo) y la terminación *Secale* (género al que pertenece el centeno), nombrándose al híbrido intergenérico *Triticosecale* Wittmack, el cual es aceptado hasta ahora. Un reporte sobre generalidades del triticale resalta que el primer avance decisivo ocurrió en 1937, cuando se descubrió en Francia que la colchicina, un alcaloide cristalino, podría inducir la duplicación del número cromosómico en plantas. Con esta sustancia los fitomejoradores pudieron superar la esterilidad de los triticales (CIMMYT, 1976).

Clasificación.

El triticales se puede clasificar por el tipo de cruzamiento por el cual ha sido obtenido, según el número cromosómico y por la presencia o no de la dotación cromosómica del centeno de manera completa (Royo, 1992).

En la primera clasificación están los triticales primarios, que son los obtenidos directamente del cruzamiento entre el trigo y el centeno, y los triticales secundarios, que se obtienen de cruzar triticales primarios con trigo o con otros triticales (Royo, 1992).

Según el número cromosómico, los triticales se clasifican como hexaploides, que son obtenidos a partir del cruzamiento entre el trigo duro (especie tetraploide, 28 cromosomas) y el centeno (especie diploide, 14 cromosomas). Como resultado nos da un grano que casi nunca llega a germinar normalmente, porque el embrión suele abortar. Mediante cultivo de embriones podemos obtener una planta fértil, que tendrá 42 cromosomas. Un segundo tipo son los triticales octaploides los cuales parten del trigo harinero en lugar de trigo duro el cual es una especie hexaploide, y el centeno que es diploide. En este caso, no es necesaria la técnica de cultivo de embriones (Royo, 1992).

Otra clasificación depende de su dotación cromosómica: triticales completos, que son los que poseen la dotación completa del centeno, es decir, poseen el genomio R completo, y los triticales substituídos, en los cuales algunos cromosomas del genomio R, han sido substituidos por cromosomas procedentes del genomio D del trigo harinero. Para saber si un triticales es de tipo completo o de tipo substituido hay que hacer un análisis citogenético. Sin embargo, en muchos casos se puede saber con cierta precisión el grupo al que pertenecen observando

la morfología de la planta. En general los triticales completos tienen un aspecto más parecido al centeno, suelen ser más altos y las espigas son más largas y curvadas en la madurez. Los triticales substituídos son más parecidos al trigo. Hay algunos triticales de aspecto intermedio entre ambos grupos y es muy difícil apreciar a simple vista a qué grupo pertenecen.

Tipos de triticales forrajero

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). 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.

Uso de los diferentes tipos de triticales forrajero

El triticales puede ser utilizado como forraje para la alimentación de animales poligástricos o rumiantes. Los rendimientos, tanto en verde como en ensilado, pueden superar a los del trigo, centeno, avena o cebada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, a pesar de que el triticales desarrolla una cantidad de biomasa aceptable, no todas las variedades son buenas forrajeras (Royo, 1992).

Los forrajes son tejidos vegetales destinados a la alimentación animal. Pueden proceder de distintos órganos de la planta: hojas, tallos, raíces o frutos. Y se pueden aprovechar en fresco, o en heno, que es cuando ha sufrido un proceso de secado natural o artificial, o ensilado después de un proceso de fermentación controlada. Toda especie forrajera contiene componentes orgánicos y minerales que una vez metabolizados le servirán de energía y se convertirán en el producto final deseado en el ganado (carne, leche, etc.).

En los triticales para forraje hay tres aspectos que son fundamentales para el éxito de su cultivo: la precocidad, el ahijamiento y la capacidad de rebrote. De las tres características, la más importante e influyente es la capacidad de rebrote, que a su vez está afectado por la intensidad del corte o el pastoreo (carga ganadera y duración del pastoreo), el momento del aprovechamiento y la fertilización nitrogenada.

Diversas investigaciones confirman que una amplia variedad de cereales de grano pequeño, tienen un potencial forrajero alto por ser cultivos de rápido crecimiento, por tal razón tienen ventaja sobre otras especies y presentan una rápida respuesta a los estímulos de riego (Hart *et al.*, 1971; Sprague, 1966).

Desarrollando una investigación en la comparación de tipos de triticales (Murillo *et al.*, 2001), reportó que en rendimiento de forraje los triticales de invierno fueron más rendidores que los facultativos o intermedios y a la vez mayor que los primaverales; aunque tomando en cuenta solo el material más rendidor de cada grupo, reportó que los triticales invernales tienen el mayor valor, siguiendo los de tipo primaveral y en último lugar los de tipo facultativo o intermedio. Para el rendimiento de grano, esto se invierte, observando el mayor valor en los triticales facultativos, seguido del tipo primaveral y por último los invernales. Evaluó de igual forma la altura de planta en madurez fisiológica, siendo los triticales primaverales los que presentaron mayor altura, continuando el de tipo facultativo y por último triticales de invierno. Para la etapa fenológica, en las tres primeras etapas, emergencia, amacollamiento y encañe no reportó diferencias muy notables en su desarrollo; posteriormente para la etapa de hoja

bandera y madurez fisiológica, las de tipo primaveral fueron las más precoces, intermedios los triticales facultativos y tardíos los de tipo invernal.

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 (Kalen 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).

La cantidad, dinámica y patrones de distribución ó partición de la acumulación de biomasa dentro de las plantas y la absorción de nutrients varían con la etapa de crecimiento (Lal *et al.*, 1978; Karlen y Whitney 1980), y son afectadas por la especie de cultivo, variedades y condiciones del suelo y el clima (Gawronska y Nalborczyk 1989). Una tasa alta de crecimiento puede resultar en incrementos sustanciales de la biomasa final (Richards, 1987), pero la tasa de crecimiento y la fenología pueden ser afectadas en diferentes formas por la sequía y otras condiciones desfavorables, dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo, y de su duración e intensidad (Van Andel y Jager 1981; Mogensen y Talukder 1987; Brisson *et al.*, 2001). Usualmente, las deficiencias de humedad y las altas temperaturas resultan en una menor acumulación de materia seca (Shpiler and Blum 1986; Simane *et al.*, 1993).

Capacidad de rebrote

Con base a su patrón productivo y hábito de crecimiento, en México se han desarrollado materiales de triticale para uso forrajero, principalmente para cortes múltiples o pastoreo (Lozano del Río *et al.*, 2002a; 2002b). En este tipo de explotación es imprescindible que los genotipos tengan una alta capacidad de rebrote, la cual depende principalmente, del hábito de crecimiento y de la etapa fenológica del corte, además 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).

A este respecto, Ye *et al.*, (2001), mencionan que hay dos aspectos que son fundamentales para el éxito de su cultivo: la capacidad de ahijamiento y su capacidad de rebrote. De las dos características, la más importante e influyente es la capacidad de rebrote, que a su vez está afectada por la intensidad del pastoreo (carga animal y duración del pastoreo), el momento del aprovechamiento y la fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

La presente investigación se realizó en la Región Lagunera, en el Rancho “El Campanario”, municipio de Matamoros, Coah., con las siguientes características:

Esta localidad está ubicada en el Municipio de Matamoros, que se localiza al suroeste del Estado de Coahuila, entre las coordenadas 103° 13' 41" longitud oeste y 25° 31' 40" latitud norte, a una altura de 1100 metros sobre el nivel del mar.



Figura 1. Diagrama de la localización geográfica del sitio experimental.

Clima

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

Características del suelo

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.

Material genético utilizado

En el Cuadro 1 se presenta la lista de los 27 genotipos utilizados en el experimento, de los cuales 9 fueron líneas experimentales de triticale con hábito de crecimiento facultativo (semiprecoz), y 18 del tipo invernial, (tardío), incluyendo el testigo ANPELÓN, que fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Cuadro 1. Lista de genotipos utilizados en el Experimento. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018 – 2019.

LISTA DE GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO, ALDAMA, 2018-2019				
VARIEDAD	ORIGEN: MATAMOROS 2017-2018	CLAVE	GRUPO	HÁBITO DE CRECIMIENTO
1	V43	AN-43-2018	1	Facultativo
2	V50	AN-50-2018	1	Facultativo
3	V71	AN-71-2018	2	Invernal
4	V72	AN-72-2018	1	Facultativo
5	V81	AN-81-2018	1	Facultativo
6	V84	AN-84-2018	1	Facultativo
7	V90	AN-90-2018	1	Facultativo
8	V103	AN-103-2018	1	Facultativo
9	V144	AN-144-2018	1	Facultativo
10	V159	AN-159-2018	2	Invernal
11	V174	AN-174-2018	2	Invernal
12	V204	AN-204-2018	1	Facultativo
13	V210	AN-210-2018	2	Invernal
14	V223	AN-223-2018	2	Invernal
15	V248	AN-248-2018	1	Facultativo
16	V276	AN-276-2018	1	Facultativo
17	V299	AN-299-2018	1	Facultativo
18	V311	AN-311-2018	2	Invernal
19	V338	AN-338-2018	1	Facultativo
20	V365	AN-365-2018	1	Facultativo
21	V383	AN-383-2018	2	Invernal
22	V386	AN-386-2018	1	Facultativo
23	V402	AN-402-2018	1	Facultativo
24	V444	AN-444-2018	1	Facultativo
25	V447	AN-447-2018	2	Invernal
26	V512	AN-512-2018	1	Facultativo
27	ANPELÓN	TESTIGO	2	Invernal

Nota: Facultativo= semiprecoz; Invernal= tardío.

Preparación del terreno

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

Fecha de siembra

La siembra se realizó en seco el 02 de noviembre de 2018, en seco, durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019. Esta se realizó manualmente, a chorrillo, depositando la semilla en el fondo del surco y tapando posteriormente con el pie. Después de la siembra, se aplicó un riego por gravedad con una lámina de 12 cm.

Tamaño de parcela experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por 6 surcos de 10 m de largo por 30 cm entre hileras (18.0 m²).

Fertilización

Previo a la siembra, se aplicaron en el lote experimental 100 kg de fosfato monoamónico (11-52-00) por ha; posteriormente en etapa de amacollamiento se aplicaron 100 kg de urea (46-00-00) por ha. Después del primero y segundo corte, se aplicaron igualmente 100 kg de urea por ha. La dosis total de fertilización por ha aplicada al experimento fue de 149-52-00.

