

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES



Rendimiento de Forraje en Cortes Sucesivos en Triticales de Diferente
Hábito de Crecimiento en Matamoros, Coahuila

Por:

AVIRAM GÁLVEZ ZACARÍAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES

Rendimiento de Forraje en Cortes Sucesivos en Triticales de Diferente
Hábito de Crecimiento en Matamoros, Coahuila

Por

AVIRAM GÁLVEZ ZACARÍAS

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Eloy Alejandro Lozano Cavazos
Asesor Principal

Dr. Jose Antonio Hernández Herrera
Coasesor

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río
Coasesor

Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal
COORDINACIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2020

DEDICATORIA

A mis padres.

A mi madre: Elvia Zacarías Díaz. Por ser aguerrida ante las adversidades de la vida, con mucho amor y cariño, le dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio para alcanzar los objetivos.

A mi padre: Olegario Gálvez Ramírez. Por ser el mejor ejemplo a seguir, por los valores inculcados, así como tus consejos, gracias por todo el esfuerzo en trabajar para el sustento de la familia.

A mi esposa: Carolina Vázquez Baxcajay. Por ser el apoyo incondicional en la en todos los momentos buenos y complicados. Por la fuerza para seguir adelante y brindar a nuestras princesas las mejores condiciones de vida. Carla Inés y Ana Sofía.

A mi madrina: Esther Córdova Velázquez. Por estar presente en mi desarrollo profesional desde el preescolar hasta la culminación de la carrera. Muchas gracias.

A mi padrino: Roberto Hernández Mérida. Por ser parte de la impulsión de continuar con los estudios de educación media y superior brindándome la oportunidad de poder tener un mejor panorama de la vida y la lucha constante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Por darme la dicha de la vida, con grandes oportunidades y retos acompañado de seres muy queridos. Por siempre encontrar su mano a lo largo del camino.

A mi “Alma Mater” por abrirme las puertas de esta maravillosa institución, por formarme profesionalmente durante estos años, por darme la oportunidad de ampliar mis horizontes, para así poder competir en la demanda laboral.

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río, por el compromiso, dedicación, apoyo y esfuerzo para llevar a cabo la conclusión de este proyecto de tesis. Deseando que Dios le permita seguir instruyendo a muchos compañeros por la excelente persona y la forma peculiar del trabajo en equipo.

.

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	5
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.....	19

Modelo estadístico por muestreo para las variables en estudio.....	20
Pruebas de comparación de medias.....	21
6. Resultados.....	23
7. Discusión.....	40
8. Conclusiones.....	47
9. Literatura citada.....	48
10. Resumen.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

1. Lista de genotipos utilizados en el Experimento. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2019 – 2020	15
2. Resultados de los análisis de varianza de las variables en estudio en el primer corte	23
3. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos del primer corte	24
4. Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en el segundo corte.....	26
5. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos del segundo corte.....	27
6. Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en el tercer corte	29
7. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos del tercer corte	30
8. Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos de las diferentes características evaluadas.....	33
9. Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre cortes y grupos	34
10. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias entre grupos para forraje acumulado	37

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Diagrama de la localización geográfica del sitio experimental.....	13
2. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	41
3. Patrones de acumulación de forraje seco de foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	43
4. Patrones de acumulación de forraje seco de tallo (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	44
5. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	45
6. Patrones de acumulación de forraje seco total (FSTOT) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....	46

INTRODUCCIÓN

La acumulación de biomasa es un indicador importante de la producción final y el comportamiento de las plantas cultivadas, y es una característica clave en el mejoramiento de plantas y por lo tanto, en la agricultura. 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 antesis 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 la región del 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 en forma más eficiente a las condiciones del medio natural y las prácticas culturales (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

Objetivo General

➤ Identificar el hábito de crecimiento de cuatro tipos de triticales, con mayor productividad de biomasa verde, foliar y total en comparación con avena y ryegrass bajo las condiciones de una localidad de la Región Lagunera.

HIPÓTESIS

a) No existen diferencias en la producción de biomasa verde, foliar y total entre los diferentes tipos de triticales.

b) No existen diferencias en la producción de biomasa verde, foliar y total entre los diferentes tipos de triticales y los testigos avena y ryegrass.

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 50,000 hectáreas, tanto para producción de grano en los estados de México, Puebla, Tlaxcala y Michoacán, y más recientemente 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 1859 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 triticale 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 invernacional.

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 nutrientes 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, Coahuila, 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.

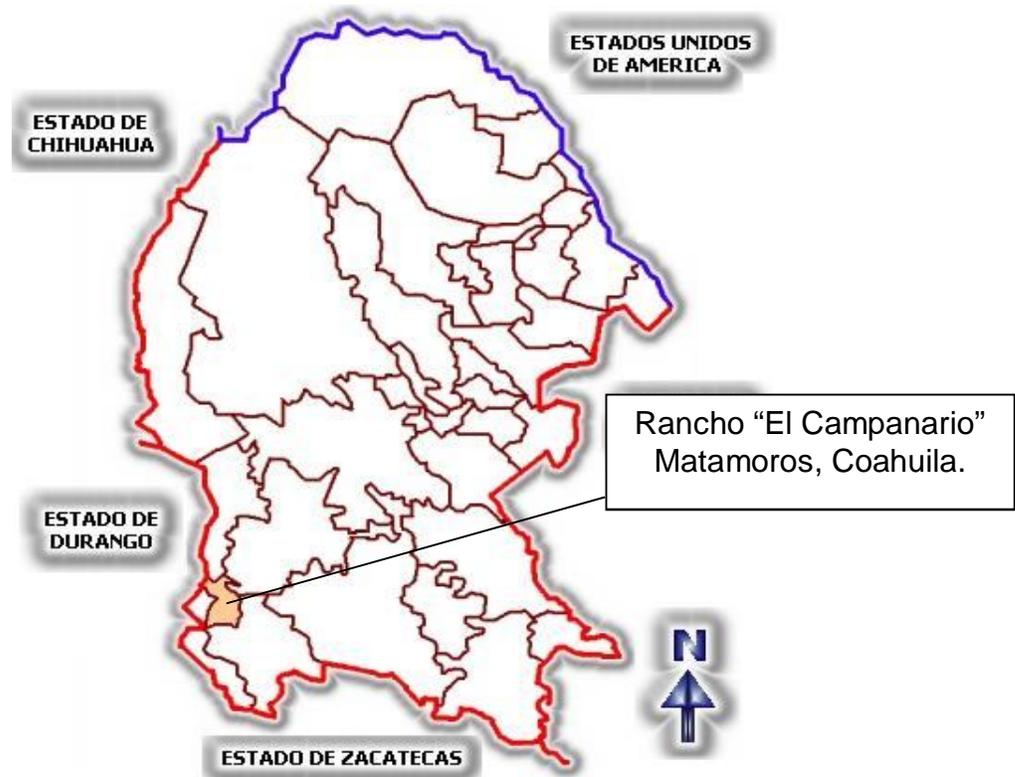


Figura 1. Diagrama de la localización geográfica del sitio experimental.

