

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Acumulación de Biomasa en Cortes Sucesivos en Triticales Facultativos e
Invernales

Por:

MARCO ANTONIO VELASCO GUILLEN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.
Septiembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Acumulación de Biomasa en Cortes Sucesivos en Triticales Facultativos e
Invernales

Por:

MARCO ANTONIO VELASCO GUILLEN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Alejandro Javier Lozano del Río
Asesor Principal



Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos
Coasesor



Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor



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



Saltillo, Coahuila, México.
Septiembre de 2019

DEDICATORIA

A mis padres.

Jorge Luis Velasco Gonzales.

Irene Guillen Coutiño.

A mi papá: quiero agradecer por todas las enseñanzas que me ha dado, por cada consejo dado, por no dejarme caer y por apoyarme siempre, aún en los peores momentos; por todos los sacrificios que ha hecho por darme una educación, gracias a ti hoy puedo decir que se cumplió la meta y quiero que te sientas orgulloso de tu hijo, muchas gracias papi, te amo.

A mi mamá: gracias por creer siempre en mí, por las bendiciones que me has dado y las oraciones que has hecho por mí, siempre has visto por mí, tus esfuerzos son impresionantes y todo el amor que me has dado para mí es invaluable, de verdad tengo mucho que agradecerles, no alcanzaría esto para decirle lo que siento, te amo, mami.

A mi hermano Brian: Carnal gracias por todas las risas, por cada momento que compartiste conmigo, por las veces que me apoyaste, espero poder ser un buen ejemplo para ti, te quiero.

Esto va especialmente para ti, primo **CRUZ ANTONY**, por las experiencias que vivimos; iniciamos juntos esta aventura y la terminamos juntos, esto se va hasta el cielo.

A mis amigos, por estar siempre conmigo, por brindarme su amistad: Juve, Roberto, Oscar y en especial a Pilar, Rodrigo, Alondra, Daniel y Juanchiz, por siempre ver lo mejor en mí, por acompañarme y apoyarme, incluso cuando no podía y por brindarme su cariño y confianza, muchas gracias, los quiero mucho

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la vida, darme la fuerza y bendecirme en mi camino, que me dio la oportunidad de estar aquí, para terminar mis estudios.

A mi “Alma Mater” por abrirme las puertas de esta gran escuela, por formarme profesionalmente durante estos años, por darme la oportunidad de ampliar mis horizontes y así poder conocer a tantas personas tan maravillosas.

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río, que gracias a él se pudo concluir este proyecto, por enseñarnos a hacer un trabajo bien hecho, por las facilidades y el apoyo que nos brindó a lo largo de este tiempo trabajando con usted, por todo eso y 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	13
Material genético utilizado.....	14
Preparación del terreno.....	14
Fecha de siembra.....	14
Tamaño de parcela experimental.....	14
Fertilización.....	16
Riegos.....	16
Control de plagas, enfermedades y malezas.....	16
Cortes	17
Diseño experimental utilizado en campo.....	17
Variable registrada.....	18
Análisis estadísticos.....	19

Modelo estadístico por muestreo para las variables en estudio.....	19
Pruebas de comparación de medias.....	21
6. Resultados.....	22
7. Discusión.....	32
8. Conclusiones.....	42
9. Literatura citada.....	43
10. Resumen.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

1. Lista de genotipos utilizados en el Experimento. Aldama, Chihuahua. Ciclo 2018 – 2019.....	15
2. Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en cada uno de los tres cortes	25
3. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos.....	26
4. Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos de las diferentes características evaluadas en el experimento.....	28
5. Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre cortes y grupos.....	29
6. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias entre grupos de triticales para forraje acumulado.....	31

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

1. Cuadro 1A.- Resultados de los análisis de varianza entre variedades en cada uno de los tres cortes de las diferentes características evaluadas en el experimento.....	49
2. Cuadro 2A.- Resultados de las pruebas de comparación de medias entre variedades	50

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 triticales evaluados en el estudio.....	33
3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	34
4. Relación hoja-tallo de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	36
5. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	38
6. Patrones de acumulación de forraje seco de tallos (FSTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	39
7. Patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo	39
8. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	40
9. Porcentaje de materia seca de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	40

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 del valle de Aldama, Chihuahua.
- Identificar el hábito de crecimiento de los dos tipos de triticales con mayor productividad de biomasa total bajo las condiciones del valle de Aldama, Chihuahua.
- Identificar el hábito de crecimiento de triticales con mayor capacidad de rebrote bajo las condiciones del valle de Aldama, Chihuahua.

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 sustituidos 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 estos 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 ultimo 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 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 MÉTODOS

Localización y Características del Sitio Experimental

El presente estudio se realizó durante el ciclo otoño - invierno 2018-2019 en el Rancho “La Gloria”, municipio de Aldama, Chihuahua, ubicado entre las coordenadas 28° 50´ Latitud Norte y 105° 53´ Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1,262 msnm (Figura 1).

Clima y Suelo

Se puede clasificar como árido, desértico y extremo; con una temperatura máxima de 44° C y una mínima promedio de 14° C. La precipitación pluvial media anual en el Municipio es de 305.2 milímetros, con una humedad relativa del 45% y un promedio de 49 días de lluvia. Los vientos dominantes provienen del oeste. El tipo de suelo de la localidad está clasificado como Calcisol.



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

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 invernal, (tardío), incluyendo el testigo ANPELÓN, que fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

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 16 de Septiembre 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).

Cuadro 1. Lista de genotipos utilizados en el Experimento. Aldama, Chihuahua. 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.

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. Septiembre 29 de 2018

Riego 2. Noviembre 03 de 2018

Riego 3. Diciembre 1° de 2018

Riego 4. Diciembre 16 de 2018

Riego 5. Enero 29 de 2019

Riego 6. Febrero 23 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: 01/12/2018: (77 días después de la siembra)

Corte 2: 26/01/2019: (56 días después del primer corte)

Corte 3: 09/03/2019 (42 días después de la siembra)

Duración total del ciclo: 175 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

- 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 (FSF), tallos (FSTA) y en su caso, espigas (FSE) de cada muestreo o corte de forraje; posteriormente se transformó a biomasa total en $t\ ha^{-1}$.
- Relación hoja-tallo (RHT): se calculó en base al peso del forraje seco foliar (FSF) dividido entre el forraje seco total (FST).
- 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).

Análisis estadísticos

Se efectuaron análisis de varianza individuales entre variedades y 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 variedades, por corte, para las variables en estudio.

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

Donde:

i = repeticiones

k = variedades

Donde:

Y_{ij} = Variable observada..

μ : = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i-ésima repetición.

G_k = Efecto de la k-ésima variedad.

E_{ij} = Error experimental.

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. 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 entre variedades por corte.

Los análisis de varianza en cada uno de los tres cortes de las diferentes características evaluadas entre variedades (Cuadro 1 del Apéndice), no reportaron diferencias estadísticas entre repeticiones en ninguno de los cortes realizados, con las excepciones del FV corte 2 y el % MS en los cortes 1 y 2; en cambio, el % MS corte 3 registró diferencias altamente significativas; entre las variedades, se reportaron diferencias altamente significativas en la mayoría de las características que fueron evaluadas; por otra parte, el % MS corte 1 no registró diferencias estadísticas. Entre las características evaluadas hubo diferencias en el coeficiente de variación; estos oscilaron entre 5.7 y 261.3% (Cuadro 1 del Apéndice).

Resultados de las pruebas de comparación de medias entre variedades.

