

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Rendimiento de Forraje a Través de tres Cortes en Triticales de Diferente Hábito de Crecimiento en Aldama, Chihuahua.

Por:

JOSÉ JUVENTINO RENDÓN MANZANO

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

Rendimiento de Forraje a Través de tres Cortes en Triticales de Diferente Hábito de Crecimiento en Aldama, Chihuahua.

Por:

JOSÉ JUVENTINO RENDÓN MANZANO

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.

Marcelino Rendón Molina.

Marielena Manzano Méndez.

Familia. Este trabajo es para ustedes con todo mi cariño, les quiero dar las gracias por todo el apoyo brindado al largo de mi carrera profesional, sin ustedes no hubiera logrado, los amo con todo mi corazón.

Papá. Gracias por tus consejos tan sabios, me enseñaste a trabajar y hacerlo bien, sin temores, sin excusas, me enseñaste que esta vida tenemos que ser fuertes y siempre estar preparados para lo inesperado, admiro mucho tu fortaleza y espero algún día poder igualarla.

Mamá. Gracias por tu cariño y tus cálidas palabras de aliento que siempre fueron un poderoso motivo para regresar a casa y poner todo de mi parte para sacar mi carrera adelante, me has enseñado que el amor hacia la familia es incondicional y que no conoce límites, gracias mamá.

Hermanos y hermanas. Es para ustedes y espero y sea una fuente de inspiración para que siempre piensen en superarse ya sea en lo académico o en el ámbito laboral.

AGRADECIMIENTOS

A mi “**Alma Mater**”, por darme la oportunidad de formarme como un profesional dentro de sus aulas, por albergarme durante más de 4 años en sus dormitorios, su comedor, mis compañeros, adiós. Gracias por dejarme formar parte de esta gran institución educativa, que me llena de orgullo, satisfacción el ser un buitre por siempre, mi Narro, no te acabes.

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río, por dejarme formar parte de su equipo de trabajo por más de dos años, es la persona que más admiro, Dr. sin duda me voy con grandes enseñanzas en lo académico, gracias a usted.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Objetivos	3
Objetivos generales.....	3
3. Hipótesis.....	3
4. Revisión de literatura.....	4
Generalidades.....	4
Origen del triticale.....	5
Clasificación	6
Tipos de triticale forrajero.....	7
Usos de los diferentes tipos de triticale forrajero.....	8
Acumulación de biomasa.....	10
Capacidad de rebrote.....	11
5. Materiales y métodos.....	13
Localización y características 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
Variables registradas.....	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.....	33
8. Conclusiones.....	43
9. Literatura citada.....	44
10. Resumen.....	48

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.....	27
4. Resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos.....	28
5. Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre cortes y grupos	31
6. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias entre grupos para forraje acumulado.....	32

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

1A. Resultados de los análisis de varianza en cada uno de los tres cortes de las diferentes características evaluadas en el experimento.....	50
2A. Resultados de las pruebas de comparación de medias de las características evaluadas en el experimento.	51

INDICE 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.....	34
3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	35
4. Relación hoja-tallo de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	37
5. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	39
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.....	40
7. Patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	40
8. Porcentaje de materia seca de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	41
9. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.....	41

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 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 el Desierto Chihuahuense. Estas regiones constituyen la principal cuenca lechera del país, por lo que existe una alta demanda de forraje de calidad. Es precisamente la producción de forrajes el rubro donde hay más posibilidad de reducir costos, mediante el uso de especies más productivas y de mayor calidad (Orona *et al.*, 2003). Esta es la razón por la cual se requiere fomentar el desarrollo de cultivos alternativos que se adapten a las condiciones del medio natural y 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).

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Evaluar el potencial productivo de biomasa foliar de dos tipos de triticale forrajero (primaverales e intermedios-invernales), bajo las condiciones del valle de Aldama, Chihuahua.
- Evaluar el potencial productivo de biomasa total de los dos tipos de triticale forrajero bajo las condiciones del valle de Aldama, Chihuahua.
- Identificar el tipo o hábito de crecimiento de triticale 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 triticales de diferente hábito de crecimiento.
- b) No existen diferencias en la producción de biomasa total entre los triticales de diferente hábito de crecimiento.
- c) No existen diferencias en la capacidad de rebrote entre los tipos de triticale.

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 triticales

En 1885 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 triticales 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 triticales 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 triticales 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 triticale 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 muy importante 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, semiprostrados, 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.).

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 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 (Karlen y Camp, 1982).

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

Generalmente, los cultivos siguen un patrón de acumulación de biomasa similar en varias etapas de crecimiento, un incremento en la biomasa en etapas tempranas alcanza la máxima producción en las etapas tardías de crecimiento. La biomasa y la absorción de nutrientes en todas las especies aumentan con el

tiempo y alcanza su máximo en las últimas etapas de crecimiento (Malhi *et al.*, 2006).

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 por la sequía y otros estreses en diferentes formas, dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo, y 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 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 7 fueron líneas experimentales de triticale con hábito de crecimiento primaveral (precoz), incluyendo el testigo comercial AN38, y 20 del tipo intermedio-invernal, (semitardío), incluyendo los testigos AN66 y AN184, 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	V30	AN-30-2018	1	Primaveral
2	V69	AN-69-2018	2	Intermedio-invernal
3	V85	AN-85-2018	1	Primaveral
4	V88	AN-88-2018	1	Primaveral
5	V152	AN-152-2018	1	Primaveral
6	V168	AN-168-2018	2	Intermedio-invernal
7	V181	AN-181-2018	2	Intermedio-invernal
8	V182	AN-182-2018	2	Intermedio-invernal
9	V186	AN-186-2018	2	Intermedio-invernal
10	V195	AN-195-2018	2	Intermedio-invernal
11	V215	AN-215-2018	2	Intermedio-invernal
12	V238	AN-238-2018	2	Intermedio-invernal
13	V242	AN-242-2018	2	Intermedio-invernal
14	V274	AN-274-2018	2	Intermedio-invernal
15	V291	AN-291-2018	2	Intermedio-invernal
16	V295	AN-295-2018	2	Intermedio-invernal
17	V314	AN-314-2018	2	Intermedio-invernal
18	V330	AN-330-2018	2	Intermedio-invernal
19	V370	AN-370-2018	2	Intermedio-invernal
20	V388	AN-388-2018	2	Intermedio-invernal
21	V429	AN-429-2018	2	Intermedio-invernal
22	V430	AN-430-2018	2	Intermedio-invernal
23	V462	AN-462-2018	1	Primaveral
24	V498	AN-498-2018	1	Primaveral Primaveral
25	AN38	TESTIGO	1	
26	AN66	TESTIGO	2	Intermedio-invernal
27	AN184	TESTIGO	2	Intermedio-invernal

Nota: Primaveral= precoz; Intermedio-invernal= semitardío.