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 45 genotipos utilizados en el experimento, de los cuales 5 fueron líneas experimentales de triticale con hábito de crecimiento primaveral (precoz), 13 de hábito facultativo (semiprecoz), 17 de hábito intermedio-invernal (semitardío), y 8 de hábito invernal (tardío), además de los testigos avena Cuauhtémoc y ryegrass anual Oregon. Los materiales mencionados 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 2019 – 2020.

VARIEDAD	CLAVE	ORIGEN	PARCELA R1	PARCELA R2	PARCELA R3	HÁBITO DE CRECIMIENTO
1	AN-43-2018	** M-17-18-V2	45	90	132	Primaveral
2	AN-69-2018	** M-17-18-V4	41	64	98	Intermedio-Invernal
3	AN-71-2018	** M-17-18-V5	24	70	116	Facultativo
4	AN-81-2018	** M-17-18-V7	17	81	110	Facultativo
5	AN-84-2018	** M-17-18-V8	29	60	128	Facultativo
6	AN-85-2018	** M-17-18-V9	2	76	134	Primaveral
7	AN-90-2018	** M-17-18-V11	25	58	120	Invernal
8	AN-103-2018	** M-17-18-V12	31	72	112	Facultativo
9	AN-144-2018	** M-17-18-V13	22	84	103	Intermedio-Invernal
10	AN-159-2018	** M-17-18-V15	10	74	124	Intermedio-Invernal
11	AN-168-2018	** M-17-18-V16	1	51	123	Intermedio-Invernal
12	AN-174-2018	** M-17-18-V17	7	57	93	Invernal
13	AN-181-2018	** M-17-18-V18	27	71	121	Intermedio-Invernal
14	AN-182-2018	** M-17-18-V19	18	75	113	Intermedio-Invernal
15	AN-186-2018	** M-17-18-V20	9	66	117	Intermedio-Invernal
16	AN-204-2018	** M-17-18-V22	44	73	102	Intermedio-Invernal
17	AN-215-2018	** M-17-18-V24	40	59	109	Intermedio-Invernal
18	AN-223-2018	** M-17-18-V25	14	53	95	Invernal
19	AN-248-2018	** M-17-18-V28	3	61	115	Facultativo
20	AN-242-2018	** M-17-18-V27	8	69	125	Intermedio-Invernal
21	AN-444-2018	** M-17-18-V46	11	48	131	Facultativo
22	AN-274-2018	** M-17-18-V29	6	88	99	Intermedio-Invernal
23	AN-276-2018	** M-17-18-V30	35	49	100	Facultativo
24	AN-291-2018	** M-17-18-V31	30	85	94	Intermedio-Invernal
25	AN-295-2018	** M-17-18-V32	42	79	126	Facultativo
26	AN-299-2018	** M-17-18-V33	34	50	101	Facultativo
27	AN-311-2018	** M-17-18-V34	15	67	119	Invernal
28	AN-429-2018	** M-17-18-V44	28	46	130	Intermedio-Invernal
29	AN-330-2018	** M-17-18-V36	33	55	92	Intermedio-Invernal
30	AN-338-2018	** M-17-18-V37	39	86	105	Facultativo
31	AN-365-2018	** M-17-18-V38	36	82	91	Facultativo
32	AN-383-2018	** M-17-18-V40	4	65	104	Invernal
33	AN-386-2018	** M-17-18-V41	13	62	107	Intermedio-Invernal
34	AN-388-2018	** M-17-18-V42	37	78	114	Intermedio-Invernal
35	AN-402-2018	** M-17-18-V43	19	54	96	Facultativo
36	AN-447-2018	** M-17-18-V47	26	80	135	Invernal
37	AN-462-2018	** M-17-18-V48	23	83	127	Facultativo
38	AN-498-2018	** M-17-18-V49	38	56	118	Intermedio-Invernal
39	AN-88-2018	** M-17-18-V10	20	47	108	Primaveral
40	AN-29-2018	** M-17-18	12	87	129	Primaveral
41	*AN66 (T)	** M-17-18	5	77	111	Invernal
42	*AN184 (T)	** M-17-18	21	52	106	Invernal
43	*Bicentenario (T)	** M-17-18	43	89	122	Primaveral
44	*Avena Cuauhtémoc	** M-18-19	32	68	97	Primaveral
45	*Ryegrass Oregon	** M-18-19	16	63	133	Invernal

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 el 03 de Octubre de 2019, en seco, durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020. 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 10 cm.

Tamaño de parcela experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 surcos de 3 m de largo por 30 cm entre hileras (4.5 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. Octubre 04 de 2019

Riego 2. Noviembre 03 de 2019

Riego 3. Diciembre 10 de 2019

Riego 4. Enero 22 de 2020

Riego 5. Febrero 10 de 2020

La lámina aproximada de riego por evento fue de 10 cm, dando un total del ciclo de 50 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: 16 de Enero de 2020: 104 días después de la siembra.

Corte 2: 04 de Febrero de 2020: 123 días; 18 días después del primer corte.

Corte 3: 05 de Marzo de 2020: 153 días; 29 días después del segundo corte.

Duración total del ciclo: 153 días

Los cortes o muestreos destructivos se realizaron manualmente en cada unidad experimental, con rozadera, cortando el forraje en 40 cm lineales en dos surcos con competencia completa (2 submuestreos, 0.24 m²), 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 tres repeticiones por tratamiento.

Variables registradas

- Producción de forraje verde (FV): se determinó en cada unidad experimental previo a cada corte, pesando el forraje cortado en 40 cm lineales de dos surcos 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 (FST) 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 (FSTOT): la producción de forraje seco total (FSTOT) de cada unidad experimental se determinó al sumar los pesos secos de hojas (FSF), tallos (FST) y en su caso, espigas (FSE) de cada muestreo o corte de forraje; posteriormente se transformó a biomasa total en $t\ ha^{-1}$.

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.

RESULTADOS

Resultados de los análisis de varianza de las variables en estudio en el primer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2019-2020.

El cuadro 2 muestra los resultados del análisis de varianza para el primer corte, donde la fuente de variación REP*GRUPO no registró diferencias significativas para las variables FV, FSF, FST y FSTOT. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables FV, FSF, FST y FSTOT. Los coeficientes de variación oscilaron entre 22.4 y 38.0%

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 2019-2020.

CUADRADOS MEDIOS						
FV	GL	FV (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FST (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
REP*GRUPO	12	61.14 ns	0.21 ns	0.11 ns	-	0.60 ns
GRUPOS	5	451.02 **	1.56 **	2.89 **	-	7.75 **
ERROR	117	42.51	0.18	0.173	-	0.601
TOTAL	134					
MEDIA GENERAL		23.895	1.914	1.094	-	3.009
CV %		27.2	22.4	38.0	-	25.7

ns, , *:no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: FV=forraje verde; FS= forraje seco; FSTA= forraje seco de tallos, FSE= forraje seco espigas, FSTOT= forraje seco total

Cuadro 3.- 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 otoño-invierno 2019-2020.