El Cuadro 2 del Apéndice muestra los resultados de la prueba de comparación de medias entre las variedades de triticale para las distintas características evaluadas durante el experimento: la variedad 25 fue superior en la producción en FV del corte 1 con un rendimiento de 43.834 t/ha⁻¹, sin embargo, la mayoría de las variedades no fueron estadísticamente diferentes a dicha variedad, a diferencia de la variedad 12, que con 19.750 t/ha⁻¹ resultó la que registró el menor rendimiento de FV; para el segundo corte de FV, ninguna de las variedades logró ser superior al primer corte. La variedad 13 registró la mayor cantidad de producción mostrándose estadísticamente diferente con 24.309 t/ha⁻¹, y la variedad 6 registró el menor rendimiento, con 5.604 t/ha⁻¹. En el tercer corte

de FV, la variedad 15 resulto con mayor producción de forraje con un rendimiento de 47.750 t/ha⁻¹, estadísticamente diferente al resto de los genotipos.

Para la característica FST corte 1, la variedad 2 mostro ser biológicamente superior, con 7.564 t/ha⁻¹, las demás variedades fueron estadísticamente iguales; para el segundo corte la variedad 50 registró el mayor valor y fue estadísticamente diferente a las demás, con 4.530 t/ha⁻¹; para el tercer corte la variedad 38 se colocó como mayor productora con 7.730 t/ha⁻¹ pero siendo estadísticamente igual a la variedad 25. En el FSF, corte 1 se registraron diferencias estadísticas entre las variedades, siendo la variedad 47 la de mayor rendimiento, con 5.952 t/ha⁻¹. Para el corte 2 la variedad 50 arrojó una producción de 3.466 t/ha⁻¹, como la más rendidora; la variedad 3 registró la menor producción con 0.187 t/ha⁻¹. En el tercer corte, la variedad 25 obtuvo un rendimiento de 4.407 t/ha⁻¹ y fue estadísticamente superior a las demás. Para la variable FSTA, corte 1, la variedad 43 resultó ser estadísticamente diferente a las demás variedades, con un rendimiento de 2.775 t/ha⁻¹, para el corte 2 la variedad 46 fue la de mayor valor. Para el corte 3, para FSTA, la variedad 38 con 4.012 t/ha⁻¹ fue la de mayor valor; la variedad 46 mostró el menor rendimiento con 0.930 t/ha⁻¹.

El forraje seco de espiga solo en la variedad 38 tuvo una producción de 0.556 t/ha⁻¹, siendo las demás estadísticamente igual salvo la variedad 22. En el % MS, corte 1, no se presentaron diferencias entre las variedades, en el corte 2, la variedad 43 registró el mayor porcentaje con 27% y la variedad con menor porcentaje fue la 13 con 15%; para el tercer corte, la variedad con mayor

porcentaje fue la 54 con 20% y la variedad con menor porcentaje registrado fue la 23, con 15%.

Resultados de los análisis de varianza entre grupos.

Los análisis de varianza entre grupos (Cuadro 1), no reportaron en su mayoría diferencias estadísticas con la excepción de la variable FV, corte 2, FST, corte 1 y %MS, corte 1 y corte 3 registraron diferencias significativas, siendo altamente significativa la variable FSF, corte 2. Entre los grupos de triticales las características: FV corte2, FST corte 2 y FSTA corte 2 fueron altamente significativas; las características FSTC1, FSFC2, FSTAC1 y FSEC3, mostraron ser sólo significativas. Dependiendo de la característica, los coeficientes de variación oscilaron entre 1.9 y 91.2 %.

Resultados de las prueba de comparación de medias entre grupos.

Las pruebas de medias entre grupos para cada una de las características evaluadas (Cuadro 2) mostraron que en la mayoría de las variables no se registraron diferencias estadísticas, con la excepción de FVC2, FSTC2, FSFC2, FSTAC2, donde el grupo 2 fue significativamente superior al grupo 1. El grupo 1 sólo fue significativamente superior al grupo 2 en la variable FSTAC1.

Cuadro 2.- Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en cada uno de los tres cortes para las diferentes características evaluadas en el experimento. Aldama, Chih., ciclo otoño-invierno 2018-2019.

		CUADRADOS MEDIOS															
FV	GL	FVC1	FVC2	FVC3	FSTC1	FSTC2	FSTC3	FSFC1	FSFC2	FSFC3	FSTAC1	FSTAC2	FSTAC3	FSEC3	%MSC1	%MSC2	%MSC3
REP	1	7.83 ns	3.53 *	20.11 ns	0.30 *	0.01 ns	0.20 ns	0.22 **	0.02 ns	0.09 ns	0.005 ns	0.01 ns	0.04 ns	0.0002 ns	0.0005 *	0.0003 ns	0.0002 *
GRUPOS	3	3.53 ns	40.01 **	11.85 ns	0.14 *	1.98 **	0.15 ns	0.004 ns	1.07 *	0.14 ns	0.20 *	0.13 **	0.004 ns	0.002 *	0.00001 ns	0.00003 ns	0.000006 ns
ERROR	3	4.77	0.15	5.54	0.01	0.03	0.12	0.006	0.05	0.03	0.01	0.003	0.07	0.0002	0.00003	0.0002	0.00001
TOTAL	7																
MEDIA GENERAL		32.686	16.543	31.767	4.659	3.360	5.550	3.608	2.525	3.206	1.052	0.834	2.325	0.018	13.3	20.9	17.8
CV %		6.6	2.3	7.4	2.8	5.8	6.2	2.2	9.6	5.6	11.2	7.3	12.0	91.2	4.2	7.3	1.9

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

Nota: FV: forraje verde, cortes 1, 2 3; FST: forraje seco total, cortes 1, 2, 3; FSF: forraje seco foliar, cortes 1, 2, 3; FSTA: forraje seco de tallos, cortes 1, 2 3; FSE: forraje seco de espigas, corte 3; %MS: porcentaje de materia seca, cortes 1, 2, 3.

Cuadro 3.- Resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento. Aldama, Chih., ciclo 2018-2019.

GRUPOS	FV C1	FV C2	FV C3	FST C1	FST C2	FST C3	FSF C1	FSF C2	FSF C3	FSTA C1	FSTA C2	FSTA C3	FSE C3	%MS C1	%MS C2	%MS C3
1	33.352 a	14.306 b	30.551 a	4.796 a	2.863 b	5.411 a	3.584 a	2.158 b	3.073 a	1.211 a	0.704 b	2.301 a	0.037 a	13.0 a	20.0 a	11.7 a
2	32.022 a	18.779 a	32.985 a	4.523 a	3.858 a	5.688 a	3.631 a	2.893 a	3.339 a	0.892 b	0.965 a	2.349 a	0.000 a	13.0 a	21.0 a	11.7 a
DMS	4.918	0.893	5.300	0.3	0.442	0.785	0.180	0.550	0.409	0.265	0.137	0.631	0.038	1.0	3.0	0.7

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey p<0.05) Nota: FV: forraje verde, cortes 1, 2, 3; FST: forraje seco total, cortes 1, 2, 3; FSF: forraje seco foliar, cortes 1, 2, 3; FSTA: forraje seco de tallos, cortes 1, 2, 3; FSE: forraje seco de espigas, corte 3; %MS: porcentaje de materia seca, cortes 1, 2, 3.

Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos.