Riegos

El experimento se evaluó bajo condiciones de riego por gravedad. El calendario de riegos fue el siguiente:

Riego 1. Noviembre 04 de 2018

Riego 2. Diciembre 02 de 2018

Riego 3. Enero 03 de 2019

Riego 4. Enero 24 de 2019

Riego 5. Febrero 26 de 2019

Riego 6. Marzo 20 de 2019

La lámina aproximada de riego por evento fue de 10 cm, dando un total del ciclo de 60 cm.

Control de plagas, enfermedades y malezas.

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

Cortes

Se realizaron 3 cortes destructivos de forraje: Las fechas de corte fueron las siguientes:

Corte 1: 22 de Enero de 2019: 82 días después de la siembra.

Corte 2: 25 de Febrero de 2019: 34 días después del primer corte.

Corte 3: 13 de Abril de 2019: 47 días después del segundo corte.

Duración total del ciclo: 163 días

Los cortes o muestreos destructivos se realizaron manualmente en cada unidad experimental, con rozadera, cortando el forraje en 50 cm lineales de un surco con competencia completa, aproximadamente a 2 cm sobre la superficie del suelo, registrando el peso verde de cada parcela; posteriormente se tomaron 500 g de la muestra del forraje cosechado para determinar la proporción de hojas, tallos y en su caso, espigas; cada componente se colocó en estufa a 60° por 72 horas para determinar el peso seco de cada uno de los mismos. Después de cada muestreo, se cortaron la totalidad de las unidades experimentales con una cortadora mecánica, retirándose el forraje para posteriormente fertilizar y regar para promover el rebrote de los genotipos.

Diseño experimental utilizado en campo

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

Variables registradas

- Rebrote (REB): Este se calculó de la forma siguiente para cada unidad experimental: $(FSC2/FSC1 + FSC3/FSC2 + FSC3/FSC1) / 3$.
- Producción de forraje verde (FV): se determinó en cada unidad experimental previo a cada corte, pesando el forraje cortado en 50 cm lineales de un surco con competencia completa aproximadamente a 2 cm

de la superficie del suelo; el dato obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$).

- Producción de forraje seco foliar (FSF), forraje seco de tallos (FSTA) y forraje seco de espigas (FSE): de la muestra de forraje verde obtenida en cada unidad experimental, se pesaron 500 g y se trasladaron al laboratorio para procesar cada muestra, separando las hojas, tallos y en su caso, espigas de cada muestra; cada componente se llevó a secar en estufa a 60° por 72 horas; una vez secos, se pesó y registró el peso de cada componente; el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.
- Producción de forraje seco total (FST): la producción de forraje seco total (FST) de cada unidad experimental se determinó al sumar los pesos secos de hojas (FSH), tallos (FSTA) y en su caso, espigas (FSE) de cada muestreo o corte de forraje; posteriormente se transformó a biomasa total en $t\ ha^{-1}$.
- Altura (ALT): se tomó en cm, en cada unidad experimental.
- Porcentaje de materia seca (% MS): se calculó para cada unidad experimental, multiplicando el forraje seco total (FST) por 100 y dividiendo este valor entre el peso de forraje verde (FV).
- Contribución de hojas (CONTH): Se calculó como porcentaje del forraje seco total en cada corte.
- Contribución de tallo (CONTTA): Se calculó como porcentaje del forraje seco total en cada corte.

- Contribución de espiga (CONTE): Se calculó como porcentaje del forraje seco total en cada corte.
- Índice de vegetación (NDVI): Previo a cada corte y en cada unidad experimental, se tomaron dos lecturas de este parámetro por medio de un sensor Green Seeker, y promediando ambas lecturas para tener el dato por parcela.
- Área verde (GA): Se tomaron 2 fotografías por parcela utilizando una cámara Nikon D3300; estas se procesaron mediante el software BreedPix. Este parámetro procesa los píxeles de hojas sanas y senescentes.
- Área más verde (GGA): Utilizando el software BreedPix, este parámetro incluye sólo los píxeles de hojas sanas.

Análisis estadísticos

Se efectuaron análisis de varianza individuales entre grupos de triticales, por corte; análisis de varianza combinados entre cortes y grupos, y análisis de varianza entre grupos para forraje acumulado.

Modelo estadístico de los análisis de varianza entre grupos, por corte, para las variables en estudio.

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

Donde:

i = repeticiones

k = grupos

Donde:

Y_{ij} = Variable observada.

μ : = Efecto de la media general.
 R_i = Efecto de la i -ésima repetición.
 G_k = Efecto del k -ésimo grupo.
 E_{ij} = Error experimental.

Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos para las variables en estudio.

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

Donde:

i = repeticiones

j = cortes

k = grupos

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

M_j = Efecto del j -ésimo corte.

G_k = Efecto del k -ésimo grupo.

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

E_{ijk} = Error experimental.

Modelo estadístico de los análisis de varianza entre grupos para forraje acumulado a través de cortes.

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

Donde:

i = repeticiones

k = grupos

Donde:

Y_{ij} = Variable observada.

μ : = Efecto de la media general.
 R_i = Efecto de la i -ésima repetición.
 G_k = Efecto del k -ésimo grupo.
 E_{ij} = Error experimental.

Pruebas de comparación de medias

Se realizaron pruebas de comparación de medias para las variables estudiadas, entre variedades y grupos por corte, entre cortes y grupos del análisis combinado, y entre grupos para forraje acumulado, utilizando la prueba de Tukey al 0.05 % probabilidad. Adicionalmente se calculó el coeficiente de variación para 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 el paquete estadístico SAS 8.1. y las gráficas se construyeron con el paquete estadístico Statistica 7.0.

RESULTADOS

Resultados de los análisis de varianza de las variables en estudio en el primer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

El cuadro 2 muestra el análisis de varianza para el primer corte donde la fuente de variación REP presentó diferencias altamente significativas para las variables FV, FST, FSTA, FSH y GGA; el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostro diferencias altamente significativas para las variables CONTH y CONTTA, para la variable %MS mostró diferencia significativa y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 1.6 y 52.1%

Cuadro 2.- Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos para las diferentes características evaluadas en el experimento en el primer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

		CUADRADOS MEDIOS										
FV	GL	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	NDVI	GA	GGA
REP	1	3726.359 **	42.148 **	5.6 **	16.928 **	2.3 ns	1.2 ns	3.4 ns	3.4 ns	0.0002 ns	0.0004 ns	0.009 **
GRUPOS	3	117.138 ns	0.206 ns	0.9 ns	1.991 ns	3.1 ns	24.3 *	1753.3 **	1753.3 **	0.001 ns	0.00006 ns	0.002 ns
ERROR	3	57.392	1.224	0.3	0.654	74.7	4.2	180.9	180.9	0.0004	0.0002	0.001
TOTAL	7											
MEDIA GENERAL		28.583	2.996	1.09	1.900	65.4	10.4	63.1	36.8	0.8	0.981	0.888
CV %		26.503	36.933	52.1	42.572	13.2	19.7	21.31	36.4	2.3	1.646	3.566

ns, *, *:no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: FV=forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde.

Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos (Tukey, $P < 0.05$), de las características evaluadas en el experimento en el primer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 3):

Forraje verde: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 29.320 t/ha, superando con un 8.1% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 27.111 t/ha.

Forraje seco total: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 3.058 t/ha, superando con un 3.1% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 2.965 t/ha.

Forraje seco de tallo: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 1.161 t/ha, superando con un 20.3% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 0.965 t/ha.

Forraje seco foliar: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 2.092 t/ha, superando con un 15.9% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 1.804 t/ha.

Altura: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 65.5 cm, superando con un 0.5% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 65.1 cm.

Porcentaje de materia seca: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 11.0 %, superando en un 10% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 10.0 %.

Contribución de hoja: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 68.8 %, superando en un 14.1% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 60.2 %.

Contribución de tallo: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 39.7 %, superando en un 27.3% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 31.1 %.

Índice de vegetación normalizada: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 0.86, superando con un 0.9% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 0.85.

Área verde: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 0.982, superando con un 0.2% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 0.980.

Área más verde: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 0.895, superando con un 1.2% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 0.884.

Cuadro 3.- Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento del primer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

GRUPOS	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
1	0.00 a	29.320 a	2.965 a	1.161 a	1.804 a	0.00 a	65.538 a	10.070 b	60.264 b	39.736 a	0.00 a	0.852 a	0.980 a	0.884 a
2	0.00 a	27.111 a	3.058 a	0.965 a	2.092 a	0.00 a	65.178 a	11.077 a	68.811 a	31.189 b	0.00 a	0.860 a	0.982 a	0.895 a
DMS	0.00	3.066	0.448	0.231	0.327	0.00	3.499	0.832	5.446	5.446	0.00	0.008	0.006	0.012

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05). Nota: REB= rebrote; FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; FSE= forraje seco de espiga; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; CONTESP= contribución de espiga; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde.

RESULTADOS

Resultados de los análisis de varianza de las variables en estudio en el segundo corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

El cuadro 4 muestra el análisis de varianza para el segundo corte donde la fuente de variación REP presentó diferencias altamente significativas para las variables FV y FST; para las variables FSTA y FSH presentaron diferencia significativa y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables REB, FSE, CONTH, CONTESP y NDVI, para las variables %MS y GGA mostro diferencias significativas y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 5.9 y 181.9%.

Cuadro 4.- Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos para las diferentes características evaluadas en el experimento, segundo corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

		CUADRADO DE MEDIAS													
FV	GL	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
REP	1	0.0009 ns	50.102 **	3.189 **	0.821 *	0.849 *	0.018 ns	37.7 ns	59.6 ns	4.3 ns	0.4 ns	7.8 ns	0.01 ns	0.005 ns	0.005 ns
GRUPOS	3	0.383 **	18.526 ns	0.108 ns	0.344 ns	0.890 ns	0.485 **	1.1 ns	124.6 *	985.7 **	164.3 ns	346.06 **	0.25 **	0.033 ns	0.041 *
ERROR	3														
TOTAL	7	0.023	10.430	0.653	0.214	0.228	0.029	24.1	30.3	67.08	55.6	20.1	0.006	0.010	0.009
MEDIA GENERAL		0.784	14.512	3.571	1.649	1.828	0.094	81.9	25.1	51.4	46.03	2.5	0.64	0.393	0.319
CV %		19.456	22.254	22.635	28.070	26.167	181.991	5.9	21.9	15.9	16.1	177.4	12.61	25.792	30.925

ns., *:no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: REB= rebrote; FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; FSE= forraje seco de espiga; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; CONTESP= contribución de espiga; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde.

Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos (Tukey, $P < 0.05$), de las características evaluadas en el experimento en el segundo corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 5):

Rebrote: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 86.8 %, superando en un 17.1% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 74.1%.

Forraje verde: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 15.098 t/ha, superando con un 6.1% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 14.219 t/ha.

Forraje seco total: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 3.593 t/ha, superando con un 1.9% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 3.526 t/ha.

Forraje seco de tallo: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 1.689 t/ha, superando con un 7.6% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 1.569 t/ha.

Forraje seco foliar: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 1.957 t/ha, superando con un 10.9% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 1.764 t/ha.

Forraje seco de espiga: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 0.142 t/ha, superando al grupo 2 (invernal), que no presentó espigas en este corte.

Altura: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 82.0 cm, superando con un 0.2% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 81.8 cm.

Porcentaje de materia seca: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 25.8 %, superando en un 9.6% al grupo 2 (facultativo) con un valor menor de 23.6%.

Contribución de hoja: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 55.7 %, superando en un 13% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 49.2 %.

Contribución de tallo: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 46.9 %, superando con un 5.9% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 44.2 %.

Contribución de espiga: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 3.7 %, superando al grupo 2 (invernal) que no presentó espiga.

Índice de vegetación normalizada: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor

más alto con 0.71, superando en un 16.9% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 0.61.

Área verde: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 0.418, superando con un 10% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 0.380.

Área más verde: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 0.346, superando en un 13.4% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 0.305.

Cuadro 5.- Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento en el segundo corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

GRUPOS	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
1	0.741 b	14.219 a	3.593 a	1.689 a	1.764 a	0.142 a	82.028 a	25.895 a	49.299 b	46.909 a	3.797 a	0.613 b	0.380 a	0.305 b
2	0.868 a	15.098 a	3.526 a	1.569 a	1.957 a	0.000 b	81.806 a	23.617 b	55.708 a	44.292 a	0.000 b	0.717 a	0.418 a	0.346 a
DMS	0.061	1.307	0.327	0.187	0.193	0.069	1.989	2.231	3.315	3.019	1.818	1.989	0.041	0.039

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05) Nota: REB= rebrote; FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; FSE= forraje seco de espiga; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; CONTESP= contribución de espiga; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde.

RESULTADOS

Resultados de los análisis de varianza de las variables en estudio en el tercer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

El Cuadro 6 muestra los análisis de varianza para el tercer corte, donde la fuente de variación REP presentó diferencias altamente significativas para las variables NDVI, GA y GGA; para la variable FV presento diferencia significativa y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostro diferencias altamente significativas para las variables FSH, FSE, %MS, CONTH, CONTESP y NDVI; para las variables FV y ALT mostró diferencias significativas y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 8.1 y 55.9%.

Cuadro 6.- Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos.

		CUADRADO DE MEDIAS													
FV	GL	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
REP	1	0.011 ns	92.254 *	5.789 ns	1.478 ns	0.937 ns	0.662 ns	14.8 ns	115.9 ns	123.9 ns	29.6 ns	32.4 ns	0.02 **	0.049 **	0.014 **
GRUPOS	3	0.002 ns	157.419 *	0.083 ns	0.744 ns	13.839 **	9.887 **	280.1 *	408.3 **	3649.02 **	121.5 ns	2440.1 **	0.14 **	0.002 ns	0.00002 ns
ERROR	3														
		0.006	31.639	4.584	1.137	0.648	0.633	53.7	57.5	81.6	57.6	65.8	0.004	0.002	0.001
TOTAL	7														
MEDIA GENERAL		0.822	20.718	6.269	2.683	2.163	1.422	89.9	30.6	35.6	42.4	21.8	0.56	0.276	0.161
CV %		9.635	27.149	34.151	39.739	37.216	55.989	8.1	24.7	25.3	17.8	37.1	11.64	19.782	23.073

ns, *, **: no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: REB= rebrote; FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; FSE= forraje seco de espiga; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; CONTESP= contribución de espiga; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde.

Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento en el tercer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 7):

Rebrote: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 82.0 %, superando con un 1.1% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 81.6 %.

Forraje verde: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 22.426 t/ha, superando en un 12.8% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 19.865 t/ha.

Forraje seco total: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 6.289 t/ha, superando con un 0.9% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 6.230 t/ha.

Forraje seco de tallo: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 2.742 t/ha, superando con un 6.8% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 2.566 t/ha.

Forraje seco foliar: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 2.669 t/ha, superando en un 39.7% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 1.910 t/ha.

Forraje seco de espiga: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 1.636 t/ha, superando en un 64.5% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 0.994 t/ha.

Altura: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 91.1 cm, superando en un 3.8% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 87.6 cm.

Porcentaje de materia seca: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 32.0 %, superando en un 14.7% al grupo 2 (facultativo) con un valor menor de 27.9 %.

Contribución de hoja: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 43.9 %, superando en un 39.05% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 31.5 %.

Contribución de tallo: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 43.2 %, superando con un 5.4% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 40.9 %.

Contribución de espiga: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 25.2 %, superando en un 66.6% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 15.1 %.

Índice de vegetación normalizada: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 0.61, superando en un 14.4% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 0.53.

Área verde: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 0.280, superando con un 4% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 0.269.

Área más verde: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 0.162, superando con un 0.6% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 0.161.

Cuadro 7.- Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento del tercer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2018-2019.

GRUPOS	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
1	0.825 a	19.865 b	6.289 a	2.742 a	1.910 b	1.636 a	91.111 a	32.053 a	31.575 b	43.206 a	25.222 a	0.534 b	0.280 a	0.162 a
2	0.816 a	22.426 a	6.230 a	2.566 a	2.669 a	0.994 b	87.694 b	27.928 b	43.906 a	40.956 a	15.139 b	0.611 a	0.269 a	0.161 a
DMS	0.032	2.277	0.866	0.431	0.326	0.322	2.969	3.070	3.657	3.073	3.285	0.026	0.022	0.015

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05) Nota: REB= rebrote; FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; FSE= forraje seco de espiga; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; CONTESP= contribución de espiga; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde.

Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos de las diferentes características evaluadas en el experimento. El Campanario, Matamoros, Coahuila, ciclo otoño-invierno 2018-2019.

El cuadro 8 muestra los resultados de los análisis de varianza donde la fuente de variación CORTES presentó diferencias altamente significativas para todas las variables. La fuente de variación CORTES*REP mostró diferencias altamente significativas para las variables FV, FSTOT, FSTA, FSF, NDVI y GA; para las variables %MS y GGA mostró diferencias significativas y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPO mostró diferencias altamente significativas para las variables REB, FSF, FSE, %MS, CONTH, CONTTA, CONTESP y NDVI, y únicamente para la variable GGA mostró diferencia significativa. El resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación CORTES*GRUPO mostró diferencias altamente significativas para las variables REB, FSE, %MS, CONTESP y NDVI; para las variables FV, FSF, CONTA y GA mostró diferencia significativa y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 8.9 y 93.02%.

Cuadro 8.- Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos de las diferentes características evaluadas en el experimento. El Campanario, Matamoros, Coahuila, ciclo otoño-invierno 2018-2019.

		CUADROS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS													
FV	GL	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
CORTES	2	23.272 **	5371.079 **	329.773 **	70.144 **	3.356 **	68.274 **	16932.0 **	11854.8 **	20460.9 **	2295.7 **	15443.09 **	2.47 **	15.404 **	15.763 **
CORTES*REP	9	0.004 ns	1289.572 **	17.042 **	2.652 **	6.238 **	0.226 ns	18.3 ns	58.9 *	43.9 ns	11.1 ns	13.4 ns	0.01 **	0.018 **	0.009 *
GRUPOS	1	0.108 **	12.111 ns	0.008 ns	1.930 ns	12.302 **	4.918 **	127.9 ns	232.9 **	5956.5 **	1439.5 **	1541.3 **	0.28 **	0.006 ns	0.021 *
CORTES*GRUPOS	2	0.138 **	140.486 *	0.194 ns	0.037 ns	2.209 *	2.727 **	78.2 ns	162.1 **	215.8 ns	299.8 *	622.4 **	0.05 **	0.015 *	0.011 ns
ERROR	30	0.009	33.154	2.154	0.559	0.510	0.221	50.8	30.7	109.9	98.08	28.6	0.003	0.004	0.004
TOTAL	32														
MEDIA GENERAL		0.535	21.271	4.279	1.809	1.964	0.505	79.1	22.07	50.07	41.7	8.1	0.68	0.550	0.456
CV %		18.533	27.068	34.299	41.331	36.380	93.025	9.01	25.1	20.9	23.6	65.8	8.94	12.210	13.937

ns, *, **:no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; FSE= forraje seco de espigas; ALT= altura; %MS:= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; CONTESP= contribución de espigas; NDVI= índice de vegetación normalizado; GA= área verde ; GGA= área más verde ; REB= rebrote.

Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre cortes y grupos (Tukey, ($P < 0.05$), de las características evaluadas en el experimento. El Campanario, Matamoros, Coahuila, ciclo 2018-2019.

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 9):

Para las variables REB, FSTOT, FSTA, ALT, %MS y CONTESP, los cortes fueron estadísticamente diferentes, siendo el corte 3 superior al corte 1 y 2. Para FV, CONTH, NDVI, GA, GGA, los cortes fueron estadísticamente diferentes, siendo el corte 1 superior al corte 2 y 3. Las variables FSF y FSE, en los cortes 1 y 2 fueron estadísticamente iguales, pero diferentes al corte 3, con mayor rendimiento. Para la variable CONTTA, los cortes fueron estadísticamente diferentes, siendo el corte 2 superior al corte 1 y 3.

Entre los grupos, en las variables FV y GA no mostraron diferencias estadísticas, sin embargo, el grupo 2 fue superior al grupo 1. Ambos grupos no registraron diferencias estadísticas entre sí para las variables FSTOT, FSTA y ALT, pero para estos el grupo 1 es superior al grupo 2. Para las variables FSE, %MS, CONTTA y CONTESP, se registraron diferencias estadísticas, siendo el grupo 1 superior al grupo 2. En las variables REB, FSF, CONTH, NDVI y GGA, se registraron diferencias estadísticas, siendo el grupo 2 superior al grupo 1.