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. Adicionalmente se calculó el coeficiente de variación para las variables estudiadas, esto con la finalidad de verificar el grado de precisión con la que se realizó el experimento utilizando la siguiente fórmula:

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

Donde:

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

\bar{x} = Media general del carácter.

Tanto los análisis de varianza como las pruebas de comparación de medias se realizaron con el paquete estadístico SAS 8.1. y las gráficas se construyeron con el paquete estadístico Statistica 7.0.

RESULTADOS

Análisis de varianza entre variedades por corte individual.

Los análisis de varianza en cada uno de los tres cortes de las diferentes características evaluadas entre variedades (Cuadro 1-A del Apéndice), no reportaron diferencias estadísticas entre repeticiones en ninguno de los cortes, con excepción del % MS del corte 2 y 3, que presentaron diferencias significativas y altamente significativas, respectivamente; entre variedades se registraron diferencias estadísticas altamente significativas en la mayoría de las características evaluadas; FST y FSF en el corte 1, y % MS en los cortes 1 y 2 FSF el forraje seco total corte 1, forraje seco foliar corte 1, porcentaje de materia seca corte 1 y 3 no presentaron diferencias estadísticas significativas; la característica FV en el corte 1 registró diferencias significativas. Dependiendo de la característica evaluada, los coeficientes de variación oscilaron entre 13.6 y 228.1 % (Cuadro 1-A del Apéndice).

Prueba de medias entre variedades.

El Cuadro 2-A del Apéndice muestra los resultados de la prueba de comparación de medias entre variedades para las distintas características evaluadas, el cual muestra que la variedad 27 resultó ser superior en la producción de FV, corte 1, con un rendimiento de 41.806 t/ha⁻¹ siendo un 101.7% más productiva que la menos rendidora; la mayoría de las variedades no mostraron ser estadísticamente diferentes, a excepción de la variedad 4, que con 20.722 t/ha⁻¹ resultó ser la de menor rendimiento. Para el segundo

corte de FV, ninguna variedad superó la producción del primer corte, siendo la variedad 16 la de mayor producción y estadísticamente diferente con 32.464 t/ha⁻¹ y la variedad 51 la menor con 5.292 t/ha⁻¹ y estadísticamente igual a las variedades 1, 14 y 10. En el tercer corte de FV la variedad 31 resultó ser la mayor productora y estadísticamente diferente a las demás, con un rendimiento de 52.354 t/ha⁻¹. Para la característica FST, corte 1, ninguna de las variedades mostró ser estadísticamente diferente, para el segundo corte la variedad 16 registró el mayor valor y fue estadísticamente diferente a todas las demás con 6.142 t/ha⁻¹, en el tercer corte la variedad 20 se colocó como la mayor productora con 7.722 t/ha⁻¹ pero estadísticamente igual a las variedades 31 y 32.

Para el FSF corte 1, no se registraron diferencias estadísticas entre las variedades; para el segundo corte la variedad 16 arrojó una producción de 4.408 t/ha⁻¹ colocándose como la más rendidora con una gran diferencia de la variedad 14 que fue la de menor producción, con 0.931 t/ha⁻¹; en el corte tres la variedad 20 obtuvo un rendimiento de 4.504 t/ha⁻¹ y fue estadísticamente diferente a las demás. Para el FSTA corte 1, la variedad 10 resultó ser estadísticamente diferente a todas las demás, con un rendimiento de 2.605 t/ha⁻¹; en el corte 2 la variedad 42 fue la más alta pero sin superar la producción del corte 1, con un rendimiento de 1.832 t/ha⁻¹; la variedad 31 registró 3.860 t/ha⁻¹ de FSTA, presentando diferencias estadísticas de las demás variedades y un 398.7% más rendimiento que la variedad 53, con el menor rendimiento pero estadísticamente diferente a las demás con 0.774 t/ha⁻¹. El FSE presentó tres grupos de significancia estadística, donde en el primer grupo, la variedad 51

tuvo una producción de 0.271 t/ha⁻¹ y fue estadísticamente igual a la variedad 21; en el segundo grupo se ubicaron las variedades 26, 10 y 1; y en el tercer grupo quedaron ubicadas las demás variedades que no llegaron a espigar. Para el % MS, en el corte 1 no se registraron diferencias estadísticas entre las variedades, en el corte 2 la variedad 1 registró el mayor porcentaje, 24%, pero estadísticamente igual a las variedades 51, 52 y 27; la variedad 4 obtuvo el menor porcentaje con 15 % y fue estadísticamente diferente a las demás. En el tercer corte no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades (Cuadro 2A).

Análisis de varianza entre grupos de genotipos.

Los análisis de varianza entre grupos (Cuadro 1), no reportaron diferencias estadísticas para cada una de las características evaluadas entre repeticiones, a excepción del % MS del corte 1 y 2, que registraron diferencias altamente significativas. Entre los grupos de triticales, las características FV corte 2, FSF corte 2, FSTA corte 1 y el % MS corte 3, registraron diferencias estadísticas altamente significativas. Solo tres características evaluadas arrojaron diferencias significativas las cuales fueron: FST corte 2, FSTA corte 2 y FSE corte 3, el resto de las características no fueron estadísticamente diferentes entre grupos. Dependiendo de la característica evaluada los coeficientes de variación oscilaron entre 0 y 39.6 % (Cuadro 1).

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	17.66 ns	0.94 ns	27.75 ns	0.005 ns	0.02 ns	0.17 ns	0.003 ns	0.008 ns	0.01 ns	0.0003 ns	0.004 ns	0.06 ns	0.0001 ns	0.0002 **	0.0001 ns	0.0003 **
GRUPOS	3	27.28 ns	137.32 **	44.37 ns	0.39 ns	4.26 *	0.70 ns	0.04 ns	2.18 **	0.10 ns	0.68 **	0.34 *	0.32 ns	0.005 *	0.00004 ns	0.0004 ns	0.000008 **
ERROR	3	3.60	1.25	27.86	0.39	0.12	0.83	0.08	0.06	0.12	0.007	0.01	0.33	0.0003	0.00005	0.00008	0.00
TOTAL	7																
MEDIA GENERAL		31.664	13.672	30.728	4.450	2.809	5.288	3.158	2.083	2.885	1.286	0.726	2.364	0.044	14.6	21.0	17.9
CV %		5.9	8.1	17.1	8.1	12.7	17.3	9.0	12.0	12.4	6.5	14.8	24.5	39.6	1.3	4.4	0.8

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.