Los resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos (Cuadro 3) registraron diferencias altamente significativas entre cortes en la mayoría de las variables, con excepción de FSE, que sólo registró diferencia significativa. Entre los grupos, sólo el FSTA, FSE y %MS no registraron diferencias significativas; FV, FST, FSF y RHT registraron diferencias significativas; la interacción cortes * grupos fue estadísticamente significativa para las variables FV, FST, FSTA y RHT, con la excepción de FSF, FSE y el % MS, las cuales no fueron significativas. Dependiendo de la característica evaluada, los coeficientes de variación oscilaron entre 11.9 y 846.4%.

Resultados de la prueba de comparación de medias de los análisis combinados entre grupos y cortes.

Entre los cortes, para FV, los cortes 1 y 3 fueron estadísticamente iguales y superiores al corte 2. Para FST, FSTA y FSE, el corte 3 fue estadísticamente superior. Para el FSF, el primer corte fue estadísticamente superior a los cortes 2 y 3. Para RHT, los dos primeros cortes fueron estadísticamente iguales y superiores al corte 3. Entre los grupos, sólo en las variables FSF y RHT, el grupo 2 fue estadísticamente superior al grupo 1. Ambos grupos no registraron diferencias estadísticas entre sí para las variables FV, FST, FSTA, FSE y % MS.

Cuadro 4.- Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos de las diferentes características evaluadas en el experimento. Aldama, Chih., ciclo otoño-invierno 2018-2019.

		CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS						
FV	GL	FV (t ha ⁻¹)	FST (t ha ⁻¹)	FSF (t ha ⁻¹)	FSTA (t ha ⁻¹)	FSE (t ha ⁻¹)	% MS	RHT
CORTES	2	9673.66 **	148.55 **	39.57 **	70.10 **	0.02 *	0.15 **	1.11 **
REP*CORTES	9	104.80 ns	2.14 ns	1.31 ns	0.20 ns	0.002 ns	0.004 **	0.002 ns
GRUPOS	1	248.87 *	7.99 *	8.77 *	0.0008 ns	0.01 ns	0.00008 ns	0.03 *
CORTES*GRUPOS	2	208.02 *	9.69 *	2.95 ns	2.07 *	0.01 ns	0.0003 ns	0.02 *
ERROR	309	81.80	2.85	1.34	0.56	0.004	0.001	0.007
TOTAL	323							
MEDIA GENERAL		26.689	4.468	3.055	1.404	0.008	17.3	0.703
CV %		33.8	37.8	37.9	53.3	846.4	20.65	11.9

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

Nota: FV: forraje verde; FST: forraje seco total; FSF: forraje seco foliar; FSTA: forraje seco de tallos; FSE: forraje seco de espiga; %MS: porcentaje de materia seca; RHT: relación hoja-tallo.

Cuadro 5.- 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. Aldama, Chih., ciclo 2018-2019.

CORTES	FV (t ha ⁻¹)	FST (t ha ⁻¹)	FSF (t ha ⁻¹)	FSTA (t ha ⁻¹)	FSE (t ha ⁻¹)	% MS	RHT
1	32.908 a	4.705 b	3.599 a	1.105 b	0.000 b	13.0 c	0.765 a
2	15.797 b	3.194 c	2.403 c	0.791 c	0.000 b	20.0 a	0.759 a
3	31.362 a	5.504 a	3.162 b	2.317 a	0.024 a	17.0 b	0.586 b
DMS	2.898	0.541	0.371	0.240	0.022	0.011	0.027
GRUPOS							
1	26.070 a	4.356 a	2.938 b	1.405 a	0.012 a	17.0 a	0.696 b
2	27.929 a	4.690 a	3.287 a	1.402 a	0.000 a	17.0 a	0.719 a
DMS	2.097	0.391	0.269	0.173	0.016	0.008	0.019

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05) Nota: Nota: FV: forraje verde; FST: forraje seco total; FSF: forraje seco foliar; FSTA: forraje seco de tallos; FSE: forraje seco de espigas; % MS: porcentaje de materia seca; RHT: relación hoja-tallo.

Resultados de los análisis de varianza entre grupos para forraje acumulado.

Los análisis de varianza entre grupos para el forraje acumulado (Cuadro 5), mostró que se registró diferencia estadística altamente significativa en la variable FSFAC, y diferencias significativas en las variables FVAC y FSTOTAC. No se registraron diferencias estadísticas entre los grupos en las variables FSTAC y FSEAC.

Resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos para forraje acumulado.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la prueba de comparación de medias entre grupos, donde se observa que no se registraron diferencias estadísticas entre los mismos para las variables FVAC, FSTOTAC, FSTAC Y FSEAC; en el caso de las tres primeras variables, se registraron valores biológicamente mayores para el grupo 2, aunque no significativos. Este mismo grupo (2), sí registró superioridad estadística altamente significativa en la variable FSFAC, al compararlo con el grupo 1.

Cuadro 6.- Resultados de los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias entre grupos de triticales para forraje acumulado. Aldama, Chih., ciclo otoño-invierno 2018-2019.

		CUADROS 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	490.98 *	7.92 ns	4.72 ns	0.41 ns	0.007 ns
GRUPOS	1	746.62 *	23.97 *	26.32 **	0.002 ns	0.03 ns
ERROR	103	203.59	7.07	3.70	1.37	0.01
TOTAL	107					
MEDIA GENERAL		17.820	13.404	9.165	4.213	0.024
CV %		17.8	19.8	20.9	27.8	488.7

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

GRUPOS	FVAC (t ha ⁻¹)	FSTOTAC (t ha ⁻¹)	FSFAC (t ha ⁻¹)	FSTAC (t ha ⁻¹)	FSEAC (t ha ⁻¹)
1	78.209 a	13.071 a	8.816 b	4.217 a	0.037 a
2	83.786 a	14.070 a	9.863 a	4.206 a	0.000 a
DMS	5.776	1.076	0.779	0.475	0.049

**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 (Cuadros 1 y 2 del Apéndice), 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 y 2), 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), que al evaluar materiales de triticale de diferentes hábitos de crecimiento, encontraron que los tipos invernales e intermedios-invernales presentan los mayores rendimientos bajo el sistema de cortes o pastoreos múltiples en comparación con genotipos de hábito primaveral o facultativo (Figura 2).