Cuadro 9.- Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre cortes y grupos (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento. El Campanario, Matamoros, Coahuila, ciclo 2018-2019.

CORTES	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
1	0.000 c	28.584 a	2.996 c	1.096 c	1.900 b	0.000 b	65.417 c	10.406 c	63.113 a	36.887 c	0.000 c	0.855 a	0.981 a	0.888 a
2	0.784 b	20.718 b	3.571 b	1.649 b	1.828 b	0.094 b	81.953 b	25.135 b	51.436 b	46.036 a	2.531 b	0.648 b	0.393 b	0.319 b
3	0.822 a	14.512 c	6.269 a	2.683 a	2.163 a	1.422 a	89.972 a	30.677 a	35.685 c	42.456 b	21.861 a	0.560 c	0.276 c	0.161 c
DMS	0.031	.1845	0.470	0.239	0.229	0.150	2.286	1.775	3.359	3.174	1.716	0.019	0.021	0.020

GRUPOS	REB	FV (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)	FSTA (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	ALT (cm)	MS (%)	CONTH (%)	CONTTA (%)	CONTESP (%)	NDVI	GA	GGA
1	0.522 b	21.134 a	4.282 a	1.864 a	1.826 b	0.592 a	79.558 a	22.672 a	47.046 b	43.284 a	9.673 a	0.666 b	0.547 a	0.450 b
2	0.561 a	21.545 a	4.271 a	1.700 a	2.239 a	0.331 b	78.225 a	20.874 b	56.142 a	38.812 b	5.046 b	0.729 a	0.556 a	0.467 a
DMS	0.023	1.335	0.340	0.173	0.165	0,109	1.654	1.284	2.431	2.296	1.241	0.014	0.015	0.014

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05). Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSF= forraje seco foliar; FSE= forraje seco de espigas; ALT= altura; %MS:= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; CONTESP= contribución de espigas; NDVI= índice de vegetación normalizado; GA= área verde ; GGA= área más verde ; REB= rebrote.

Resultados de los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias entre grupos de triticale para forraje acumulado. El Campanario, Matamoros, Coahuila, ciclo otoño-invierno 2018-2019.

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 10):

El análisis de varianza mostró que la fuente de variación REP presentó diferencias altamente significativas para las variables FVAC y FSFAC; el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables FSFAC y FSEAC, y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 15.803 y 54.887%.

Se registraron los siguientes resultados:

Forraje verde acumulado: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (invernal) registró el mayor valor con 64.635 t/ha, superando con un 1.9% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 63.405 t/ha.

Forraje seco total acumulado: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 12.848 t/ha, superando con un 0.2% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 12.815 t/ha.

Forraje seco foliar acumulado: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (invernal) el que registró el valor más alto con 6.719 t/ha, superando en un 22.6% al grupo 1 (facultativo) con un valor menor de 5.479 t/ha.

Forraje seco de tallo acumulado: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (facultativo) registró el mayor valor con 5.592 t/ha, superando con un 9.6% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 5.101 t/ha.

Forraje seco de espiga acumulado: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (facultativo) el que registró el valor más alto con 1.776 t/ha, superando en un 78.6% al grupo 2 (invernal) con un valor menor de 0.994 t/ha.

Cuadro 10.- Resultados de los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias entre grupos de triticale para forraje acumulado. El Campanario, Matamoros, Coahuila, ciclo otoño-invierno 2018-2019.

		CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS				
FV	GL	FVAC (t ha ⁻¹)	FSTOTAC (t ha ⁻¹)	FSFAC (t ha ⁻¹)	FSTAC (t ha ⁻¹)	FSEAC (t ha ⁻¹)
REP	3	3254.430 **	13.613 ns	12.138 **	1.104 ns	0.538 ns
GRUPOS	1	36.342 ns	0.026 ns	36.904 **	5.797 ns	14.675 **
ERROR	103	101.712	6.834	1.687	1.799	0.691
TOTAL	107					
MEDIA GENERAL		63.814	12.837	5.892	5.429	1.515
CV %		15.803	20.365	22.047	24.705	54.887

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

Nota: FVAC: forraje verde acumulado; FSTOTAC: forraje seco total acumulado; FSFAC: forraje seco foliar acumulado; FSTAC: forraje seco de tallos acumulado; FSEAC: forraje seco de espigas acumulado.

GRUPOS	FVAC (t ha ⁻¹)	FSTOTAC (t ha ⁻¹)	FSFAC (t ha ⁻¹)	FSTAC (t ha ⁻¹)	FSEAC (t ha ⁻¹)
1	63.405 a	12.848 a	5.479 b	5.592 a	1.776 a
2	64.635 a	12.815 a	6.719 a	5.101 a	0.994 b
DMS	4.082	1.058	0.526	0.543	0.336

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05) Nota: FVAC: forraje verde acumulado; FSTOTAC: forraje seco total acumulado; FSFAC: forraje seco foliar acumulado; FSTAC: forraje seco de tallos acumulado; FSEAC: forraje seco de espigas acumulado.

DISCUSIÓN

Al considerar todo el conjunto de genotipos estudiados, los resultados de los análisis de varianza de las variables evaluadas y las pruebas de medias correspondientes, confirmaron la amplia variabilidad genética encontrada en este experimento, tanto dentro de cada grupo de genotipos de acuerdo a su hábito de crecimiento como entre los distintos grupos.

Al considerar las posibles diferencias entre los grupos estudiados, los resultados de los análisis de varianza por corte y las pruebas de comparación de medias correspondientes (Cuadros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8), demostraron que tanto para rendimiento de forraje verde como para forraje seco, se registraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos bajo el sistema utilizado (corte); esto se debió a la diferente constitución genética de los materiales utilizados, expresada principalmente por su hábito de crecimiento (facultativos e invernales); por lo que corresponde a la capacidad de producción de forraje a través de los cortes, se observó que esta reside en una mayor o menor capacidad de rebrote, la cual se manifestó con mayor intensidad en los materiales de hábito invernal, además de registrar una mayor producción de forraje seco foliar y porcentaje de hoja, concordando con lo reportado por Lozano del Río (2002), Morales (2003), Alfaro (2008) y Ruiz Machuca (2010).

Por otra parte, en este estudio, para el segundo corte, los tratamientos de tipo invernal registraron significativamente mayor capacidad de rebrote que los de hábito facultativo. (figura 2).

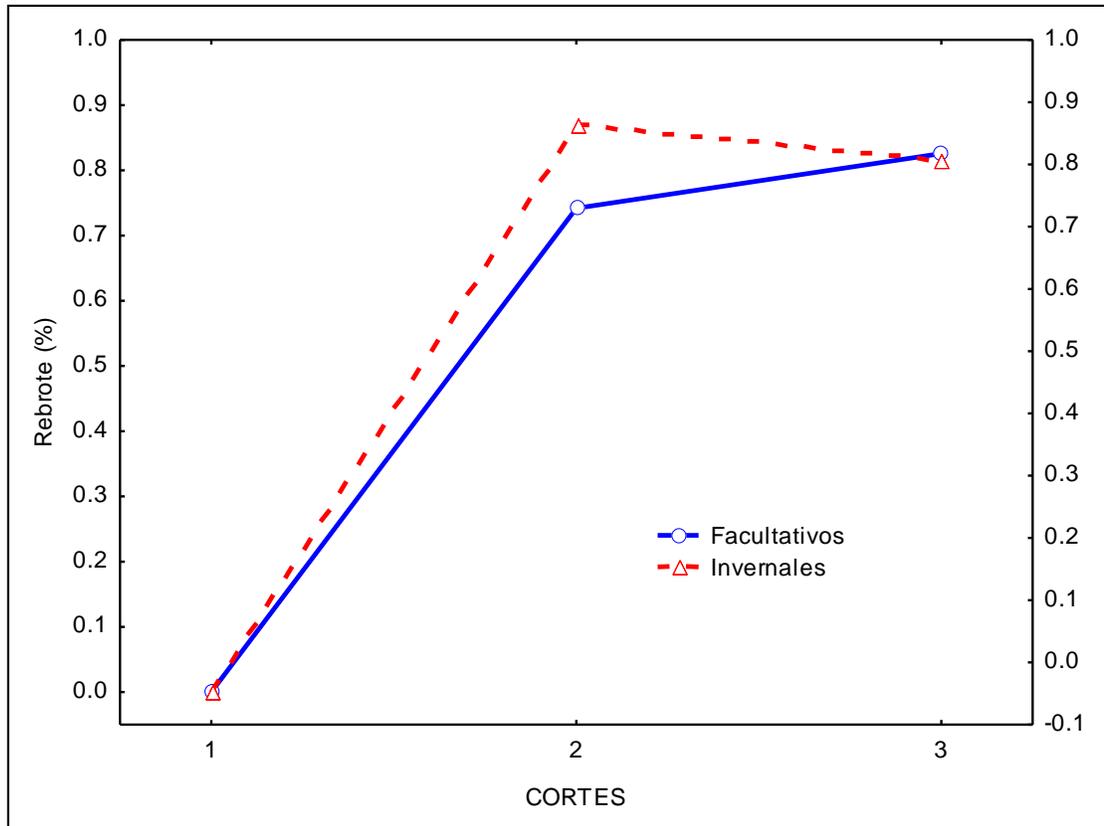


Figura 2. Porcentaje de rebrote después de cada corte de los dos diferentes grupos de crecimiento de triticale evaluados en el estudio.

Con respecto a la variable forraje seco total (FSTOT, Figura 3), no mostraron diferencias significativas, debido a su mayor precocidad y su buena adaptación.