Prueba de comparación de medias entre grupos.

Los resultados de las pruebas de comparación de medias entre grupos para cada una de las características evaluadas (Cuadro 2) no mostraron diferencias estadísticas entre grupos en los cortes 1 y 3 para la mayoría de las características; sólo en el corte 2, para la mayoría de las características, el grupo 2 obtuvo los mayores valores. En el caso del % MS, sólo en el corte 3 se registraron diferencias estadísticas, donde el grupo 1 fue superior, con 18%.

Resultados de los análisis combinados entre cortes y grupos.

Los resultados de los análisis de varianza combinados entre cortes y grupos (Cuadro 3) arrojaron diferencias altamente significativas entre cortes para todas las características evaluadas; entre los grupos, solo el % MS y el FSTA mostraron no tener diferencias significativas; el FSE y el FSF mostraron diferencias significativas, las demás características mostraron diferencias altamente significativas, para la interacción cortes x grupos, el análisis dio como resultado diferencias significativas para FSF y FSE; sólo el % MS no mostró diferencia. Para las demás características se registraron diferencias altamente significativas. Dependiendo de la característica evaluada, los coeficientes de variación oscilaron entre 12.8 y 518.8% (Cuadro 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	%MSC 3
1	33.512 a	9.529 b	28.373 a	4.673 a	2.079 b	4.992 a	3.081 a	1.560 b	2.771 a	1.580 a	0.518 b	2.160 a	0.072 a	14.0 a	21.0 a	18.0 a
2	29.818 a	17.816 a	33.084 a	4.228 a	3.540 a	5.584 a	3.235 a	2.606 a	2.998 a	0.992 b	0.934 a	2.568 a	0.017 b	0.14 a	20.0 a	17.0 b
DMS	4.273	2.516	11.88	0.811	0.804	2.059	0.645	0.563	0.809	0.188	0.243	1.305	0.039	4.0	2.1	0.0

**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.

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	8850.44 **	131.91 **	21.08 **	81.29 **	0.02 **	0.10 **	1.20 **
REP*CORTES	9	124.56 ns	0.51 ns	0.22 ns	0.08 ns	0.0006 ns	0.003 *	0.001 ns
GRUPOS	1	598.35 **	17.86 *	14.07 **	0.38 ns	0.02 **	0.003 ns	0.06 **
CORTES*GRUPOS	2	784.49 **	18.89 **	5.07 *	6.90 **	0.01 *	0.001 ns	0.11 **
ERROR	309	87.47	2.87	1.36	0.56	0.002	0.001	0.007
TOTAL	323							
MEDIA GENERAL		26.101	4.311	2.823	1.478	0.010	17.6	0.674
CV %		35.8	39.2	41.3	51.0	518.8	23.7	12.8

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.

Resultados de la prueba de medias del análisis combinado entre cortes y grupos.

El corte 3, para FST, FSTA y FSE fue el de mayor producción y estadísticamente diferente a los demás cortes (Cuadro 4); para la variable FV también fue el de mayor rendimiento, pero estadísticamente igual al corte 1 (Cuadro 4). En el caso de las variables % MS y RHT, el corte más sobresaliente fue el segundo, pero para RHT, estadísticamente igual al corte 1 (Cuadro 4).

El grupo 2 demostró ser el de mayor producción y estadísticamente diferente al grupo 1 en las características; FV, FST, FSF y RHT; en las variables FSTA y %MS no se encontraron diferencias estadísticas, y solo en FSE el grupo 1 resultó ser el de mayor producción y estadísticamente diferente (Cuadro 4).

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

Los análisis de varianza entre grupos para el forraje acumulado (Cuadro 5) registraron diferencias significativas entre repeticiones para la variable FVAC; no se registraron diferencias estadísticas significativas para las demás características evaluadas en esta fuente de variación. Entre los grupos de genotipos, se reportaron diferencias altamente significativas para la mayoría de las características evaluadas; solo el FSTAC no registró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 5).

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

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la prueba de comparación de medias donde el grupo 2 fue superior y estadísticamente diferente del grupo 1 para las características FVAC, FSTOTAC y FSFAC; el grupo 1 sólo fue superior y estadísticamente diferente del grupo 2 en la variable FSEAC (Cuadro 5).

De esta manera, los genotipos de hábito intermedio-invernal (grupo 2), superaron significativamente al grupo de genotipos de hábito primaveral de la siguiente forma: para FVAC, el grupo 2 fue superior en un 13.0% al grupo 1; para FSTAC, el grupo 2 fue superior en un 13.6 % al grupo 1; para FSFAC, el grupo 2 fue superior en un 19.2 % al grupo 1. Por otra parte, no se registraron diferencias significativas entre los grupos de genotipos para la variable FSTAC. La única variable donde el grupo 1 registró diferencias significativas en comparación con el grupo 2 fue en FSEAC, donde los tipos primaverales registraron un 423.5 % más forraje de espigas que el grupo 2 (Cuadro 5).

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	30.776 a	4.343 b	3.195 a	1.144 b	0.003 b	14.0 c	0.725 a
2	15.668 b	3.161 c	2.335 b	0.826 c	0.000 b	20.0 a	0.744 a
3	31.862 a	5.431 a	2.939 a	2.462 a	0.028 a	17.0 b	0.553 b
DMS	2.997	0.543	0.373	0.241	0.017	0.013	0.027
GRUPOS							
1	23.805 b	3.915 b	2.471 b	1.419 a	0.024 a	18.0 a	0.649 b
2	26.906 a	4.450 a	2.946 a	1.498 a	0.005 b	17.0 a	0.683 a
DMS	2.333	0.422	0.290	0.188	0.013	0.01	0.021

**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

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

		CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS				
FV	GL	FVAC (t ha ⁻¹)	FSTOTAC (t ha ⁻¹)	FSFAC (t ha ⁻¹)	FSTAC (t ha ⁻¹)	FSEAC (t ha ⁻¹)
REP	3	803.95 *	2.41 ns	0.98 ns	0.44 ns	0.0004 ns
GRUPOS	1	1794.98 **	53.59 **	42.21 **	1.14 ns	0.06 **
ERROR	103	217.81	7.72	4.40	1.35	0.008
TOTAL	107					
MEDIA GENERAL		78.305	12.935	8.470	4.434	0.031
CV %		18.8	21.4	24.7	26.2	293.6