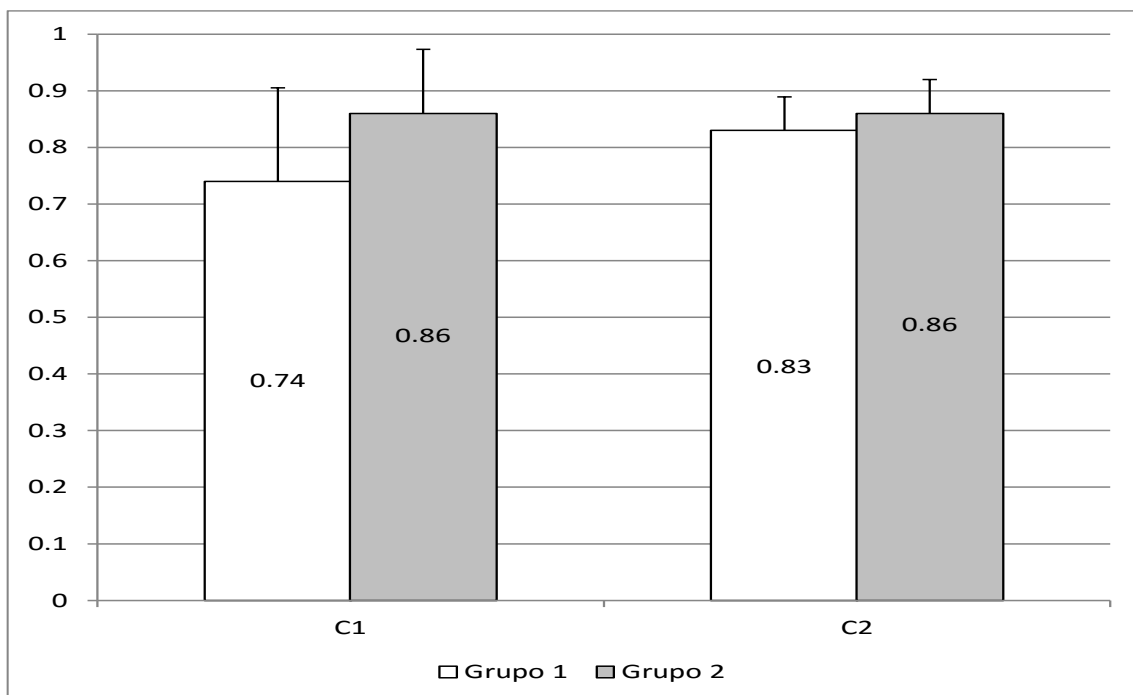


Figura 2. Porcentaje de rebrote después de cada corte de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale evaluados en el estudio.

Por otra parte, en este estudio, para el tercer corte, los tratamientos de tipo invernal registraron significativamente mayor capacidad de rebrote que los de hábito facultativo, y además, aunque la cantidad de forraje verde y seco disminuyó del segundo al tercer corte, se obtuvieron adecuados rendimientos de forraje en ambos (Figuras 3, 4 y 7). Con respecto a la variable forraje seco total (FST, Figura 3), el grupo 1 (facultativo) mostró una ligera ventaja sólo en el primer corte sobre el tipo tardío (grupo2, invernal), debido a su mayor precocidad y a su mayor velocidad en la acumulación de materia seca en comparación con el tipo tardío en la primera parte del ciclo productivo; sin embargo, los genotipos tardíos, aunque con una menor tasa de acumulación de materia seca en el corte inicial, y debido a su mayor capacidad de rebrote, terminaron por acumular mayor biomasa total.

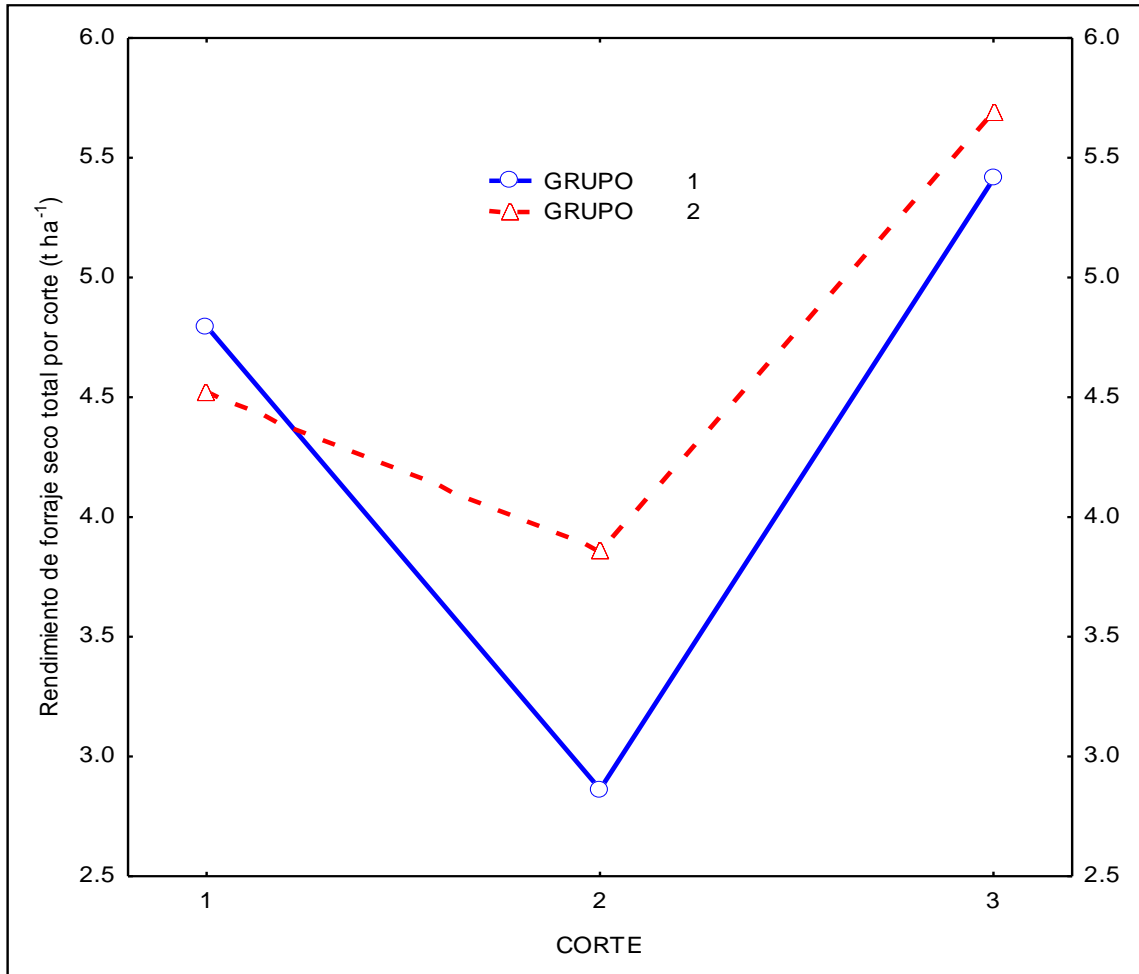


Figura 3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

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 similares 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 invernales diferentes a las de esta investigación.

En este estudio, la tendencia de los materiales a través de los cortes a disminuir su relación hoja-tallo (RHT), concuerda con lo reportado por Juskiw (2000), que encontró resultados similares a los de esta investigación; en este estudio, los genotipos del grupo 2 (invernales), registraron una RHT mayor a la del grupo 1 (facultativos) sólo en el primer corte, aunque en ambos la RHT disminuyó a través del ciclo (Figura 4). También menciona que los patrones de distribución o partición de la biomasa se deben principalmente al genotipo de los materiales.