GRUPOS	FV (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FST (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
1	29.747 a	2.126 a	1.796 a	-	3.922 a
2	25.237 ab	1.906 ab	1.163 b	-	3.069 b
3	22.533 b	1.909 ab	0.949 b	-	2.858 b
4	24.906 ab	2.057 a	1.097 b	-	3.155 b
5	11.027 c	1.233 b	0.163 c	-	1.397 c
6	5.138 c	0.591 c	0.059 c	-	0.651 c
DMS	4.517	0.235	0.616	-	0.822

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05). Nota: FV= forraje verde; FSF= forraje seco foliar; FST= forraje seco de tallos; FSE= forraje seco de espigas; FSTOTAL= forraje seco total.

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 2019-2020.

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 3):

Forraje verde: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos, el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 29.747 t/ha, superando con un 478.9% al grupo 6 (ryegrass) con un valor menor de 5.138 t/ha.

Forraje seco foliar: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 2.126 t/ha, siendo estadísticamente igual al grupo 4 (invernal), superando con un 259.7% al grupo 6 (ryegrass) con un valor menor de 0.591 t/ha.

Forraje seco de tallo: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 1.163 t/ha, siendo estadísticamente diferente al resto de los grupos. Para esta variable, el grupo 6 (ryegrass), rindió comparativamente sólo un 3.2 % del grupo primaveral.

Forraje seco total: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 3.922 t/ha, el cual fue estadísticamente superior al resto de los grupos. En forma similar al resultados de la variable anterior, el grupo 6 (ryegrass), rindió comparativamente sólo un 16.5 % del grupo primaveral.

Resultados de los análisis de varianza de las variables en estudio en el segundo corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2019-2020.

El cuadro 4 muestra los resultados del análisis de varianza para el segundo corte, donde la fuente de variación REP*GRUPO no reportó diferencias significativas para las variables FV, FSF, FST y FSTOT. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables FV, FSF, FST y FSTOT. Los coeficientes de variación oscilaron entre 30.1 y 38.0%.

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 2019-2020.

CUADRADOS MEDIOS						
FV	GL	FV (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FST (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
REP*GRUPO	12	11.21 ns	0.06 ns	0.04 ns	-	0.14 ns
GRUPOS	5	224.00 **	0.01 **	1.54 **	-	3.99 **
ERROR	117	41.56	0.19	0.23	-	0.70
TOTAL	134					
MEDIA GENERAL		19.896	1.487	1.293	-	2.780
CV %		32.4	38.0	37.2	-	30.1

ns, , *:no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: FV=forraje verde; FS= forraje seco; FSTA= forraje seco de tallos, FSE= forraje seco espigas, FSTOT= forraje seco total

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 otoño-invierno 2019-2020.

GRUPOS	FV (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FST (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
1	14.411 b	1.048 b	1.138 ab	-	2.182 b
2	20.017 ab	1.447 a	1.394 a	-	2.841 ab
3	21.852 a	1.631 a	1.348 a	-	2.980 a
4	21.090 ab	1.605 a	1.371 a	-	2.976 a
5	12.513 c	1.138 ab	0.350 b	-	1.488 bc
6	10.319 d	1.172 ab	0.134 c	-	1.306 c
DMS	7.752	0.431	0.201	-	0.280

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05). Nota: FV= forraje verde; FSF= forraje seco foliar; FST= forraje seco de tallos; FSE= forraje seco de espigas; FSTOTAL= forraje seco total.

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 2019-2020.

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 5):

Forraje verde: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo, el grupo 3 (intermedio-invernal), registró el mayor valor con 21.852 t/ha, aunque estadísticamente igual a los grupos 2 y 4 (facultativos e invernales, respectivamente), siendo superior en un 111.7% al grupo 6 (ryegrass) que registró un valor de 10.319 t/ha.

Forraje seco foliar: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; el grupo 3 (intermedio-invernal) registró el mayor valor con

1.631 t/ha, aunque estadísticamente igual al resto de los grupos, excepto el grupo 1 (primaveral), el cual rindió un 64% del rendimiento del grupo intermedio-invernal.

Forraje seco de tallo: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; el grupo 2 (facultativo) registró el mayor valor con 1.394 t/ha, aunque estadísticamente igual al resto de los grupos de triticales; sin embargo, fue significativamente superior al grupo 5 (avena) y el grupo 6 (ryegrass). Con respecto a este último grupo, sólo rindió un 9.6% del registrado por el grupo 2 (facultativo).

Forraje seco total: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; el grupo 3 (intermedio-invernal) registró el mayor valor con 2.980 t/ha, aunque estadísticamente igual al grupo 2 (facultativo) y al grupo 4 (invernal). El grupo 6 (ryegrass), registró significativamente el menor rendimiento, siendo de sólo un 43% del rendimiento del grupo superior (intermedio-invernal).

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 resultados de los análisis de varianza para el tercer corte, donde la fuente de variación REP*GRUPOS no presentó diferencias significativas para las variables FV, FSF, FST, FSE y FSTOT. La fuente de variación GRUPOS registró diferencias altamente significativas para las variables FV, FSF, FST y FSTOT; para la variable FSE no mostró diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 19.7 y 460.4%.

Cuadro 6.- Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos para las diferentes características evaluadas en el experimento, tercer corte. El Campanario, Matamoros, Coahuila. Ciclo 2019-2020.

CUADRADOS MEDIOS						
FV	GL	FV (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FST (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
REP*GRUPO	12	3.04 ns	0.03 ns	0.13 ns	0.0002 ns	0.22 ns
GRUPOS	5	24.92 **	0.36 **	0.95 **	0.0019 ns	1.29 *
ERROR	117	7.58	0.09	0.30	0.0008	0.46
TOTAL	134					
MEDIA GENERAL		13.972	1.488	1.777	0.0064	3.272
CV %		19.7	21.0	30.8	460.4	20.8

ns, *, **no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: FV=forraje verde; FS= forraje seco; FSTA= forraje seco de tallos, FSE= forraje seco espigas, FSTOT= forraje seco total

Cuadro 7.- 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 otoño-invierno 2019-2020.

GRUPOS	FV (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FST (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
1	14.800 a	1.402 a	1.966 a	0.027 a	3.395 a
2	12.824 b	1.379 a	1.683 ab	0.005 ab	3.069 a
3	14.305 a	1.508 a	1.770 a	0.001 b	3.280 a
4	13.795 a	1.588 a	1.861 a	0.003 ab	3.453 a
5	17.222 a	1.922 a	2.286 a	0.000 bc	4.208 a
6	16.750 a	1.847 a	0.800 b	0.000 bc	2.647 a
DMS	4.622	0.570	0.636	0.023	1.230

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05). Nota: FV= forraje verde; FSF= forraje seco foliar; FST= forraje seco de tallos; FSE= forraje seco de espigas; FSTOTAL= forraje seco total.