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

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

GRUPOS	FVAC (t ha ⁻¹)	FSTOTAC (t ha ⁻¹)	FSFAC (t ha ⁻¹)	FSTAC (t ha ⁻¹)	FSEAC (t ha ⁻¹)
1	71.415 b	11.745 b	7.413 b	4.259 a	0.072 a
2	80.718 a	13.352 a	8.840 a	4.495 a	0.017 b
DMS	6.427	1.210	0.913	0.506	0.040

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

Los resultados de los análisis de varianza de las variables evaluadas y las pruebas de medias correspondientes al considerar todo el conjunto de genotipos estudiados (Cuadros 1 y 2 del Apéndice), demuestran 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 (primaverales e intermedios-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 intermedio-invernal, además de registrar una mayor producción de forraje seco foliar y porcentaje de hoja, concordando con lo reportado por Lozano del Río (2002), Morales (2003), Alfaro (2008) y Ruiz Machuca (2010), que al evaluar materiales de triticale de diferentes hábitos de crecimiento, encontraron que los tipos invernales e intermedios-invernales presentan los mayores rendimientos bajo el sistema de cortes o pastoreos

múltiples en comparación con genotipos de hábito primaveral o facultativo (Figura 2).

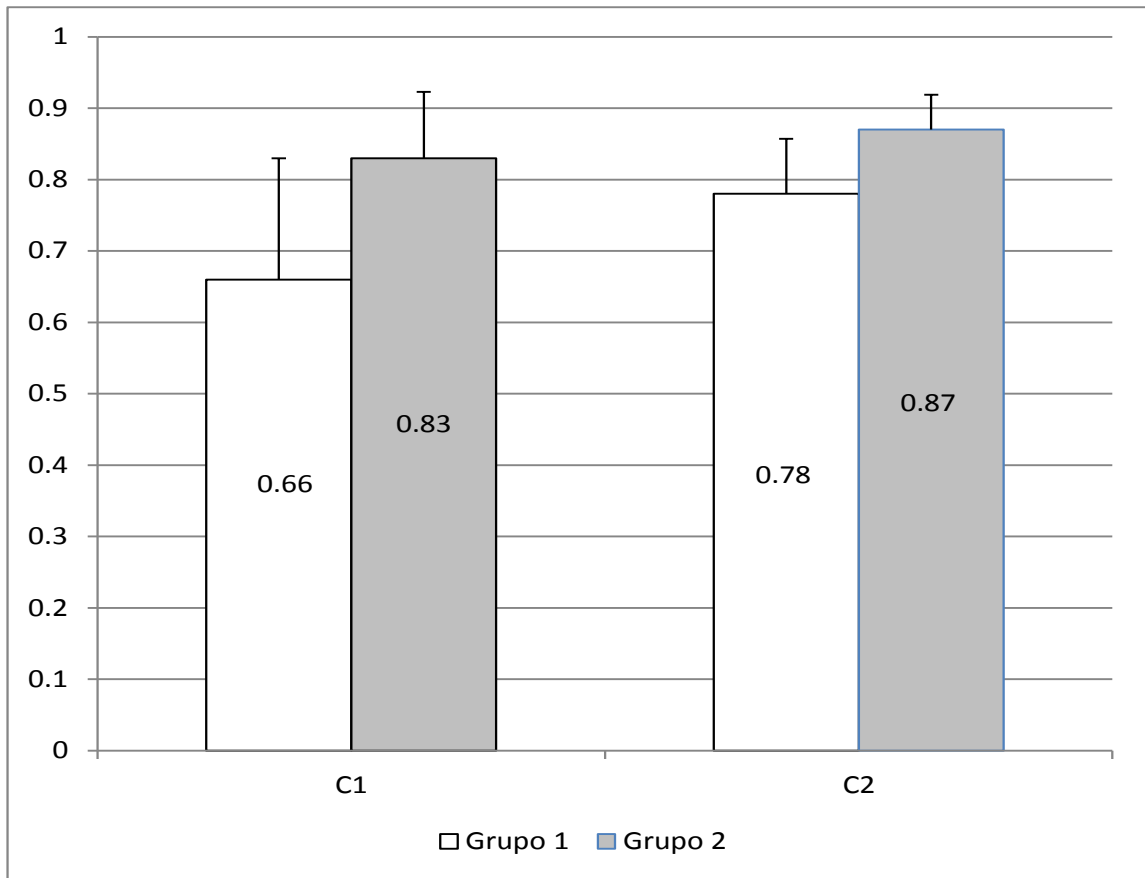


Figura 2. Porcentaje de rebrote después de cada corte de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale evaluados en el estudio.

Por otra parte, en este estudio, para el tercer corte, los tratamientos de tipo intermedio-invernal registraron significativamente mayor capacidad de rebrote que los de hábito primaveral, 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 (primaveral) mostró ventaja sólo en el primer corte sobre el tipo semitardío

(grupo2, intermedio-invernal), debido a su mayor precocidad y a su mayor velocidad en la acumulación de materia seca en comparación con el tipo semitardío en la primera parte del ciclo productivo; sin embargo, los genotipos semitardíos, 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.