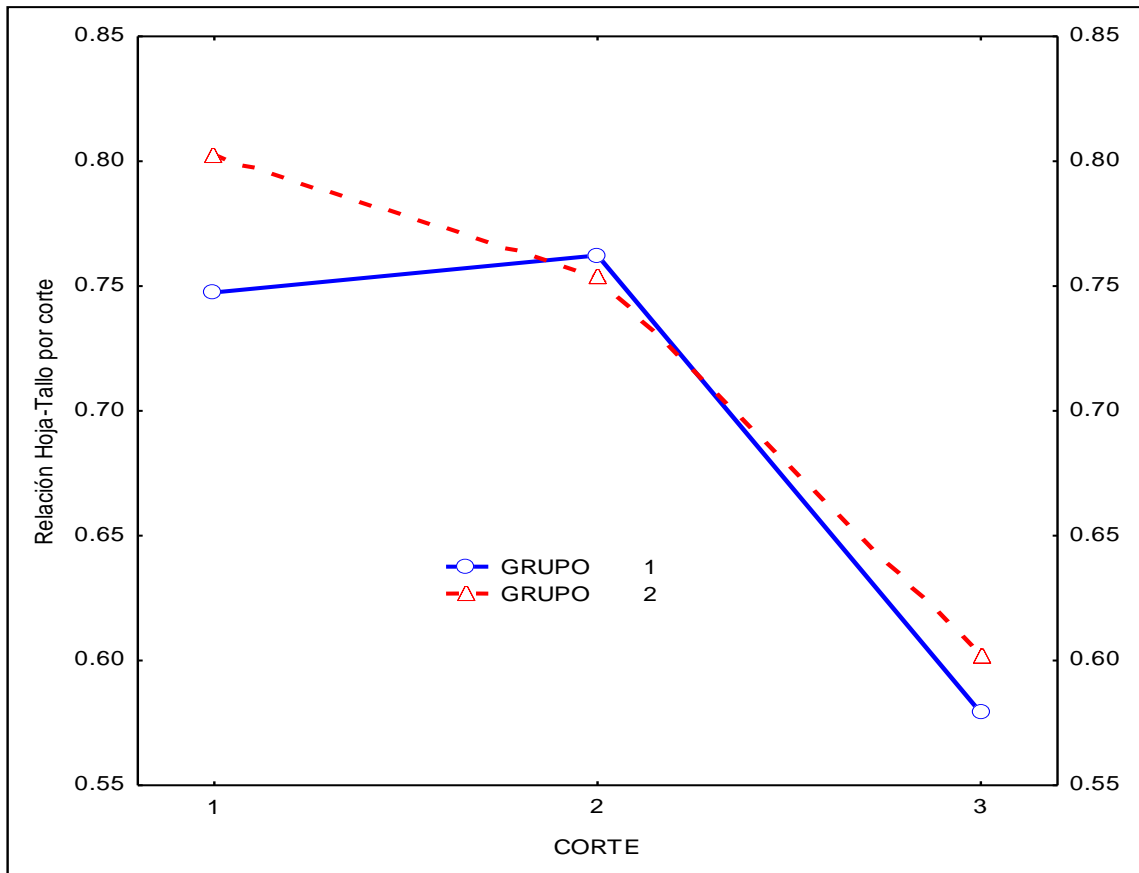


Figura 4. Relación hoja-tallo de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

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

Patrones de producción

Evaluación por cortes.

En este estudio, se observaron las siguientes tendencias; al primer corte, el mayor desarrollo y crecimiento lo registraron los tipos facultativos (Grupo 1) en comparación con el tipo invernal (Grupo 2), otorgándoles una pequeña ventaja inicial en producción de FST, 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 3, 5 y 6).

Con respecto al patrón de producción de forraje verde y seco de los hábitos de crecimiento evaluados y la respuesta de cada uno de ellos después de cada corte, los tipos invernales (Grupo 2), 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 de genotipos más precoces (facultativos, Grupo 1). Por otra parte, presentaron una excelente relación hoja-tallo y un hábito de crecimiento de la planta de tipo semipostrado, lo que le da ventaja sobre hábitos más precoces como el primaveral para tolerar mejor el paso de la maquinaria en sistemas de corte mecanizado y el pisoteo de los animales en pastoreo.

Con relación a la relación hoja-tallo, la tendencia fue de una mayor proporción de hojas en los tipos invernales. Después del primer corte y al realizar el muestreo previo al segundo, se observó que los tratamientos más tardíos (tipo invernal, Figura 2), presentaron una mayor capacidad de rebrote en comparación con los tipos facultativos. Esto mismo ocurrió después del segundo corte, ya que se registraron los mismos resultados, demostrando que para verdeo y/o

pastoreo, los genotipos invernales tienen una mayor capacidad de rebrote y amacollamiento, en comparación con los tipos facultativos, que particularmente en el segundo corte, disminuyeron su rendimiento.

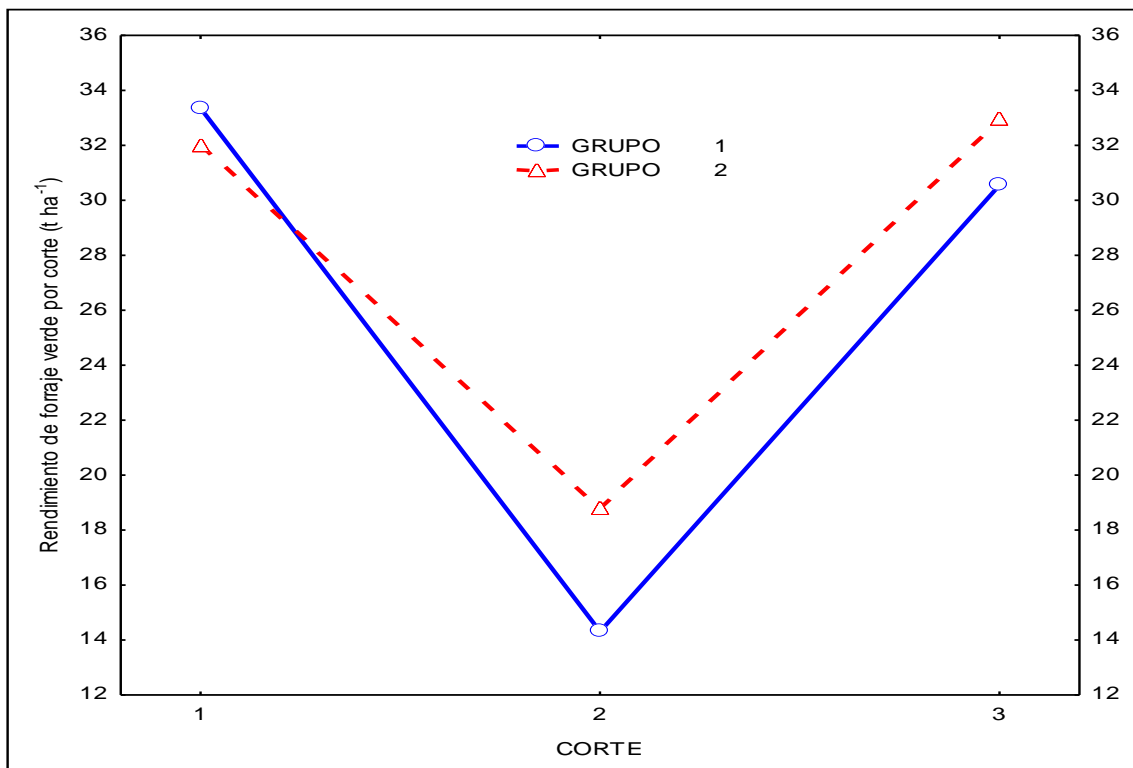


Figura 5. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Ligado a la relación hoja-tallo (RHT) de los tipos evaluados, el grupo 2 (invernales), registró significativamente mayor forraje seco foliar (FSF) que los tipos facultativos (Grupo 1, Figura 7), aspecto muy importante ligado a una mayor calidad del forraje producido, ya que está documentado en la literatura la relación entre una mayor proporción de hojas con un mayor contenido de proteína y mayor digestibilidad del forraje.