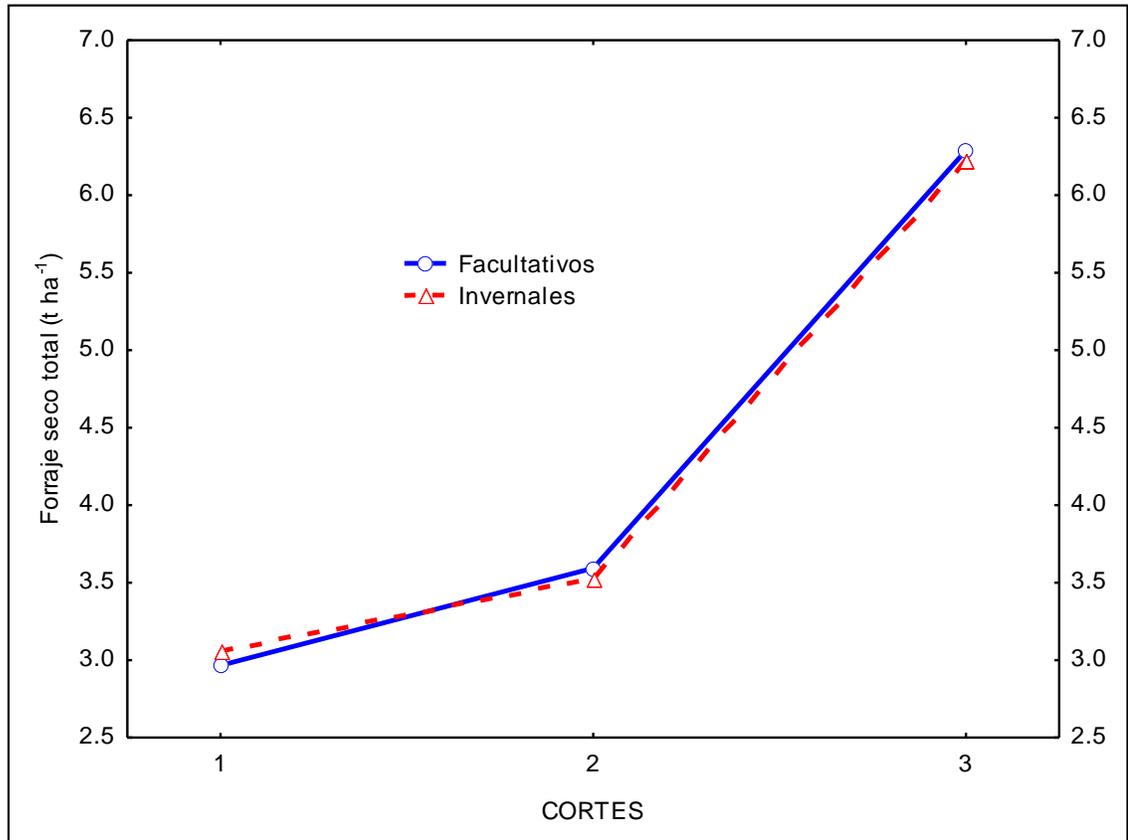


Figura 3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FSTOT) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

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

Lozano *et al.*, (1998), reportó valores similares a los encontrados en este trabajo para producción de forraje verde y seco, en un estudio realizado en dos

localidades del norte de México, (Matamoros y Zaragoza, Coahuila). Gayosso (1989) reporta valores de producción tanto de forraje verde como seco similar a los encontrados en este trabajo al evaluar genotipos de triticale de hábito intermedio en tres ambientes del norte de México. Por otra parte, los resultados de este estudio difieren de los reportados por Fraustro (1992), que reportó valores de producción inferiores a los encontrados en este trabajo; en su estudio, utilizó líneas y variedades de triticales de hábito intermedio e invernial diferentes a las de esta investigación.

Patrones de producción

Evaluación por cortes.

En este estudio, se observaron las siguientes tendencias; al primer corte, el mayor desarrollo y crecimiento lo registraron los tipos facultativos (Grupo 1) en comparación con el tipo invernial (Grupo 2), otorgándoles una pequeña ventaja inicial en producción de FV y FSTA, en comparación con los genotipos de hábito de crecimiento más tardío, que son de crecimiento más lento al inicio de su ciclo (Figuras 4 y 5).

Con respecto al patrón de producción de forraje verde y seco de los hábitos de crecimiento evaluados y la respuesta del FV y FSF después de cada corte, el tipo invernial (Grupo 2), fue mejor adaptado a este tipo de práctica, y estuvieron representados a través de la suma de medias de cada corte, ya que registraron el acumulado más alto en comparación con el grupo de genotipos más precoces (facultativos, Grupo 1). A diferencia de la respuesta del FSTA después de cada corte, el tipo facultativo (Grupo 1), fue mejor adaptado.

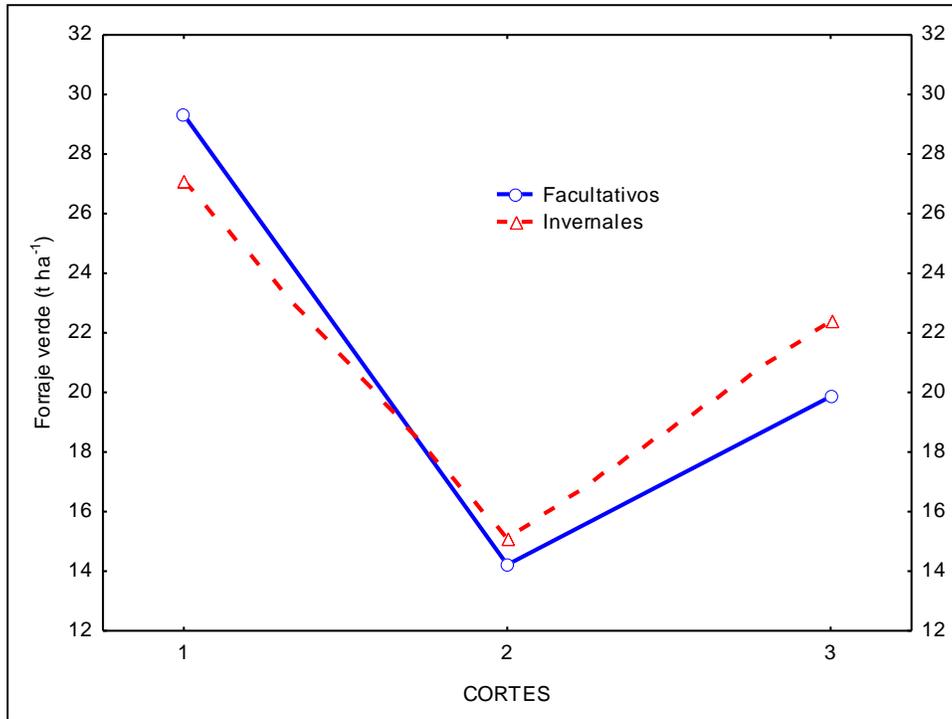


Figura 4. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

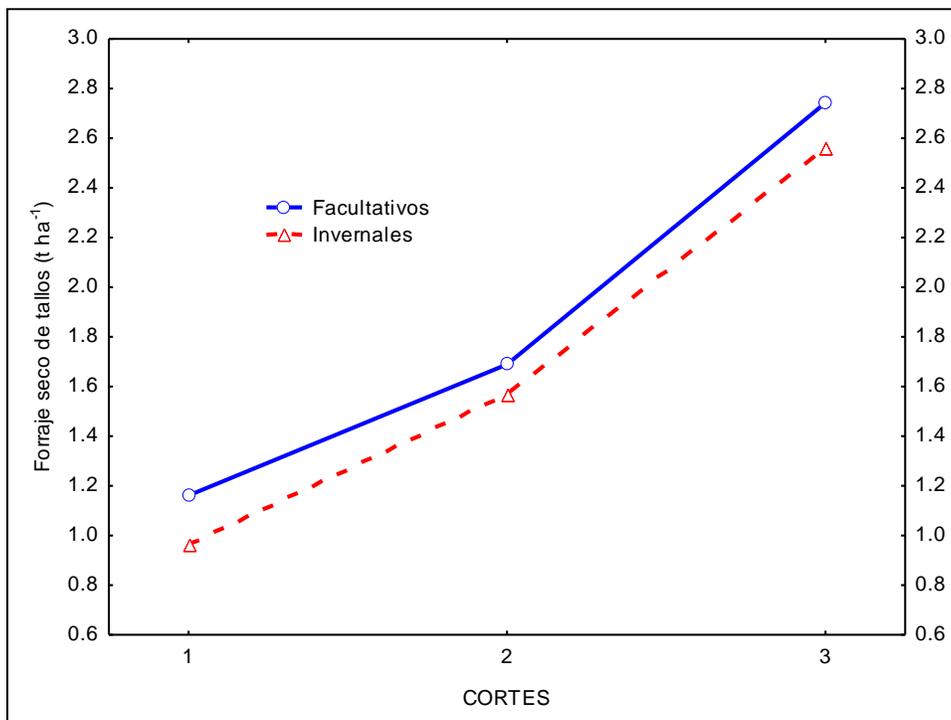


Figura 5. Patrones de acumulación de forraje de tallos (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

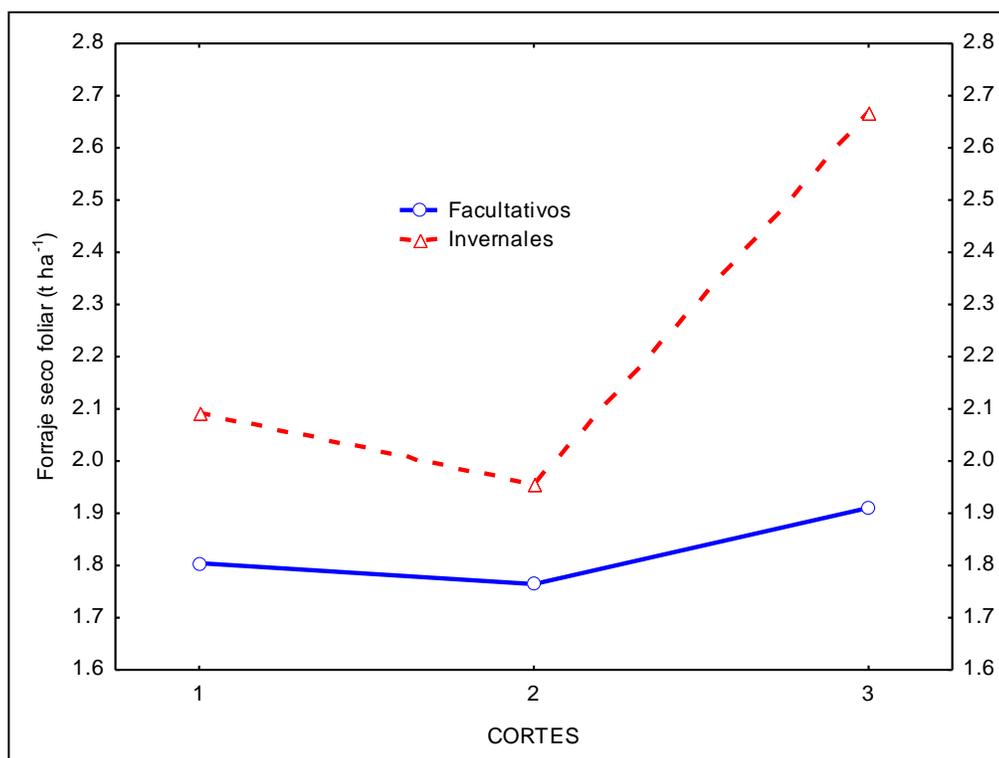


Figura 6. Patrones de acumulación de forraje de tallos (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Por otra parte, en este estudio, para el tercer corte, los tratamientos de tipo invernal registraron significativamente mayor capacidad de rebrote y mejor adaptación que los de hábito facultativo. (figura 6)

Por otra parte, los genotipos del grupo 1 (facultativo) registraron en promedio un mayor porcentaje de materia seca (% MS). Los tipos facultativos presentaron mayor porcentaje de espigas en el tercer corte, en comparación con los tipos invernales (Grupo 2, Figuras 7 y 8).