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):

Forraje verde: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 5 (avena) el que registró el valor más alto con 17.222 t/ha, aunque estadísticamente igual al resto de los grupos, excepto el grupo 2 (facultativos), que rindió 12.824 t ha⁻¹. Este grupo produjo un 74.4 % del rendimiento mostrado por el grupo superior.

Forraje seco foliar: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 5 (avena), el que registró el valor más alto con 1.922 t/ha, aunque no fue estadísticamente diferente del resto de los grupos.

Forraje seco de tallo: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; el grupo 5 (avena) registró el mayor valor con 2.286 t/ha, superando con un 6.8%; sin embargo, fue estadísticamente igual al resto de los grupos, excepto el grupo 6 (ryegrass). Este grupo rindió un 34.9% del rendimiento del grupo superior.

Forraje seco de espiga: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 0.027 t/ha, aunque estadísticamente igual a los grupos 1 (primaveral), 2 (facultativo) y 4 (invernal). La avena y el ryegrass (grupos 5 y 6), no produjeron espigas en este corte.

Forraje seco total: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 6 (avena) registró el mayor valor con 4.208 t/ha, siendo estadísticamente igual al resto de los grupos. Biológicamente, el grupo 6 (ryegrass), registró el menor rendimiento en comparación con el grupo superior (62.9%).

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 2019-2020.

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 no mostró diferencias significativas para las ninguna de las variables. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables FV, FSF, FST, FSTOT, y para la variable FSE no presentó diferencia significativa. La fuente de variación CORTES*GRUPO mostró diferencias altamente significativas para las variables FV, FSF, FST y FSTOT; para la variable FSE, mostró diferencia significativa. Los coeficientes de variación oscilaron entre 24.1 y 773.5%.

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 2019-2020.

CUADRADOS MEDIOS						
FV	GL	FV (t/ha ⁻¹)	FSF (t/ha ⁻¹)	FST (t/ha ⁻¹)	FSE (t/ha ⁻¹)	FSTOT (t/ha ⁻¹)
CORTES	2	3365.22 **	8.21 **	16.68 **	0.001 **	8.18 **
REP*CORTES	6	46.91 ns	0.13 ns	0.26 ns	0-00004 ns	0.72 ns
GRUPOS	5	199.85 **	0.86 **	3.03 **	0.0007 ns	5.41 **
CORTES*GRUPOS	10	250.04 **	1.03 **	1.18 **	0.0006 *	3.81 **
ERROR	381	29.78	0.15	0.22	0.0002	0.56
TOTAL	404					
MEDIA GENERAL		19.254	1.629	1.388	0.002	3.020
CV %		28.3	24.1	33.9	773.5	24.8

ns, *, **:no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente. CV%=coeficiente de variación. Nota: FV= forraje verde; FSF= forraje seco foliar; FST= forraje seco de tallos; FSE= forraje seco de espigas; FSTOTAL= forraje seco total.

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 otoño-invierno 2019-2020.

CORTES	FV (t/ha⁻¹)	FSF (t/ha⁻¹)	FST (t/ha⁻¹)	FSE (t/ha⁻¹)	FSTOT (t/ha⁻¹)
1	23.895 a	1.914 a	1.094 c	0.000 b	3.009 b
2	19.896 b	1.487 b	1.293 b	0.000 b	2.780 c
3	13.972 c	1.488 b	1.777 a	0.006 a	3.272 a
DMS	1.563	0.112	0.135	0.004	0.214
GRUPOS	FV (t/ha⁻¹)	FSF (t/ha⁻¹)	FST (t/ha⁻¹)	FSE (t/ha⁻¹)	FSTOT (t/ha⁻¹)
1	19.599 a	1.520 b	1.670 a	0.011 a	3.201 a
2	19.359 a	1.577 ab	1.414 ab	0.002 b	2.993 a
3	19.621 a	1.691 ab	1.366 b	0.0003 b	3.058 a
4	19.930 a	1.750 a	1.443 ab	0.001 b	3.195 a
5	11.213 b	1.067 c	0.619 c	0.000 c	1.687 b
6	10.736 b	1.203 c	0.331 d	0.000 c	1.535 b
DMS	2.264	0.283	0.236	0.006	0.268

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05). Nota: FV= forraje verde; FSF= forraje seco foliar; FST= forraje seco de tallos; FSE= forraje seco de espigas; FSTOTAL= forraje seco total.

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 2019-2020.

Prueba de comparación de medias entre cortes:

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 9):

Para todas las variables, (FV, FSF, FST, FSE y FSTOT), los cortes fueron estadísticamente diferentes; el corte 1 fue superior y estadísticamente diferente al resto de los cortes en las variables FV y FSF; a este respecto, en FV, el primer corte fue superior al último en un 71.0%. Para FSF, el primer corte fue superior al tercero en un 28.6%. Para las variables FST, FSE y FSTOT, se registró una tendencia inversa. De esta forma, para FST, el tercer corte fue superior y estadísticamente diferente al primero en un 62.4 %; para FSE, el tercer corte fue significativamente superior al primero y al segundo corte, que no registraron espigas en ninguno de los genotipos. Para FSTOT, el tercer corte fue significativamente superior a los dos primeros en un 17.6%.

Entre los grupos, para FV, no se registraron diferencias estadísticas entre los cuatro grupos de triticales; sin embargo, estos fueron significativamente superiores a la avena (grupo 5) y al ryegrass (grupo 6). De esta forma, el grupo 4 (invernales), que fue el grupo de triticales biológicamente más rendidor, fue significativamente superior en un 77.7% a la avena (grupo 5) y en un 85.6% al ryegrass (grupo 6). Para FSF, el grupo 4 (invernales), registró el mayor rendimiento promedio a través de los tres cortes (5.251 t ha^{-1}), aunque fue estadísticamente igual a los grupos 2 (facultativos) y 3 (intermedio-invernales); sin embargo, fue significativamente superior al grupo 1 (primaverales), y a la

avena y el ryegrass. A este respecto, el grupo invernal fue superior en forraje foliar en un 63.9% a la avena y en un 45.4% al ryegrass, respectivamente. Para FST, no se registraron diferencias estadísticas entre los cuatro grupos de triticales; sin embargo, si registraron diferencias significativas en comparación con la avena y el ryegrass. De esta forma, el grupo de triticales biológicamente superior (primaverales), superó con un 169.6% a la avena (grupo 5) y con un 403.5% al ryegrass (grupo 6). Para FSE, el grupo 1 (primaverales), registró significativamente en promedio de los tres cortes la mayor producción de espigas. La avena y el ryegrass no registraron producción de espigas en ninguno de los tres cortes. Finalmente, para FSTOT, los cuatro grupos de triticales no fueron estadísticamente diferentes entre sí para esta variable; sin embargo, si fueron significativamente superiores a la avena y al ryegrass. De esta forma, el grupo de triticales biológicamente superior (primaverales), superó con un 89.7 % a la avena y con un 108.5% al ryegrass.