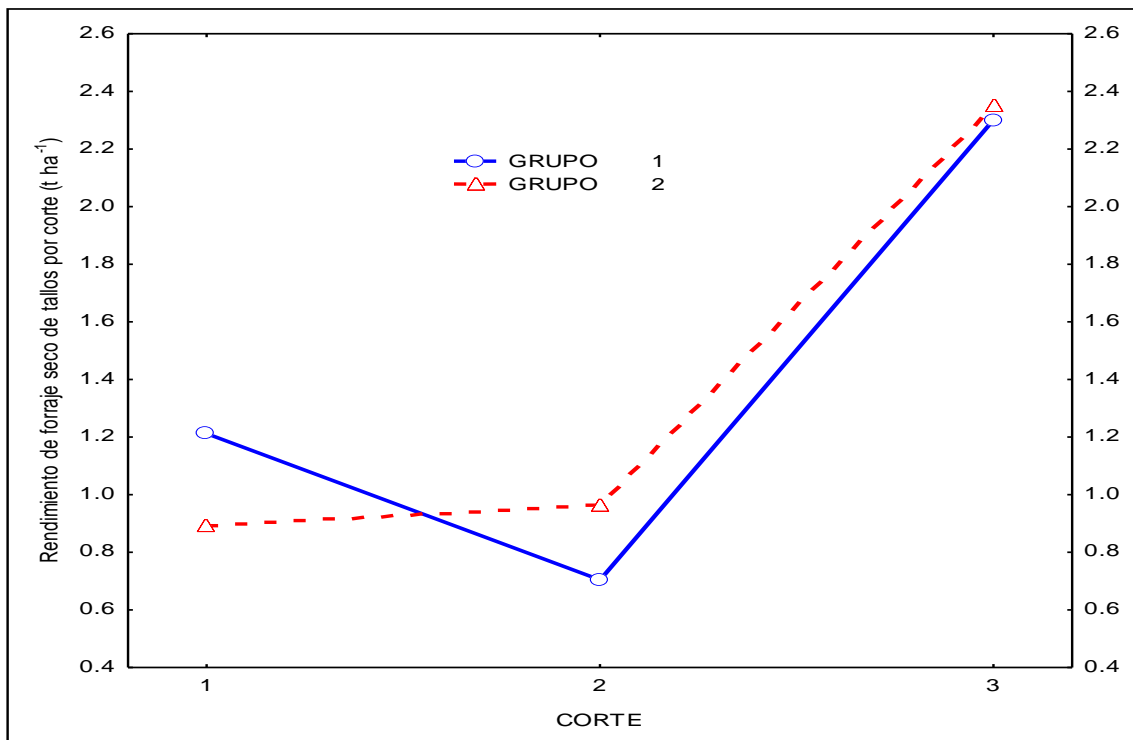


Figura 6. Patrones de acumulación de forraje seco de tallos (FSTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

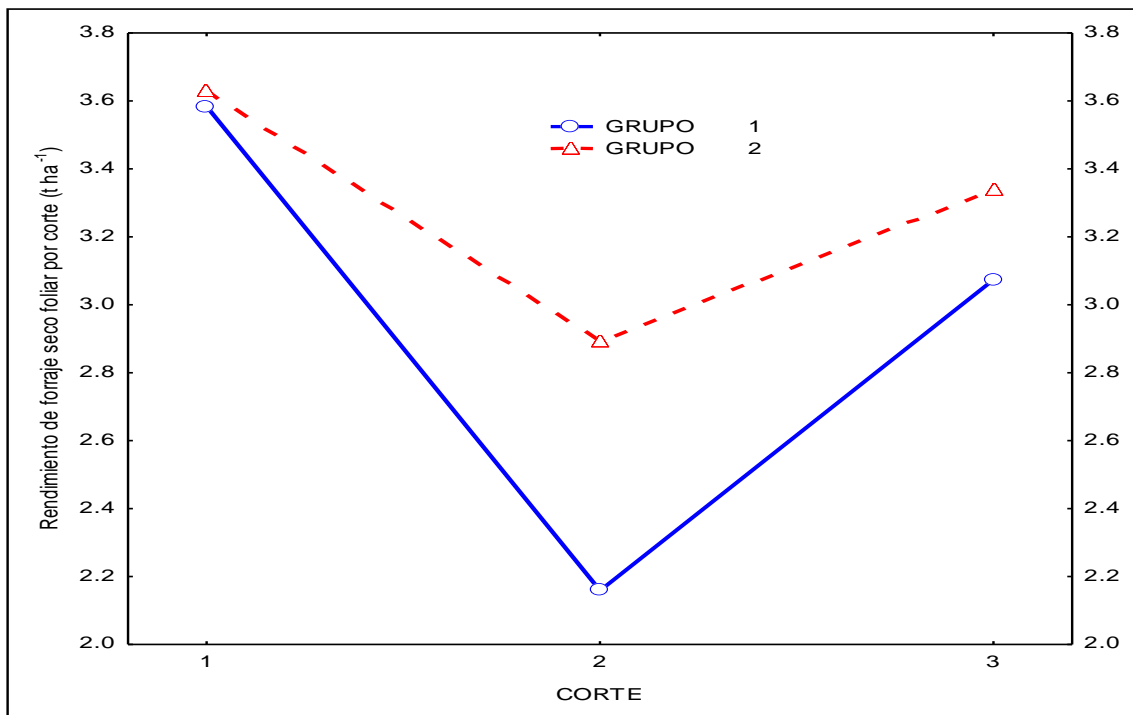


Figura 7. Patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Por otra parte, los genotipos del grupo 2 (invernal) registraron en promedio un mayor porcentaje de materia seca (% MS), aunque no significativo. También, los tipos invernales no presentaron espigas a través de los tres cortes, en comparación con los tipos facultativos (Grupo 1, Figuras 8 y 9).