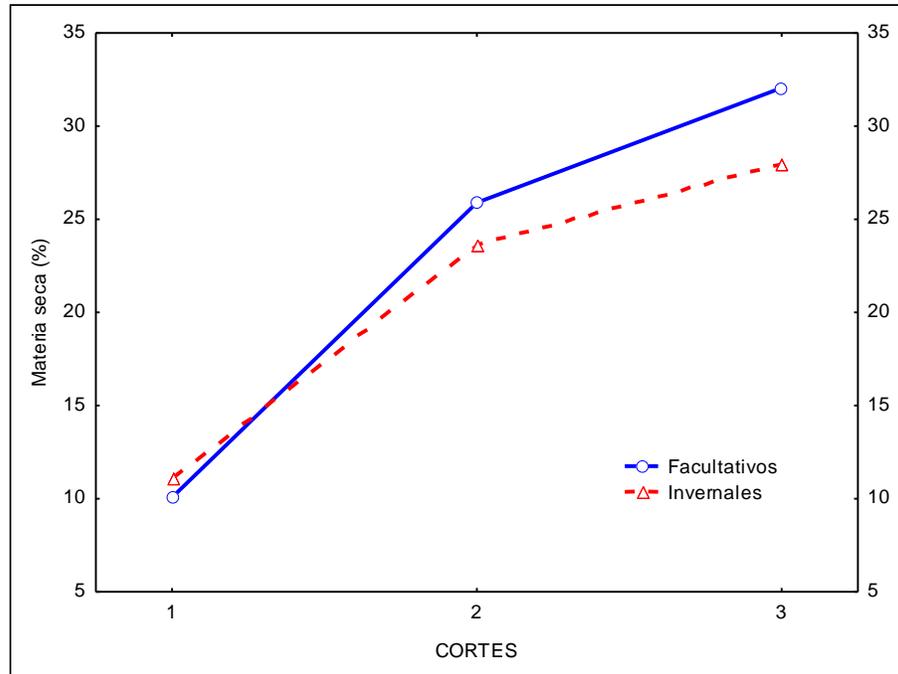


Figura 7. Porcentaje de materia seca de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

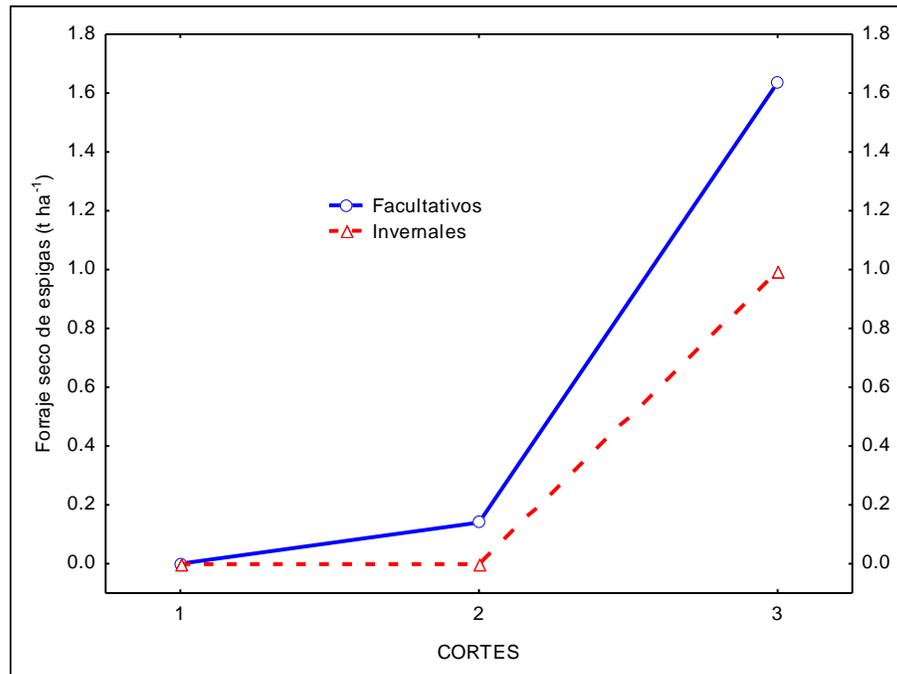


Figura 8. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Al analizar la Figura 9, en cuanto al comportamiento de la altura de planta a través de los cortes, se puede observar claramente que el grupo 1 con hábito de crecimiento facultativo, supero en el tercer corte, al grupo 2 con hábito invernal.

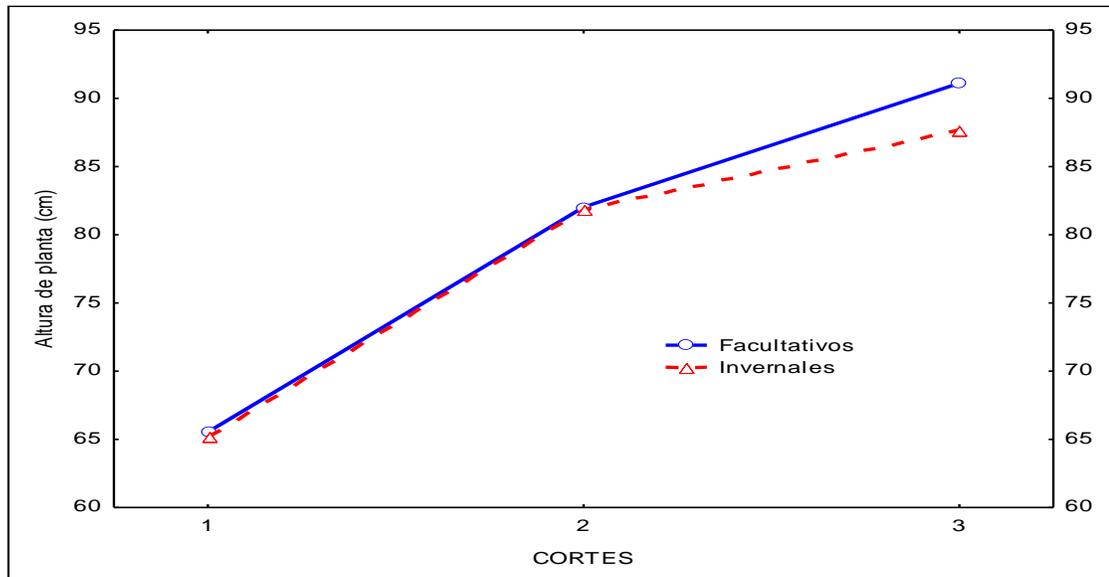


Figura 9. Altura de planta (ALT) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Figura 10. En cuanto al patrón contribución de hojas (CONTH) a través de los cortes, se puede observar que el grupo 2 con hábito de crecimiento invernal, mostro diferencias significativas, en comparación al grupo 1 con hábito facultativo.

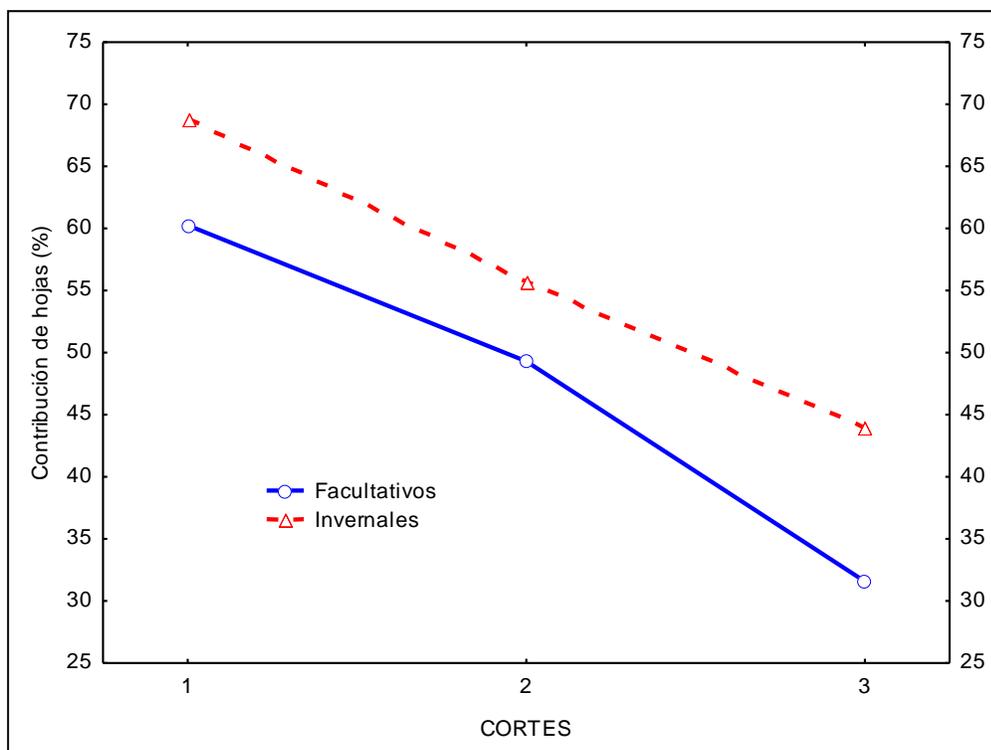


Figura 10. Porcentaje de contribución de hojas (%CONTH) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Figura 11. Con respecto al patrón contribución de tallos de los hábitos de crecimiento evaluados y la respuesta de cada uno de ellos después de cada corte, los tipos facultativos (Grupo 1), fueron los mejor adaptados a este tipo de práctica, y estuvieron representados a través de la suma de medias de cada corte, ya que registraron el acumulado más alto en comparación con el (Grupo 2) invernal.