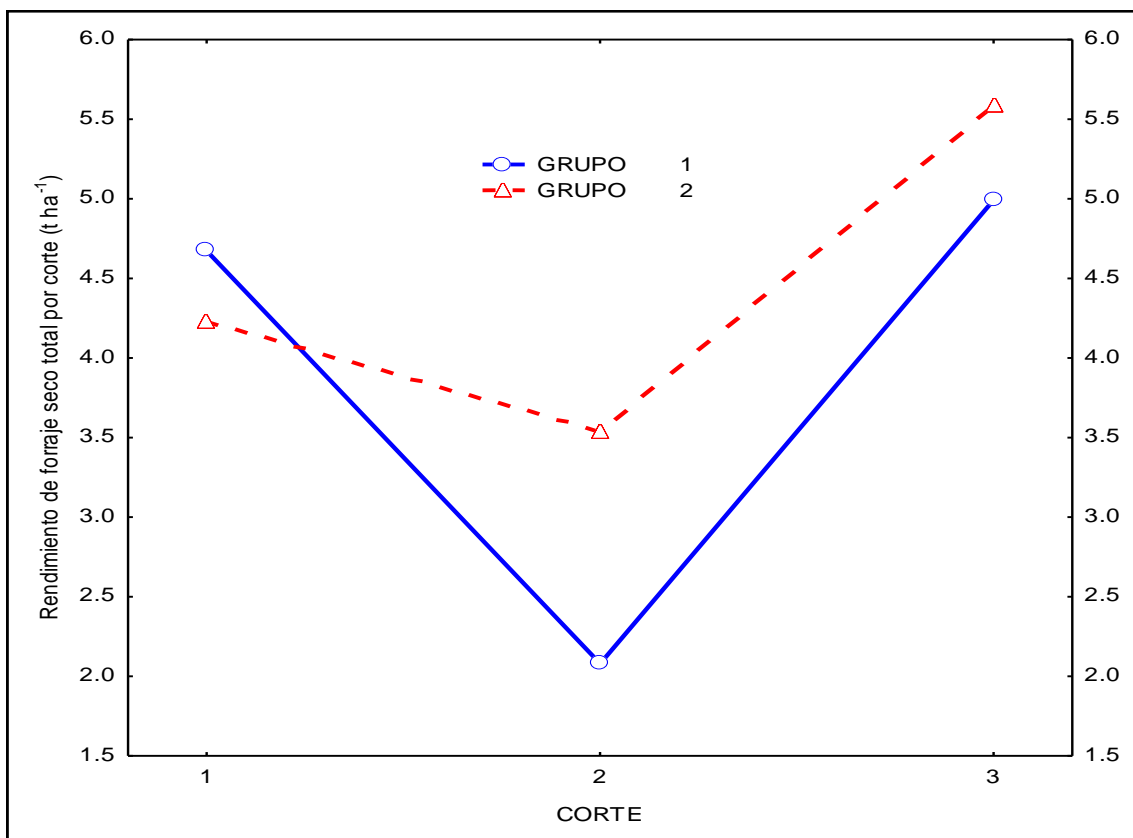


Figura 3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Los resultados encontrados coinciden con lo reportado por Barnett y Stanley (1975) y Brown y Almodares (1976) para producción de forraje seco. Leana (2000) reporta datos similares tanto para la producción de forraje verde

como seco al evaluar genotipos de triticale con hábito de crecimiento facultativo, intermedio e intermedio-invernal; dentro de los materiales testigos utilizó la avena Cuauhtémoc, la cual fue superada en producción global por una línea de triticale de hábito intermedio-invernal en 65.0% para forraje verde y para forraje seco en 66.3%.

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

También, en este estudio, la tendencia de los materiales a 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 (intermedio-invernal), registraron una RHT mayor a la del grupo 1 (primaverales) 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.

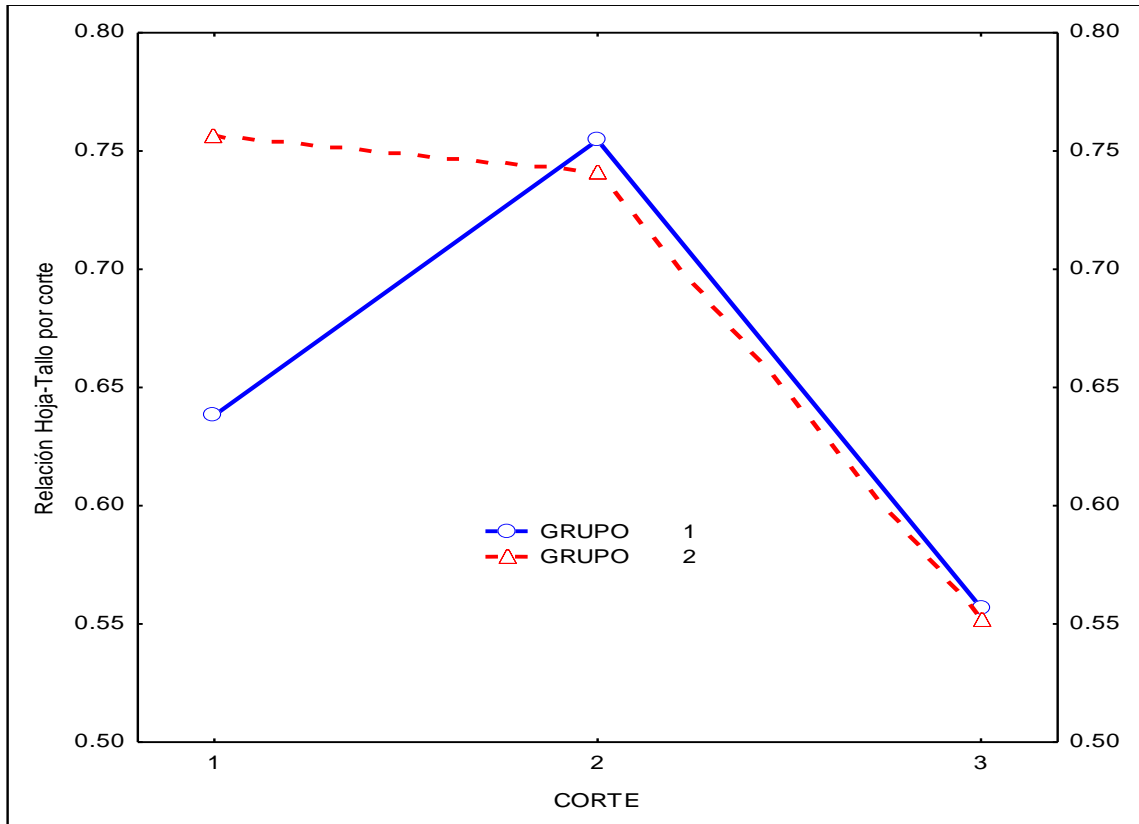


Figura 4. Relación hoja-tallo de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

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 producción de hojas en relación a tallos, en comparación con triticales primaverales e intermedios, avenas y trigos.

Patrones de producción

Evaluación por cortes.

En este estudio, se observaron las siguientes tendencias; al primer corte, el mayor desarrollo y crecimiento lo registraron los tipos primaverales (Grupo 1) en comparación con el tipo intermedio-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 intermedios-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 (primaverales, 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 intermedios-invernales. Después del primer corte y al realizar el muestreo previo al segundo, se observó que los tratamientos más tardíos (tipo intermedio-invernal, Figura 2), presentaron una mayor capacidad de rebrote en comparación con los tipos intermedios y primaverales. Esto mismo ocurrió después del segundo corte, ya que se registraron los mismos

resultados, demostrando que para verdeo y/o pastoreo, los genotipos intermedios-invernales tienen una mayor capacidad de rebrote y amacollamiento, en comparación con los tipos primaverales, que desde el segundo corte disminuyeron su rendimiento y aún más durante el tercero, demostrando que para este tipo de práctica no son los más recomendables.