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 2019-2020.

		CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS				
FV	GL	FVAC (t ha ⁻¹)	FSFAC (t ha ⁻¹)	FSTAC (t ha ⁻¹)	FSEAC (t ha ⁻¹)	FSTOTAC (t ha ⁻¹)
REP	12	70.22 ns	0.23 ns	0.20 ns	0.0002 ns	0.81 ns
GRUPOS	5	776.71 **	4.16 **	11.58 **	0.0024 *	23.8 **
ERROR	117	100.462	0.516	0.899	0.0008	2.005
TOTAL	134					
MEDIA GENERAL		57.641	4.876	4.163	0.0064	9.046
CV %		17.3	14.7	22.7	453.6	15.65

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)	FSFAC (t ha ⁻¹)	FSTAC (t ha ⁻¹)	FSEAC (t ha ⁻¹)	FSTOTAC (t ha ⁻¹)
1	58.796 a	4.562 ab	5.010 a	0.033 a	9.605 a
2	58.079 a	4.733 ab	4.242 ab	0.006 b	8.981 a
3	58.864 a	5.074 a	4.099 b	0.001 b	9.174 a
4	59.792 a	5.251 a	4.331 ab	0.003 b	9.585 a
5	33.639 b	3.203 b	1.858 b	0.000 c	5.061 b
6	32.208 b	3.611 b	0.995 b	0.000 c	4.606 b
DMS	8.369	0.773	1.413	0.020	1.948

**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.

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

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 10):

Los análisis de varianza mostraron que la fuente de variación REP no registró diferencias significativas para ninguna de las variables. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables FVAC, FSFAC, FSTAC y FSTOTAC, y la variable FSEAC solo registró diferencia significativa. Los coeficientes de variación oscilaron entre 14.7 y 453.6%.

En el mismo Cuadro 10, las pruebas de comparación de medias registraron los siguientes resultados:

Forraje verde acumulado: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos de triticales, sin embargo, estos fueron significativamente diferentes del grupo 5 (avena) y el grupo 6 (ryegrass). De esta forma, el grupo 4 (invernal) registró el mayor valor con 59.792 t/ha, superando con un 53.8% al grupo 6 (ryegrass) que registró un valor de 32.208 t/ha.

Forraje seco foliar acumulado: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; siendo el grupo 4 (invernal), el que registró el mayor valor con 5.251 t/ha, aunque fue estadísticamente igual a los tres grupos restantes de triticales; a su vez, los diferentes grupos de triticales superaron significativamente a la avena y al ryegrass. De esta forma, el grupo 4 (invernales), superó con un 60.9% al grupo 5 (avena) que registró un valor de 3.203 t/ha.

Forraje seco de tallo acumulado: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; donde, el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 5.010 t/ha, aunque fue estadísticamente igual a los tres restantes grupos de triticales. Por otra parte, los diferentes grupos de triticales fueron significativamente superiores a la avena y al ryegrass. De esta forma, el grupo 1 (primaveral), superó con un 403.5% al grupo 6 (ryegrass), que registró un valor de 0.995 t/ha.

Forraje seco de espiga acumulado: Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 0.033 t/ha, superando en un 100% al grupo 5 y 6 (avena y ryegrass) que no registraron producción de espigas a través de los tres cortes.

Forraje seco total acumulado: Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los diferentes grupos de triticales; estos a su vez, fueron significativamente diferentes y superiores a la avena y al ryegrass. El grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor biológico, con 9.605 t/ha, superando con un 47.9% al grupo 6 (ryegrass) que registró un valor de 4.606 t/ha.

DISCUSIÓN

Al considerar todo el conjunto de genotipos estudiados, los resultados de los análisis de varianza de las características evaluadas y las pruebas de medias correspondientes, confirmaron la amplia variabilidad genética encontrada en este experimento entre los distintos grupos y hábitos de crecimiento.

Al considerar las posibles diferencias entre los grupos estudiados, los resultados de los análisis de varianza por corte, el análisis combinado entre cortes y las pruebas de comparación de medias correspondientes (Cuadros 2 al 10), demostraron que para todas las características evaluadas (FV; FSF; FST; FSE y FSTOT), se registraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos bajo el sistema utilizado (cortes); esto se debió a la diferente constitución genética de los materiales utilizados, expresada principalmente por su hábito de crecimiento; por lo que corresponde a la capacidad de producción de forraje a través de los cortes (forraje acumulado), se observó que esta reside en la diferente capacidad de rebrote de cada uno de los hábitos de crecimiento representados en este estudio, 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).

En la Figura 2 se muestran los patrones de producción de los diferentes grupos de genotipos donde se observan las siguientes tendencias; al primer corte, los tipos primaverales (grupo 1) tienen una pequeña ventaja inicial en la producción de FV, en comparación con los genotipos facultativos, intermedio-invernal e invernales (grupos 2, 3 y 4). Sin embargo, se observa una diferencia altamente significativa en comparación con los testigos avena y ryegrass (grupos 5 y 6) que registraron un crecimiento más lento al inicio del ciclo; por otra parte, en el segundo corte se observa la consistencia de los tipos facultativos, intermedio-invernal e invernales (grupos 2, 3 y 4) en comparación con el tipo primaveral y los testigos avena y ryegrass. Al pasar al tercer corte, se observa que entre los grupos no se registraron diferencias significativas.