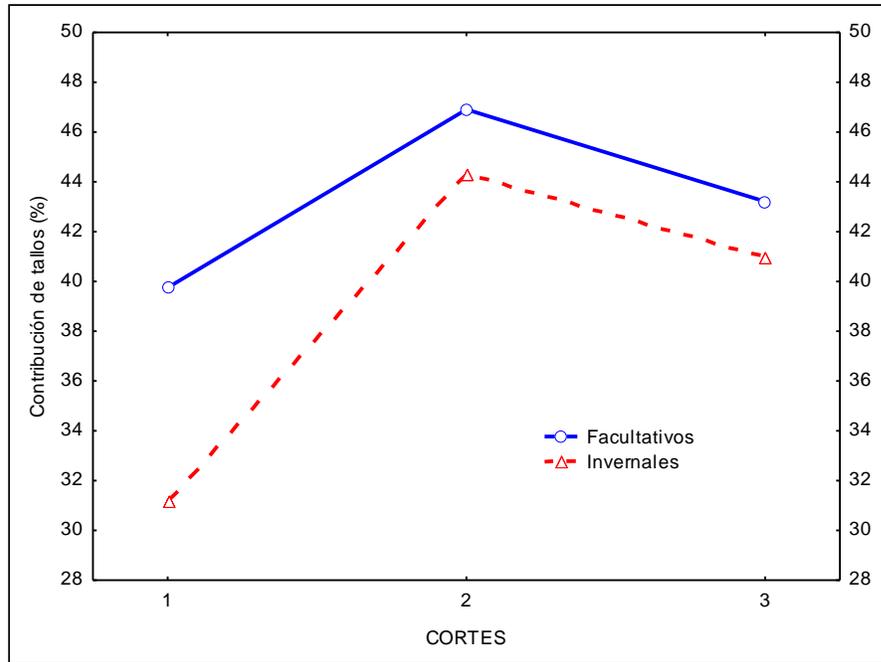


Figura 11. Porcentaje de contribución de tallos (%CONTTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Figura 12. Con respecto al patrón contribución de espigas de los hábitos de crecimiento evaluados y la respuesta de cada uno de ellos después de cada corte, los tipos facultativos (Grupo 1), fueron los mejor adaptados a este tipo de práctica mostrando superioridad en el tercer corte, en comparación con el (Grupo 2) invernal.

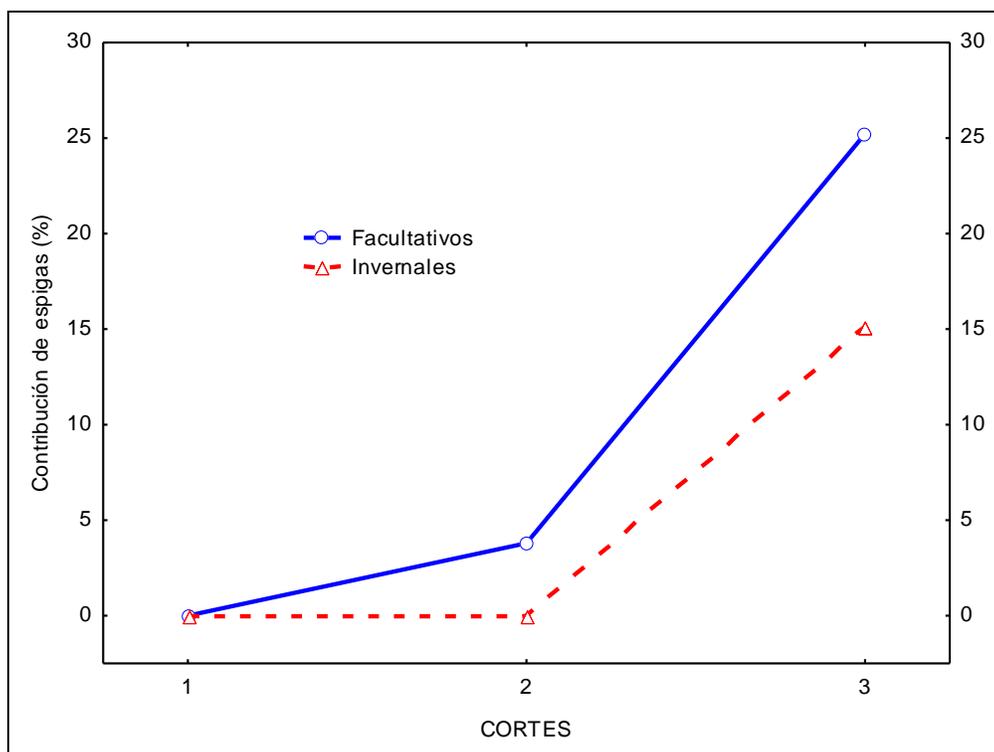


Figura 12. Porcentaje de contribución de espigas (%CONTESP) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Figura 13. Por otra parte respecto al patrón de índice de vegetación normalizada de los hábitos de crecimiento evaluados y la respuesta de cada uno de ellos después de cada corte, los tipos invernales (Grupo 2), fueron los mejor adaptados a este tipo de práctica mostrando superioridad en el segundo corte, en comparación al facultativo (Grupo 1).

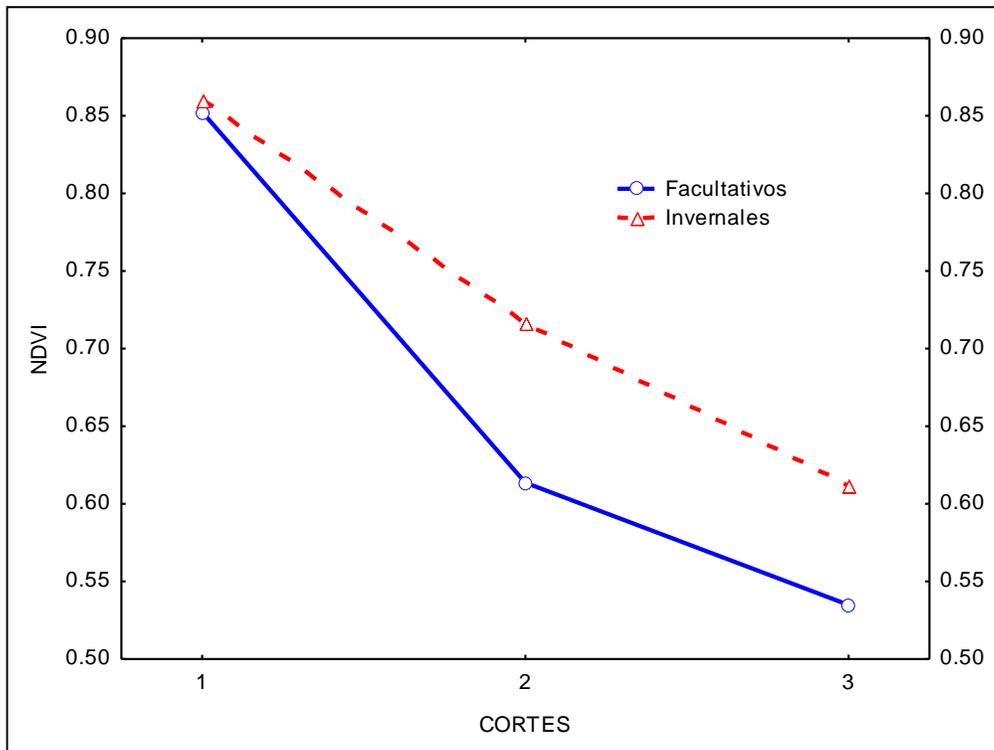


Figura 13. Patrón del índice de vegetación normalizada (NDVI) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Figura 14 y 15. Con respecto al área verde y el área más verde de los hábitos de crecimiento evaluados y la respuesta de cada uno de ellos después de cada corte, los tipos invernales (Grupo 2), mostrando ligera superioridad en el segundo corte, en comparación con el (Grupo 1) facultativo.

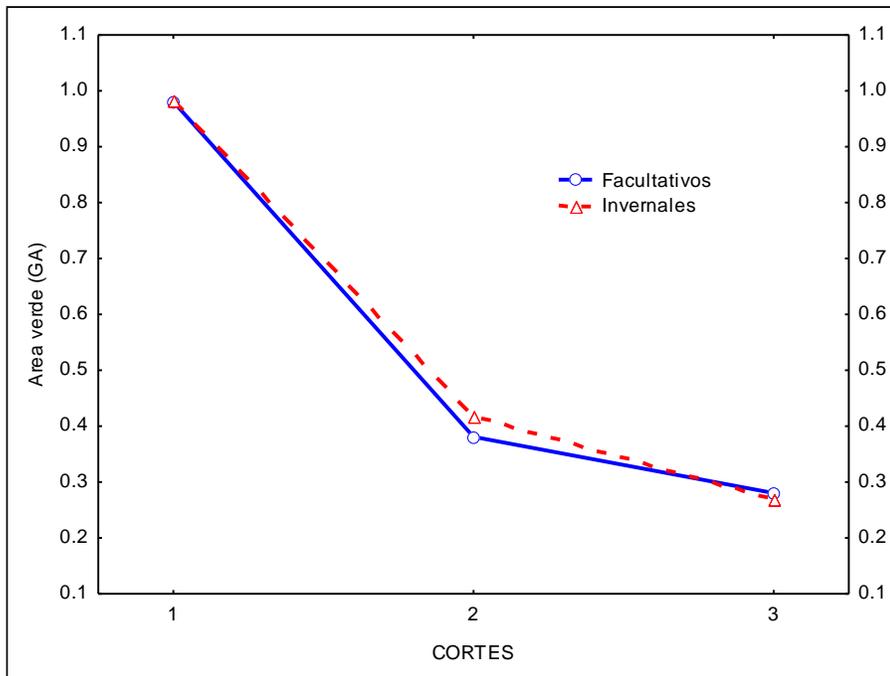


Figura 14. Patrón área verde (GA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.