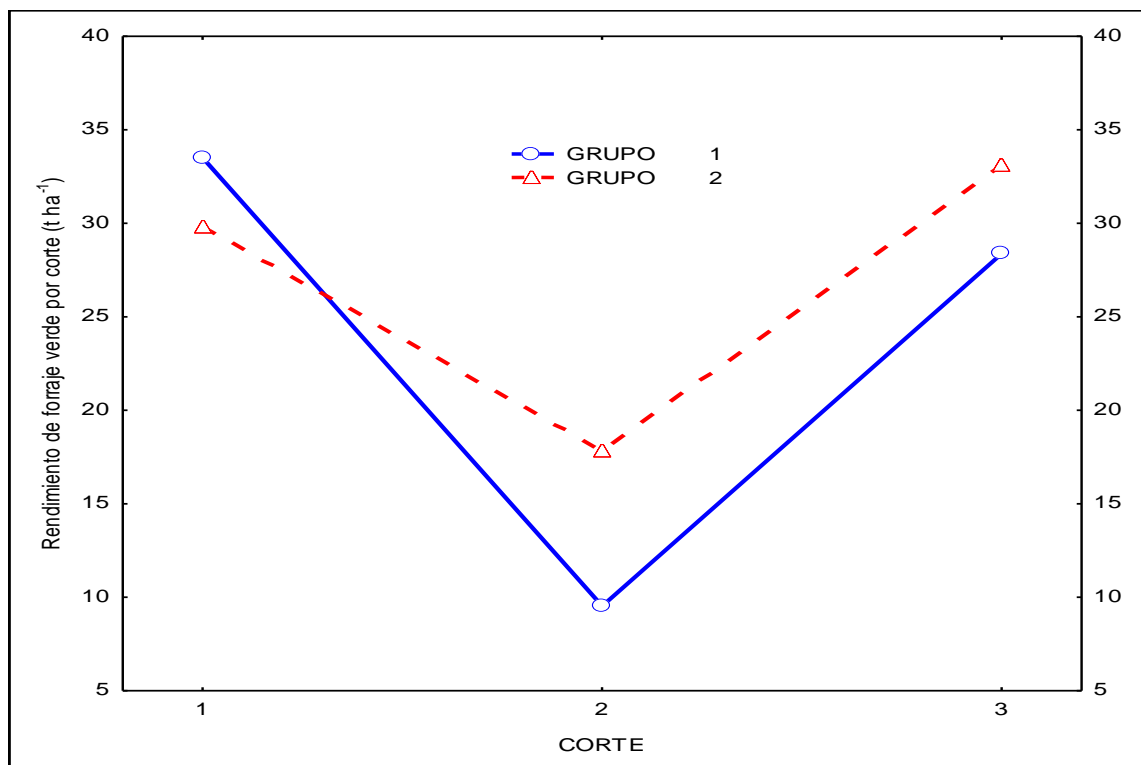


Figura 5. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Ligado a la relación hoja-tallo (RHT) de los tipos evaluados, el grupo 2 (intermedios-invernales), registró significativamente mayor forraje seco foliar (FSF) que los tipos primaverales (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.

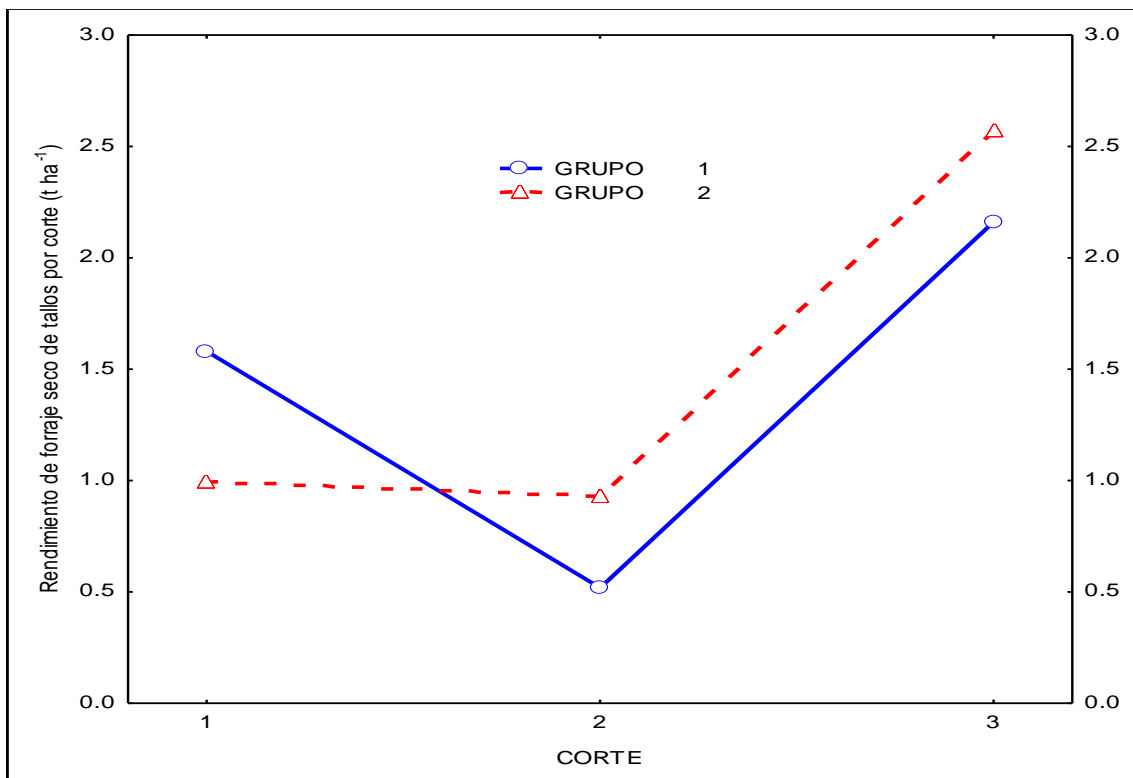


Figura 6. Patrones de acumulación de forraje seco de tallos (FSTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