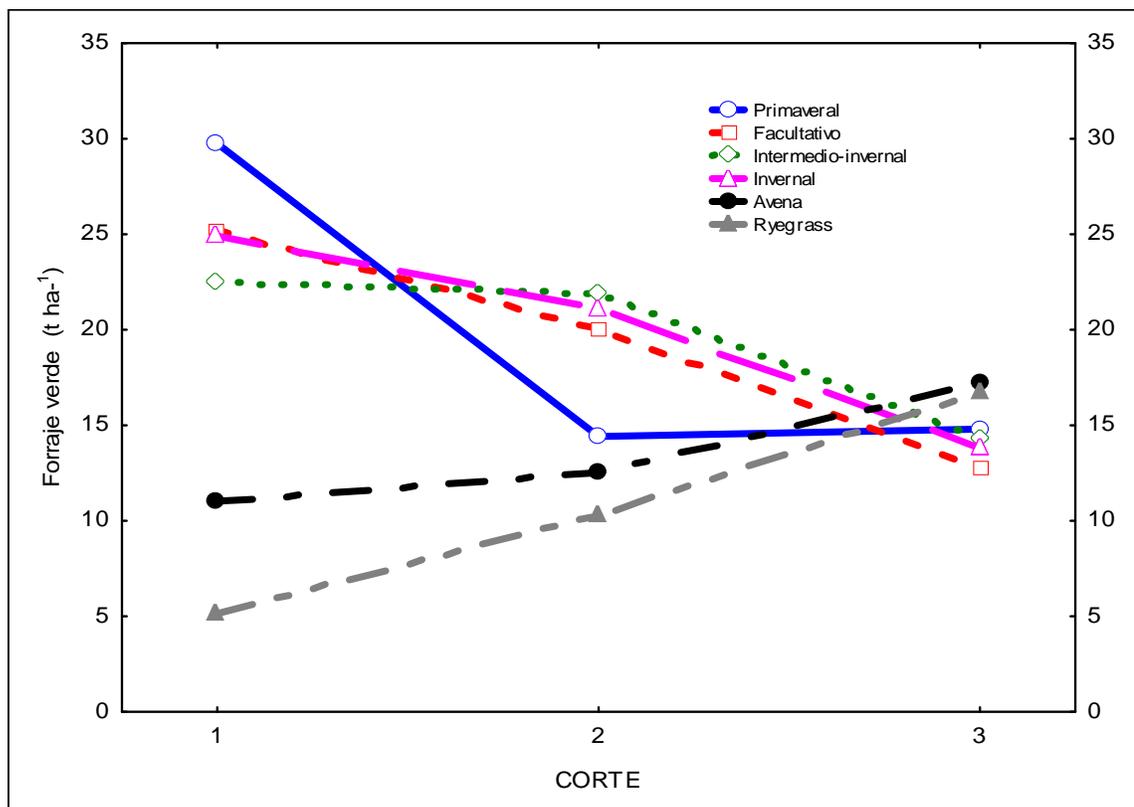


Figura 2. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los diferentes hábitos de crecimiento de triticale y los testigos a través del ciclo de cultivo.

Los resultados encontrados concuerdan con lo reportado por Barnett y Stanley (1975) y Brown y Almodares (1976) para producción de forraje. Por otra parte, al evaluar genotipos de triticale con hábito de crecimiento facultativo, intermedio e intermedio-invernal, Leana (2000), reportó datos similares, tanto para la producción de forraje verde como seco, ya que 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 en 66.3% para forraje seco.

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).

Asimismo, 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 invernal diferentes a las de esta investigación.

En la Figura 3 se muestran los patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF), donde se observa que en el primer corte, los cuatro grupos de triticale no registraron diferencias significativas entre sí; sin embargo, presentan diferencias altamente significativas en comparación con los testigos avena y ryegrass (grupo 5 y 6). En el segundo corte se observa la menor disminución de los tipos facultativos, intermedio-invernal e invernales en su comportamiento productivo (grupos 2, 3 y 4), en comparación con los tipos primaverales (grupo 1), debido principalmente a su mayor capacidad de rebrote. Por otra parte, en el tercer corte se observa una pequeña ventaja en los testigos avena y ryegrass (grupos 5 y 6), que no fueron estadísticamente significativas en comparación con los diferentes grupos de triticale.

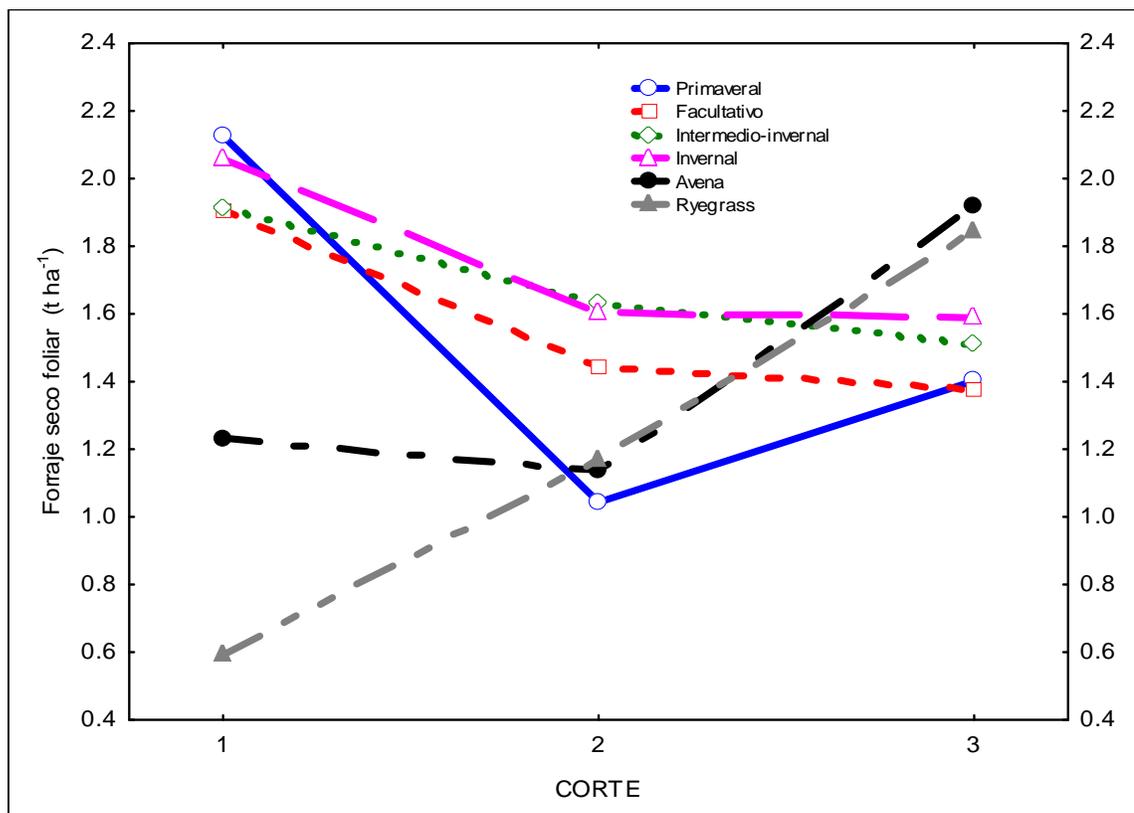


Figura 3. Patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF) de los diferentes hábitos de crecimiento de triticale y los testigos a través del ciclo de cultivo.

En la Figura 4 se muestran los patrones de acumulación de forraje seco de tallos, donde se observa que en el primer y segundo corte los grupos de triticales registraron diferencias altamente significativas entre sí, particularmente entre los tipos primaverales (grupo 1) y los tipos de triticales más tardíos (grupos 2, 3 y 4), y en comparación con los testigos avena y ryegrass (grupos 5 y 6). En el tercer corte se observa la tendencia de tipo lineal en la acumulación de biomasa de tallos de los cuatro tipos de triticales y el aumento significativo en uno de los testigos (avena, Grupo 5).