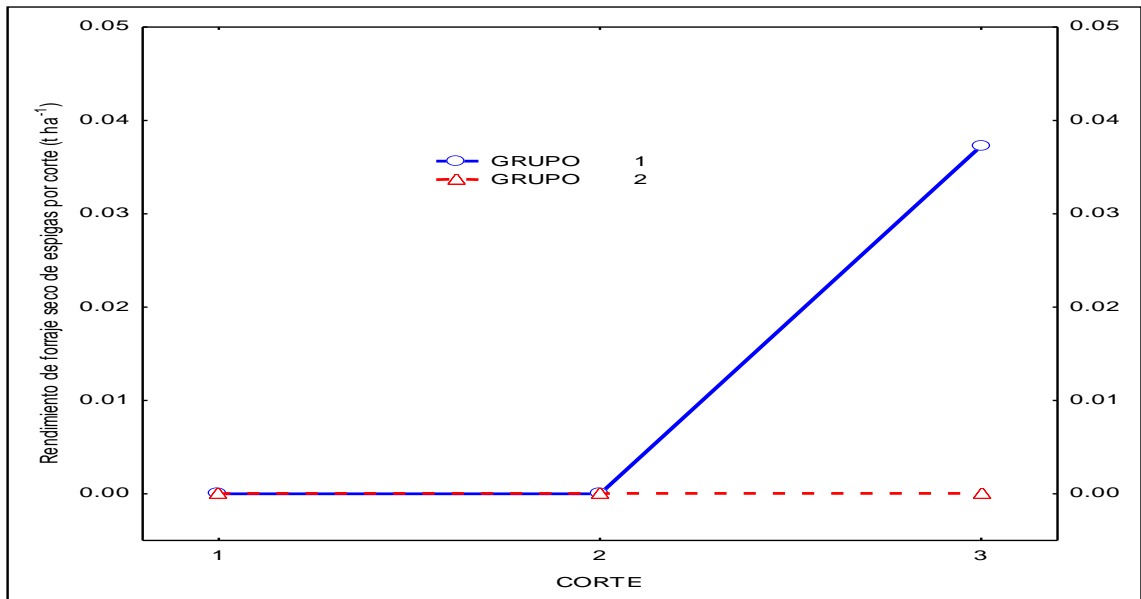


Figura 8. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

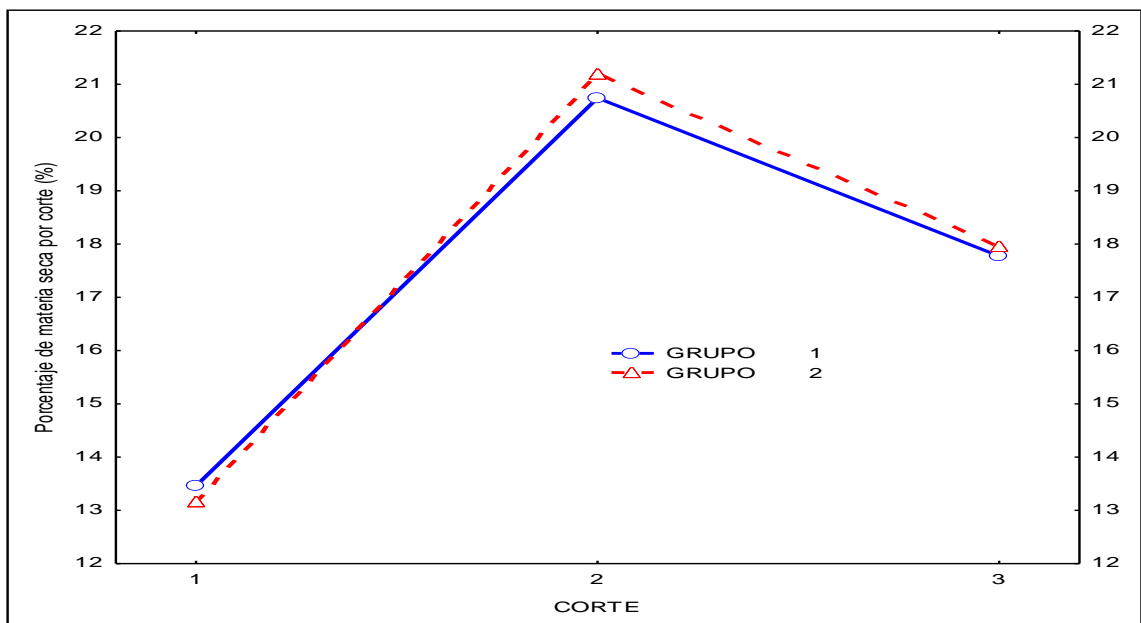


Figura 9. Porcentaje de materia seca de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

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

CONCLUSIONES

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

- 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) en comparación con los genotipos de hábito facultativo (grupo 1), fueron principalmente su mayor capacidad de rebrote y relación hoja-tallo.
- 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 los tres principales parámetros de producción de forraje de invierno de alta calidad: forraje verde, forraje seco foliar y forraje seco total.

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 "La Gloria", municipio de Aldama, Chihuahua, 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 ANPELÓN. La siembra se realizó en seco el 16 de Septiembre 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. 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). Se evaluaron las siguientes variables: producción de forraje verde (FV), seco foliar (FSF), forraje seco de tallos (FSTA) y forraje seco de espigas (FSEP), producción de forraje seco total (FST), relación hoja-tallo (RHT) y porcentaje de materia seca (% MS). Se efectuaron análisis de varianza individuales entre variedades y 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 (mayor cantidad de forraje acumulado a través de los cortes) en comparación con los genotipos de hábito facultativo (grupo 1), fueron principalmente su mayor capacidad de rebrote y relación hoja-tallo. En base a lo anterior, ambos tipos de triticales inverniales se recomiendan para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o pastoreos múltiples, ya que no fueron significativamente diferentes entre sí para forraje verde y forraje seco total, aunque con rendimiento biológico superior para los tipos inverniales; estos últimos sí produjeron significativamente una mayor producción de forraje seco foliar, aspecto ligado a una mayor calidad de la biomasa

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

APENDICE

Cuadro 1A.- Resultados de los análisis de varianza entre variedades en cada uno de los tres cortes de las diferentes características evaluadas en el experimento. Aldama, Chih., ciclo otoño-invierno 2018-2019.

		CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS															
FV	GL	FVC1	FVC2	FVC3	FSTC1	FSTC2	FSTC3	FSFC1	FSFC2	FSFC3	FSTAC1	FSTAC2	FSTAC3	FSEC3	%MSC1	%MSC2	%MSC3
REP	3	68.17 ns	43.31 *	202.92 ns	4.39 ns	0.29 ns	1.74 ns	2.93 ns	0.19 ns	0.81 ns	0.15 ns	0.14 ns	0.29 ns	0.007 ns	0.007 *	0.002 *	0.002 **
VAR	26	149.80 **	130.30 **	245.70 **	8.00 **	4.15 **	7.07 **	5.04 **	2.12 **	1.71 **	1.28 **	0.46 **	2.56 **	0.04 **	0.002 ns	0.002 **	0.0004 **
ERROR	78	66.87	14.64	75.81	2.44	0.56	2.22	1.52	0.33	0.71	0.20	0.07	0.56	0.004	0.002	0.0009	0.0001
TOTAL	107																
MEDIA GENERAL		32.908	15.797	31.361	4.705	3.194	5.504	3.599	2.403	3.162	1.105	0.791	2.317	0.024	13.4	20.8	17.8
CV %		24.8	24.2	27.7	33.2	23.5	27.1	34.2	23.9	26.6	40.8	34.0	32.4	261.3	33.9	14.8	5.7

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

Nota: FV: forraje verde, cortes 1, 2 3; FST: forraje seco total, cortes 1, 2, 3; FSF: forraje seco foliar, cortes 1, 2, 3; FSTA: forraje seco de tallos, cortes 1, 2 3; FSE: forraje seco de espigas, corte 3; %MS: porcentaje de materia seca, cortes 1, 2, 3

Cuadro 2A.- Resultados de las pruebas de comparación de medias entre variedades (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento. Aldama, Chih., ciclo 2018-2019. MARCO