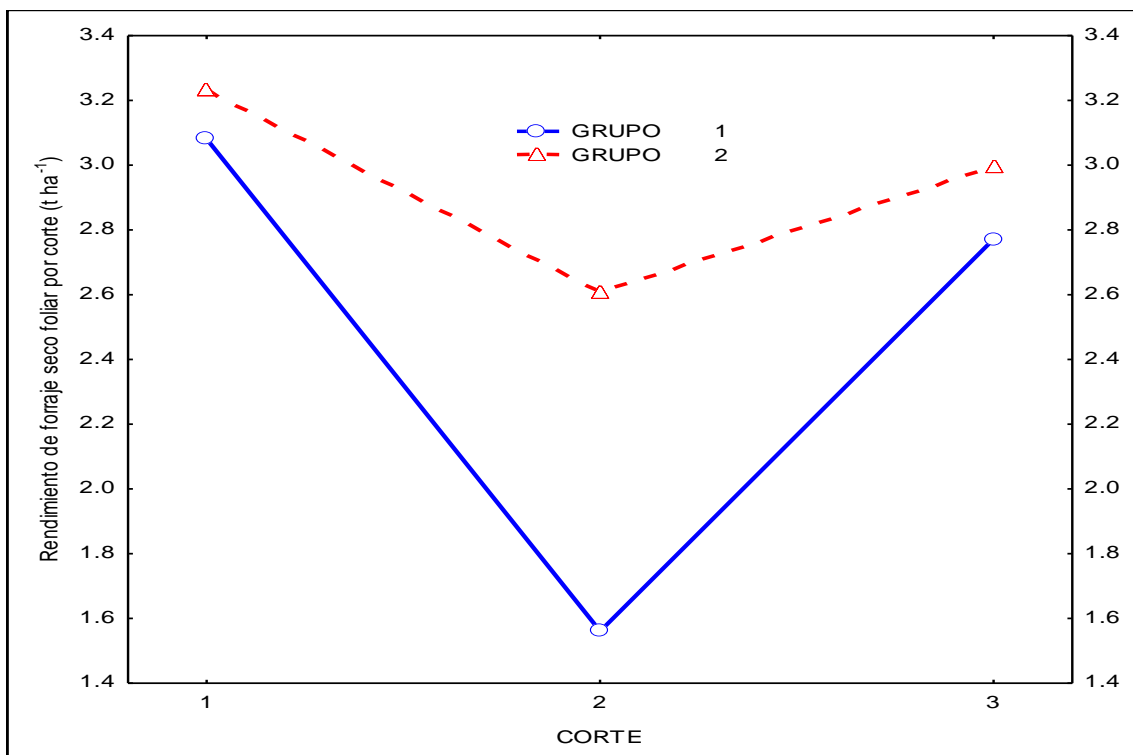


Figura 7. Patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Por otra parte, los genotipos del grupo 2 (intermedio-invernal) registraron en promedio un mayor porcentaje de materia seca (% MS) y una menor proporción de espigas (FSE) que los tipos primaverales (Grupo 1, Figuras 8 y 9).

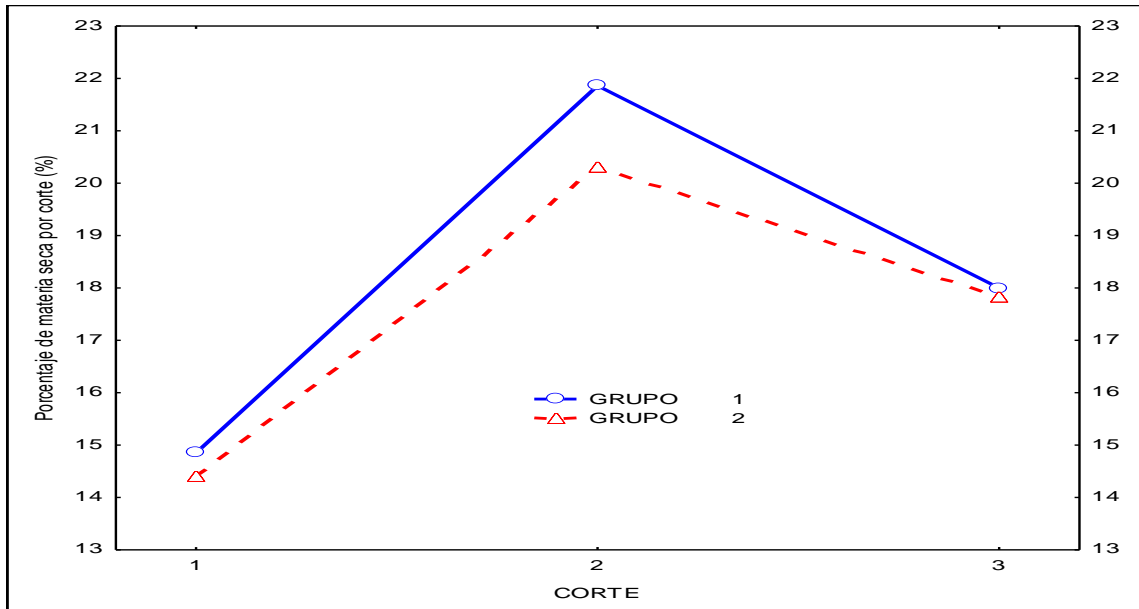


Figura 8. Porcentaje de materia seca de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