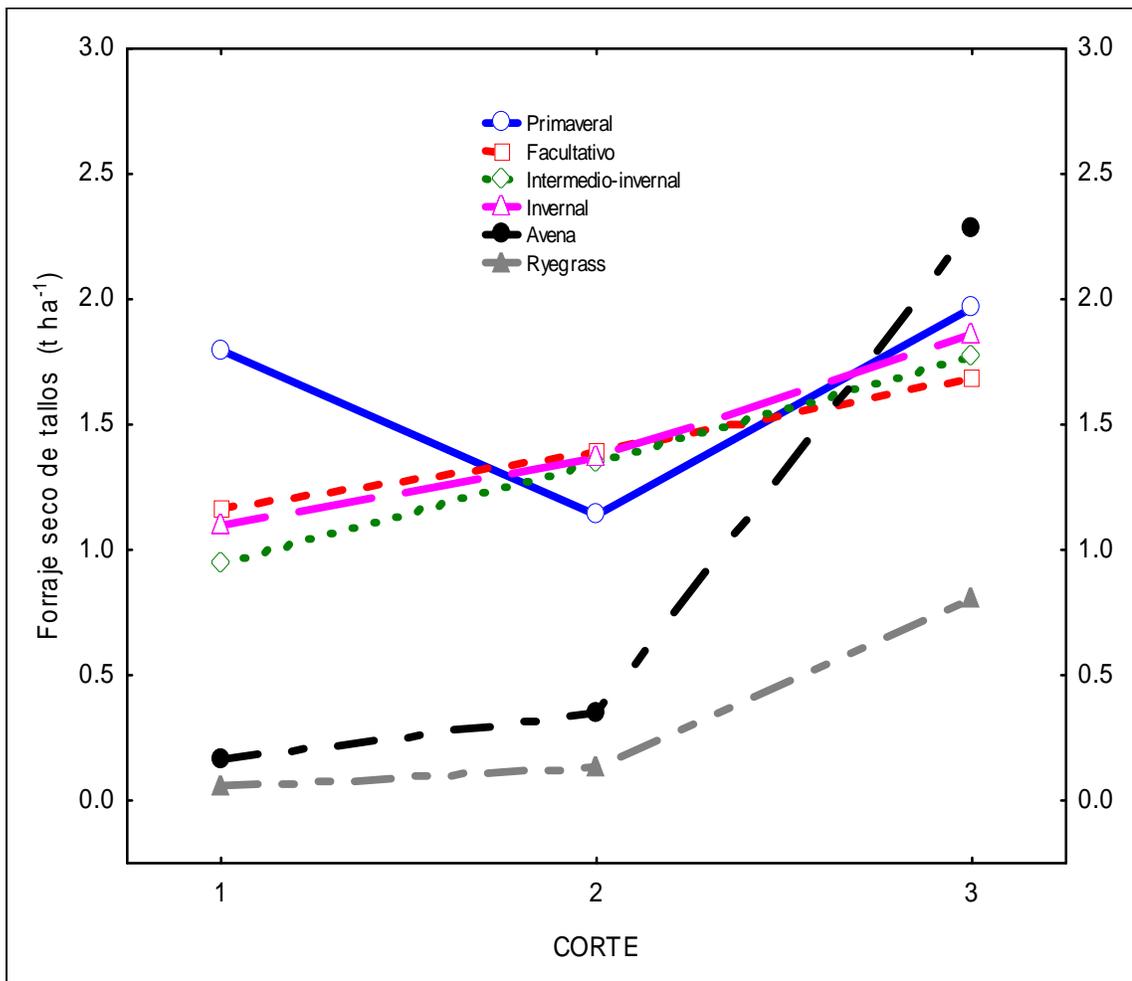


Figura 4. Patrones de acumulación de forraje seco de tallos (FST) de los diferentes hábitos de crecimiento de triticale y los testigos a través del ciclo de cultivo.

En la Figura 5 se muestran los patrones de acumulación de forraje seco de espigas. En el primero y segundo cortes no hubo presencia de espigas en ninguno de los genotipos en evaluación. En el tercer corte, los tipos primaverales (grupo 1), registraron la mayor producción de espigas, debido a su precocidad. De acuerdo a lo mostrado en esta gráfica, particularmente en el caso de los diferentes tipos de triticales, la progresiva disminución en la proporción de espigas en este corte estuvo asociada a la mayor longitud del ciclo de crecimiento de cada uno de los hábitos de crecimiento de los triticales en este estudio. De esta forma, a menor precocidad, menor proporción de espigas: primaverales > facultativos > intermedio-invernales > invernales.

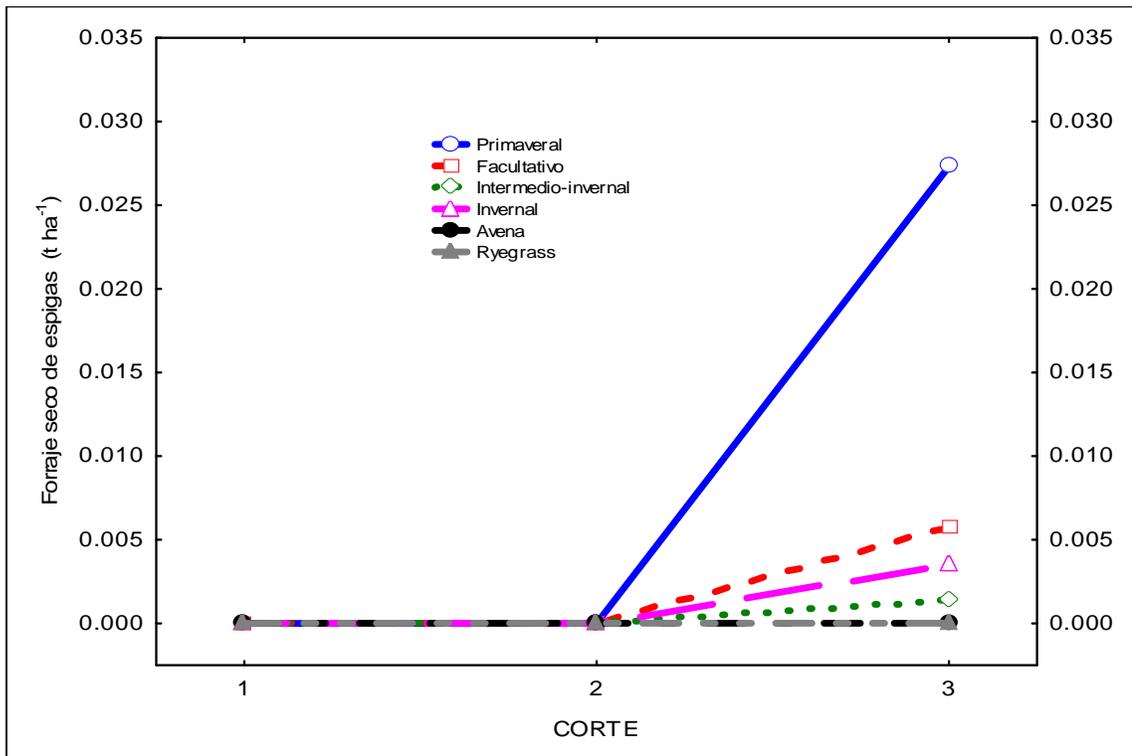


Figura 5. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los diferentes hábitos de crecimiento de triticale y los testigos a través del ciclo de cultivo.