VARIEDAD	FVC1	FVC2	FVC3	FSTC1	FSTC2	FSTC3	FSFC1	FSFC2	FSFC3	FSTAC1	FSTAC2	FSTAC3	FSEC3	%MSC1	%MSC2	%MSC3
2	42.500 a	6.625 gh	22.424 bc	7.564 a	1.466 fgh	3.910 abc	5.762 ab	1.211 egf	2.237 ab	1.802 abc	0.255 f	1.671 bcd	0.000 b	17.0 a	22.0 abc	17.0 bcd
3	34.722 ab	6.320 gh	29.500 abc	4.279 abc	1.124 h	4.967 abc	3.433 abcd	0.817 g	3.201 ab	0.846 bbcde	0.307 f	1.765 bcd	0.000 b	12.0 a	19.0 abc	17.0 bcd
5	27.056 ab	20.972 abc	32.597 abc	3.388 abc	3.778 abcd	5.848 abc	2.566 bcd	2.792 abcd	2.886 ab	0.822 bcde	0.985 abcdef	2.962 abcd	0.000 b	11.0 a	18.0 bc	18.0 abcd
6	35.417 ab	5.604 h	23.334 bc	4.479 abc	1.217 gh	4.165 abc	2.881 abcd	0.962 fg	2.501 ab	1.597 abcd	0.2560 f	1.663 bcd	0.000 b	12.0 a	21.0 abc	18.0 abcd
7	31.361 ab	10.590 defgh	33.124 abc	3.583 abc	2.340 bcdefgh	5.512 abc	2.741 abcd	1.908 abcdefg	3.553 ab	0.841 bcde	0.431 cdef	1.958 bcd	0.000 b	12.0 a	22.0 abc	17.0 bcd
8	32.861 ab	7.167 gh	30.924 abc	3.891 abc	1.672 efgh	5.334 abc	2.406 cd	1.297 defg	3.179 ab	1.485 bcd	0.374 def	2.155 abcd	0.000 b	12.0 a	23.0 ab	17.0 abcd
11	30.583 ab	9.771 efgh	33.292 abc	5.210 abc	1.855 defgh	5.780 abc	4.074 abcd	1.361 cdefg	2.955 ab	1.135 bcde	0.494 cdef	2.825 abcd	0.000 b	17.0 a	19.0 abc	17.0 bcd
12	19.750 b	17.757 abcdef	40.750 ab	1.787 c	3.660 abcde	7.083 ab	1.367 d	2.806 abcd	4.025 ab	0.419 de	0.853 abcdef	3.056 abc	0.000 b	9.0 a	21.0 abc	17.0 bcd
13	38.639 ab	24.309 a	35.063 abc	5.891 abc	3.6170 abcde	5.774 abc	4.370 abcd	2.684 abcde	3.646 ab	1.521 bcd	0.932 abcdef	2.127 abcd	0.000 b	15.0 a	15.0 c	16.0 cd
15	31.667 ab	22.674 ab	47.750 a	2.971 c	3.955 abc	7.201 ab	2.533 bcd	2.997 ab	4.114 ab	0.437 de	0.958 abcdef	3.086 ab	0.000 b	10.0 a	17.0 bc	17.0 bcd
17	34.556 ab	15.972 abcdefgh	28.875 abc	5.367 abc	3.944 abc	4.788 abc	4.262 abcd	2.884 abc	2.765 ab	1.104 bcde	1.060 abcd	2.022 abcd	0.000 b	15.0 a	25.0 ab	16.0 cd
22	27.194 ab	12.242 cdefh	39.625 abc	3.989 abc	2.759 abcdefgh	7.001 ab	3.335 abcd	2.166 abcdefg	3.648 ab	0.653 bcde	0.593 bcdef	3.238 ab	0.114 b	9.0 a	23.0 abc	18.0 abcd
23	24.889 ab	20.125 abcde	37.632 abc	3.047 bc	4.291 ab	5.628 abc	2.461 bcd	3.280 ab	3.746 ab	0.586 cde	1.010 abcde	1.882 bcd	0.000 b	13.0 a	24.0 ab	15.0 d
25	43.834 a	14.028 abcdefgh	42.125 ab	5.864 abc	3.300 abcdef	7.678 a	4.702 abcd	2.379 abcdef	4.407 a	1.161 bcde	0.921 abcdef	3.271 ab	0.000 b	13.0 a	23.0 ab	18.0 abc
DMS	22.178	10.38	23.614	4.244	2.042	4.049	3.343	1.560	2.285	1.225	0.730	2.040	0.176	0.123	0.084	0.027

Cuadro 2A.- continuación																
28	42.750 a	13.400 bcdefgh	33.882 abc	7.384 a	3.090 abcdefgh	5.989 abc	5.523 abc	2.589 abcde	2.973 ab	1.861 ab	0.500 cdef	3.015 abc	0.000 b	17.0 a	23.0 abc	17.0 abcd
30	31.945 ab	18.067 abcdef	30.736 abc	3.901 abc	3.635 abcde	5.520 abc	2.450 bcd	2.659 abcde	2.963 ab	1.450 bcd	0.975 abcdef	2.557 abcd	0.000 b	12.0 a	20.0 abc	18.0 abcd
33	28.056 ab	17.719 abcdef	34.403 abc	4.274 abc	3.227 abcdefg	6.565 abc	4.292 abcd	2.292 abcdefg	4.184 ab	-0.018 e	0.935 abcdef	2.380 abcd	0.000 b	9.0 a	18.0 bc	19.0 abc
34	26.889 ab	21.988 abc	34.660 abc	5.227 abc	4.288 ab	6.500 abc	3.997 abcd	3.014 ab	3.195 ab	1.230 bcd	1.274 ab	3.305 ab	0.000 b	10.0 a	19.0 abc	19.0 abc
37	24.750 ab	20.803 abcd	38.063 abc	3.511 abc	3.928 abc	7.311 ab	2.811 abcd	2.896 abc	3.931 ab	0.700 bcde	1.031 abcde	3.379 ab	0.000 b	14.0 a	19.0 abc	19.0 ab
38	36.333 ab	18.577 abcde	41.910 ab	4.421 abc	3.654 abcde	7.730 a	3.364 abcd	2.719 abcde	3.160 ab	1.057 bcde	0.934 abcdef	4.012 a	0.556 a	11.0 a	20.0 abc	18.0 abcd
40	30.556 ab	16.539 abcdefg	26.667 abc	3.977 abc	3.541 abcde	4.817 abc	3.099 abcd	2.669 abcde	2.843 ab	0.878 bcde	0.872 abcdef	1.973 abcd	0.000 b	14.0 a	21.0 abc	18.0 abcd
41	38.861 ab	17.708 abcdef	24.653 abc	5.864 abc	3.479 abcdef	4.354 abc	4.511 abcd	2.685 abcde	2.763 ab	1.353 bcd	0.793 bcdef	1.591 bcd	0.000 b	15.0 a	19.0 abc	17.0 abcd
43	36.833 ab	7.694 fgh	22.222 bc	5.654 abc	2.101 cdefgh	3.912 abc	2.879 abcd	1.732 bcdefg	2.466 ab	2.775 a	0.369 def	1.446 bcd	0.000 b	15.0 a	27.0 a	17.0 abcd
46	30.195 ab	21.636 abc	16.931 c	4.826 abc	4.172 ab	2.949 c	3.984 abcd	2.601 abcde	2.018 b	0.841 bcde	1.571 a	0.930 d	0.000 b	16.0 a	19.0 abc	18.0 abcd
47	40.611 ab	20.674 abcd	26.208 abc	7.288 ab	4.372 ab	4.815 abc	5.952 a	3.236 ab	3.205 ab	1.336 bcd	1.136 abc	1.609 bcd	0.000 b	18.0 a	21.0 abc	19.0 ab
50	37.583 ab	21.528 abc	19.074 bc	5.820 abc	4.530 a	3.560 bc	4.327 abcd	3.466 a	1.914 b	1.492 bcd	1.064 abcd	1.645 bcd	0.000 b	15.0 a	21.0 abc	19.0 ab
54	28.139 ab	16.046 abcdefg	20.350 bc	3.585 abc	3.253 Abcdefg	3.922 abc	3.110 abcd	2.782 abcd	2.891 ab	0.475 de	0.470 cdef	1.031 dc	0.000 b	12.0 a	20.0 abc	20.0 a
DMS	22.178	10.38	23.614	4.244	2.042	4.049	3.343	1.560	2.285	1.225	0.730	2.040	0.176	0.123	0.084	0.027

**Columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $p < 0.05$) Nota: FV: forraje verde, cortes 1, 2 3; FST: forraje seco total, cortes 1, 2, 3; FSF: forraje seco foliar, cortes 1, 2, 3; FSTA: forraje seco de tallos, cortes 1, 2 3; FSE: forraje seco de espigas, corte 3; %MS: porcentaje de materia seca, cortes 1, 2, 3