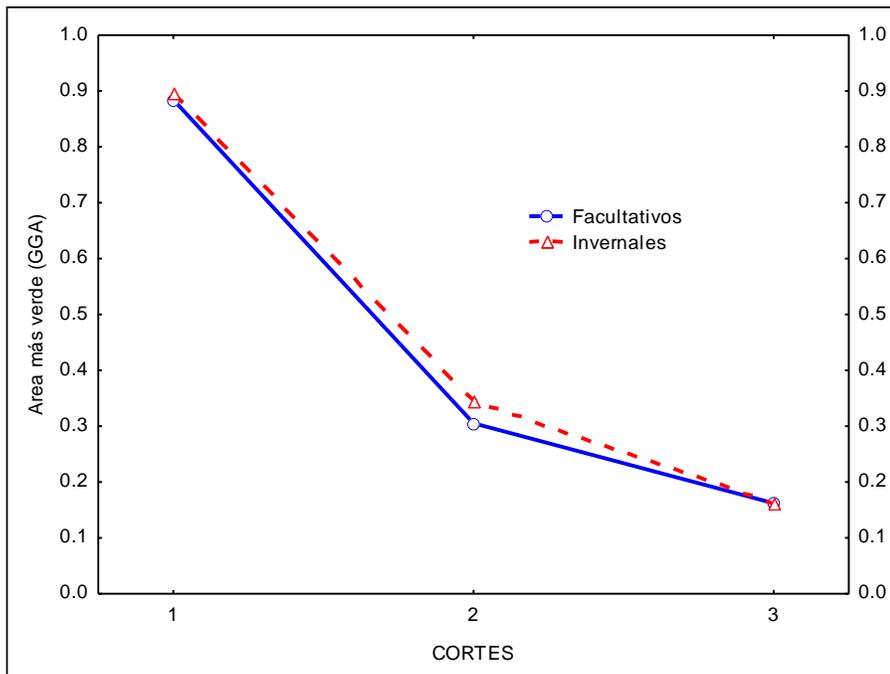


Figura 15. Patrón área más verde (GGA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.

CONCLUSIONES

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

- Se identificaron diferentes patrones de comportamiento productivo entre los tipos (grupos) de triticale evaluados, debido principalmente a su diferente fenología y hábito de crecimiento.
- Las principales características de los materiales pertenecientes al hábito de crecimiento invernal (grupo 2) que contribuyeron fundamentalmente a su mayor productividad (mayor cantidad de forraje acumulado a través de los cortes, particularmente, de forraje seco foliar) en comparación con los genotipos de hábito facultativo (grupo 1), fue principalmente su mayor capacidad de rebrote.
- En base a lo anterior, los triticales invernales se recomiendan para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o pastoreos múltiples, ya que fueron significativa y positivamente diferentes a los tipos facultativos en el principal parámetro de producción de forraje de invierno de alta calidad: forraje seco foliar, siendo estadísticamente iguales a los tipos facultativos en la producción de forraje verde y seco total acumulado.

LITERATURA CITADA

- 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.
- Brisson, N., Guevara, E., Meira, S., Maturano, M. and Coca G. 2001. Response of five wheat cultivars to early drought in the Pampas. *Agronomie* 21: 483–495.
- CIMMYT. 1976. Trigo x Centeno = Triticale. *El CIMMYT hoy*, México, D.F.
- Fraustro, S. R. E. 1992. Evaluación de líneas avanzadas forrajeras de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) de hábito intermedio e invernial en Buenavista, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gawronska, H. and Nalborczyk, E. 1989. Photosynthetic productivity of winter rye (*Secale cereale* L.). II. Biomass accumulation and distribution in six cultivars of winter rye (*Secale cereal* L.). *Acta-Physiologiae-Plantarum* 11: 265–277.
- Gayosso, G. J. B. E. 1989. Rendimiento y calidad de forraje en triticales de hábito intermedio (*X Triticosecale Wittmack*), en tres ambientes del norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Hart, H. R., G. E. Carlos and D. E. McCloud. 1971. Cumulative effects of cutting management on forage yields and tiller densities of tall fescue and orchard grass. *Agron.J.* 63 (4): 895-898.
- 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.
- Kalen, D. L. and Whitney, D. A. 1980. Dry matter accumulation, mineral concentrations, and nutrient distribution in the winter wheat. *Agron. J.* 72: 281–288.
- Lal, P., Reddy, G. G. and Modi, M. S. 1978. Accumulation and redistribution pattern of dry matter and N in triticale and wheat varieties under water stress condition. *Agron. J.* 70: 623–626.

- Leana, L. A. 2000. Evaluación de líneas y variedades forrajeras de triticale (*X Triticosecale Wittmack*), en dos ambientes del norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Lopez-Castañeda, C., Richards, R.A., 1994. Variation in temperate cereals in rainfed environments. I. Grain yield, biomass and agronomic characteristics. *Field Crops Res.* 37, 51–62.
- Lozano-del Río AJ, Zamora VM, Solís HD, Mergoum M, Pfeiffer WH (1998) Triticale forage production and nutritional value in the northern region of México. In: Proc. 4th International Triticale Symposium. Jul. 26-31, Red Deer, Alberta, Canadá. pp: 140-142.
- 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.
- Mogensen, V. O. and Talukder, M. S. V. 1987. Grain yielding of spring wheat in relation to water stress II. Growth rate of grains during drought. *Cereal Res. Commun.* 15: 247–253.
- Morales, L. R. 2003. Evaluación de Líneas Avanzadas de Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) y Avena (*Avena sativa*) en tres localidades de la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Moore, E. L. 2005. Alternative forage crops when irrigation water is limited. *Drought Management Factsheet.* British Columbia, Canadá. 6:1-6.
- Murillo Amador B., Arturo Escobar H., Fraga Mancillas H. y Pargas Lara R. 2001. Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en Baja California Sur, México. *Rev. Fitotec.Mex.* Vol. 24 (2): 145-153.
- National Research Council. 1989. Triticale: A promising addition to the world's cereal grains. National Academy Press, Washington, D.C. 105 pp.

- 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.
- 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.
- Richards RA. 1987. Physiology and the breeding of winter-grown cereals for dry areas. In: Srivastava JP, Porceddu E, Acevedo E, Varma S, eds. *Drought tolerance in winter cereals*. John Wiley and Sons. Chichester: Wiley, pp. 133-150.
- Royo, C. 1992. El triticale, base para el cultivo y aprovechamiento. Editorial Agroguías Mundi – Prensa Madrid.
- Royo, C. and Parés, D. 1995. Yield and quality of winter and spring triticales for forage and grain. *Grass and Forage Science*. 51:449-455.
- Ruiz Machuca, L. M. 2010. Comportamiento Forrajero de Líneas y Variedades de Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) de Diferente Hábito de Crecimiento Bajo Corte y Pastoreo en tres ambientes del Norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- SAS Institute Inc. 1999. User's Guide. Statistics, Version 8.1. Sixth edition. SAS Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Shpiler, L., and Blum, A. 1986. Differential reaction of wheat *Triticum aestivum* cultivars to hot environments. *Euphytica* 35:483-492.
- Simane, B., Peacock, J. M. and Struik, P. C. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought-resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). *Plant Soil*. 157: 155–166.
- Sprague, M. A. 1966. Los cereales como forraje. En: Hughes, H. D., M.E. Health y D.S. Metcalf (Eds). *Forrajes*. 2a. Ed. CECSA. México. pp. 373-376.

Statistica. 2001. By Statsoft Inc. U.S. A. Versión 7.0.

Sutton, B.G., Dubbelde, E.A., 1980. Effects of water deficit on yield of wheat and triticale. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 20, 594–598.

Van Andel, J. and Jager, J. C. 1981. Analysis of growth and nutrition of six plant species of woodland clearing. *J. Ecol.* 69: 871–882.

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. *Técnica Pecuaria en México.* 39(1):15-29.

Zamora Villa, V.M., Lozano del Río, A.J., López Benítez, A., Reyes Valdés, M.H., Díaz Solís, H., Martínez Reyna, J.M., Fuentes Rodríguez, J.M. 2002. Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. *Técnica Pecuaria en México.* 40 (3): 229-242.

RESUMEN

La presente investigación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en el Rancho “El Campanario”, municipio de Matamoros, Coahuila, con el objetivo de determinar el comportamiento productivo de forraje verde y seco de 27 materiales de triticale forrajero bajo riego y a través de tres cortes sucesivos. Asimismo, determinar el comportamiento de los mismos materiales agrupándolos por hábito de crecimiento, de los cuales 9 fueron líneas experimentales de triticale con hábito de crecimiento facultativo (semiprecoz), y 18 del tipo invernial, (tardío), incluyendo el testigo ANPELÖN. La siembra se realizó en seco el 02 de Noviembre de 2018, en seco, durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019. Cada unidad experimental estuvo conformada por 6 surcos de 10 m de largo por 30 cm entre hileras (18.0 m²). Se realizaron 3 cortes destructivos de forraje. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Se evaluaron las siguientes variables: producción de forraje verde (FV), forraje seco foliar (FSF), forraje seco de tallos (FSTA) y forraje seco de espigas (FSEP), producción de forraje seco total (FST), porcentaje de materia seca (% MS), además de la capacidad de rebrote (REB), altura de planta (ALT), contribución de hojas (CONTH), contribución de tallo (CONTTA), contribución de espiga (CONTE), Índice de vegetación (NDVI), área verde (GA) y área más verde (GGA).

Se efectuaron análisis de varianza individuales entre grupos de triticales, por corte; análisis de varianza combinados entre cortes y grupos, y análisis de varianza entre grupos para forraje acumulado y las pruebas de comparación de medias correspondientes. Se identificaron diferentes patrones de comportamiento productivo entre los tipos (grupos) de triticale evaluados, debido principalmente a su diferente fenología y hábito de crecimiento. Se concluye que las principales características de los materiales pertenecientes al hábito de crecimiento invernial (grupo 2) que contribuyeron fundamentalmente a su mayor productividad biológica, aunque no estadística, en comparación con los genotipos de hábito primaveral (grupo 1), fueron principalmente su mayor capacidad de rebrote y contribución de hoja. En base a lo anterior, los triticales inverniales se recomiendan para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o pastoreos múltiples. Los tipos facultativos se recomiendan para dos cortes o para un corte y luego henificado o ensilaje.

Palabras clave: triticale, hábito de crecimiento, forraje, patrones de producción.