La Figura 6 muestra los patrones de acumulación de forraje seco total, donde se observa que en el primer y segundo cortes, los diferentes tipos de triticales registraron diferencias altamente significativas en sus patrones de acumulación de biomasa total. De los cuatro grupos de triticale evaluados, los grupos 2, 3 y 4, mostraron un comportamiento más uniforme y estable en comparación con el tipo primaveral (grupo 1) y los testigos avena y ryegrass. Este patrón de producción es muy importante en la producción comercial de forraje, ya que asegura una mayor uniformidad a través del ciclo de cultivo. Por otra parte, esta uniformidad también está ligada a una mayor calidad del forraje producido, debido a la mayor proporción de forraje foliar (Figura 3).

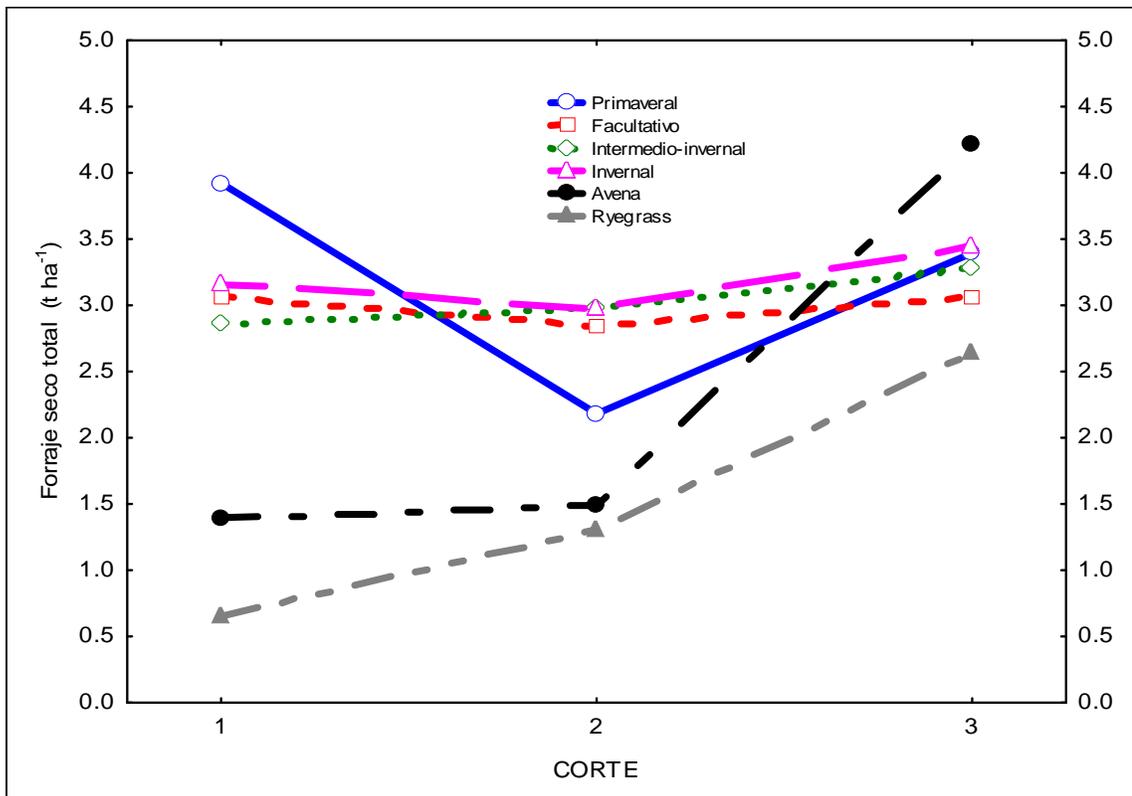


Figura 6. Patrones de acumulación de forraje seco total (FSTOT) de los diferentes hábitos de crecimiento de triticale y los testigos a través del ciclo de cultivo.

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 triticales evaluados y los testigos avena y ryegrass, debido principalmente a su hábito de crecimiento, la cual influye en su fenología.
- Las principales características de los materiales pertenecientes a los hábitos de crecimiento intermedio-invernal e invernal (grupos 3 y 4) 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 más precoz (primaverales y facultativos, grupos 1 y 2), fue principalmente su mayor capacidad de rebrote.
- En forma general, los diferentes tipos de triticales mostraron superioridad estadísticamente significativa en el rendimiento de forraje verde, seco foliar y seco total en comparación con los testigos avena y ryegrass.
- En base a lo anterior, para la Región Lagunera, los triticales de hábito intermedio-invernal e invernal se pueden recomendar para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o verdeos, debido a su mayor estabilidad de producción a través de cortes sucesivos y a su mayor rendimiento de forraje foliar, que confiere una mayor calidad.

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. Cummulative 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 2019-2020 en el Rancho "El Campanario", municipio de Matamoros, Coahuila, con el objetivo de determinar el comportamiento productivo de forraje verde y seco de 43 materiales de triticale forrajero y dos testigos (avena y ryegrass anual), bajo riego y a través de tres cortes sucesivos, utilizando un diseño en campo de bloques completos al azar con tres repeticiones. En este estudio, se agruparon los diferentes genotipos de triticale en base a su hábito de crecimiento (primaverales, facultativos, intermedio-invernales e invernales). La siembra se realizó en seco el 03 de Octubre de 2019, en seco. Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 surcos de 3 m de largo por 30 cm entre hileras (4.5 m²). Se realizaron 3 cortes destructivos de forraje. Se evaluaron las siguientes variables: producción de forraje verde (FV), forraje seco foliar (FSF), forraje seco de tallos (FST), forraje seco de espigas (FSE) y producción de forraje seco total (FSTOT). 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 y los testigos avena y ryegrass, debido principalmente a su hábito de crecimiento, la cual influye en su fenología. Las principales características de los materiales pertenecientes a los hábitos de crecimiento intermedio-invernal e invernal (grupos 3 y 4) 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 más precoz (primaverales y facultativos, grupos 1 y 2), fue principalmente su mayor capacidad de rebrote. En forma general, los diferentes tipos de triticales mostraron superioridad estadísticamente significativa en el rendimiento de forraje verde, seco foliar y seco total en comparación con los testigos avena y ryegrass. En base a lo anterior, para la Región Lagunera, los triticales de hábito intermedio-invernal e invernal se pueden recomendar para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o verdes, debido a su mayor estabilidad de producción a través de cortes sucesivos y a su mayor rendimiento de forraje foliar, que confiere una mayor calidad.

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