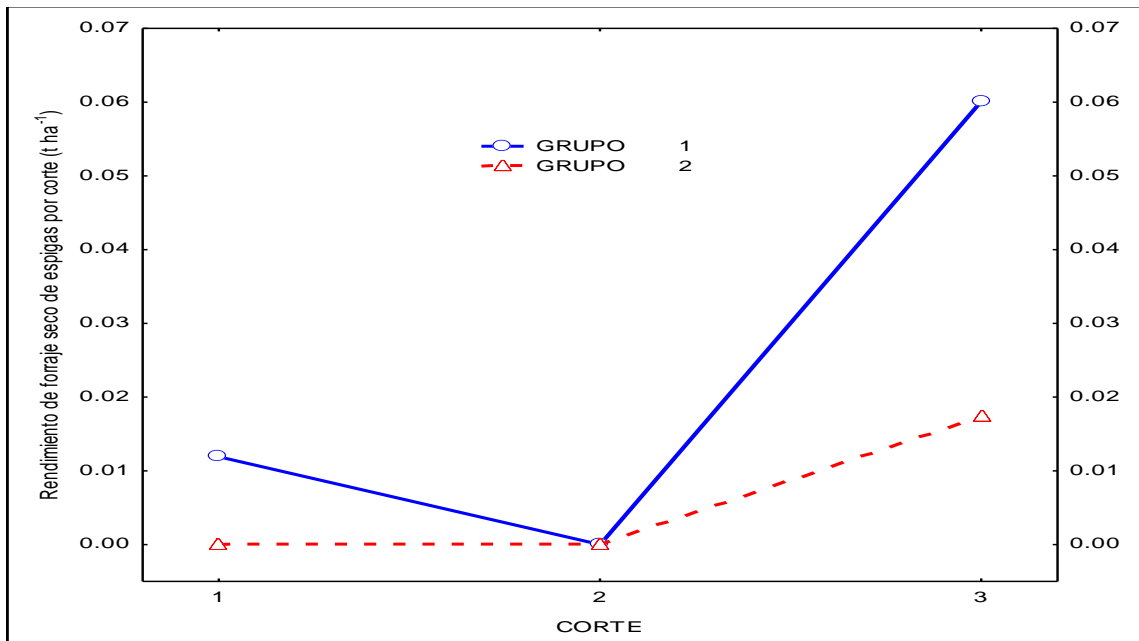


Figura 9. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

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 con los resultados de los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias, se detectó una gran variabilidad genética para las características evaluadas entre los genotipos utilizados en este experimento, tanto entre grupos como dentro de cada grupo o hábito de crecimiento.
- Se identificaron diferentes patrones de comportamiento productivo entre los tipos (grupos) de triticales evaluados, debido principalmente a su diferente fenología y hábito de crecimiento.
- Las principales características de los materiales pertenecientes al hábito de crecimiento intermedio-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 primaveral (grupo 1), fueron principalmente su mayor capacidad de rebrote y relación hoja-tallo.
- En base a lo anterior, los triticales intermedios-invernales se recomiendan para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o pastoreos múltiples, ya que fueron significativa y positivamente diferentes a los tipos primaverales 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 invernol 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. 1998. 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 7 fueron líneas experimentales de triticale con hábito de crecimiento primaveral (precoz), incluyendo el testigo comercial AN38, y 20 del tipo intermedio-invernal, (semitardío), incluyendo los testigos AN66 y AN184. 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 intermedio-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 primaveral (grupo 1), fueron principalmente su mayor capacidad de rebrote y relación hoja-tallo. En base a lo anterior, los triticales intermedios-invernales se recomiendan para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o pastoreos múltiples, ya que fueron significativa y positivamente diferentes a los tipos primaverales en los tres principales parámetros de producción de forraje de invierno de alta calidad: forraje verde, forraje seco foliar y forraje seco total.

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

APÉNDICE

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

		CUADRADOS MEDIOS															
VARIABLES																	
FV	GL	FVC1	FVC2	FVC3	FSTC1	FSTC2	FSTC3	FSFC1	FSFC2	FSFC3	FSTAC1	FSTAC2	FSTAC3	FSEC3	%MSC1	%MSC2	%MSC3
REP	3	156.73 ns	4.40 ns	270.41 ns	0.41 ns	0.22 ns	0.91 ns	0.27 ns	0.15 ns	0.25 ns	0.01 ns	0.01 ns	0.21 ns	0.020 ns	0.003 ns	0.002 *	0.005 **
VAR	26	116.46 *	180.46 **	212.55 **	4.62 ns	6.16 **	5.46 **	2.60 ns	2.88 **	1.31 **	1.24 **	0.74 **	2.27 **	0.0004 **	0.002 ns	0.001 **	0.0008 ns
ERROR	78	58.67	21.61	104.89	3.36	0.80	2.49	2.28	0.49	0.64	0.21	0.06	0.73	0.005	0.003	0.0008	0.001
TOTAL	107																
MEDIA GENERAL		30.775	15.667	31.862	4.343	3.161	5.431	3.195	2.334	2.939	1.144	0.826	2.462	0.031	14.5	20.6	17.8
CV %		24.8	29.6	32.1	42.2	28.4	29.08	47.3	30.0	27.3	40.8	30.7	34.7	228.1	39.1	13.6	19.6

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 (Tukey, (P<0.05), de las características evaluadas en el experimento. Aldama, Chih., ciclo 2018-2019.

VARIEDAD	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	32.556 ab	5.456 e	29.167 abc	4.178 a	1.318 h	5.201 ab	2.844 a	0.998 f	3.055 ab	1.334 bcdef	0.320 g	2.041 abc	1.104 ab	13.0 a	24.0 a	17.0 a
4	20.722 b	18.743 bcd	25.854 abc	4.355 a	2.521 defgh	5.510 ab	3.531 a	1.764 cdef	2.944 ab	0.825 cdef	0.756 defg	1.565 abc	0.000 b	22.0 a	15.0 b	17.0 a
9	29.222 ab	9.582 de	33.222 abc	3.879 a	1.975 efgh	5.574 ab	2.609 a	1.532 def	3.494 ab	1.269 bcdef	0.442 fg	2.080 abc	0.000 b	15.0 a	21.0 ab	16.0 A
10	36.056 ab	9.459 de	31.792 abc	5.739 a	1.975 efgh	5.477 ab	3.134 a	1.511 def	2.733 ab	2.605 a	0.442 fg	2.614 abc	0.129 ab	16.0 a	20.0 ab	17.0 a
14	35.444 ab	6.104 e	31.348 abc	3.442 a	1.272 h	5.273 ab	1.837 a	0.931 f	3.055 ab	1.605 abcde	0.341 g	2.141 abc	0.000 b	11.0 a	20.0 ab	17.0 a
16	23.445 ab	32.464 a	37.827 abc	3.838 a	6.142 a	6.727 ab	3.418 a	4.408 a	2.892 ab	0.420 ef	1.733 ab	3.834 ab	0.000 b	16.0 a	18.0 ab	17.0 a
18	33.195 ab	13.813 de	35.125 abc	3.103 a	2.795 cdefgh	5.859 ab	2.199 a	2.127 cdef	3.515 ab	0.904 bcdef	0.668 efg	2.344 abc	0.000 b	10.0 a	20.0 ab	16.0 a
19	34.195 ab	10.112 de	36.347 abc	4.526 a	1.818 fgh	6.147 ab	2.745 a	1.306 ef	3.197 ab	1.780 abcd	0.511 fg	2.949 abc	0.000 b	13.0 a	17.0 ab	16.0 a
20	27.278 ab	18.889 bcd	47.500 ab	3.296 a	3.554 bcdefgh	7.722 a	2.551 a	2.505 abcdef	4.504 a	0.745 cdef	1.049 bcdef	3.217 ab	0.000 b	11.0 a	18.0 ab	17.0 a
21	30.195 ab	10.695 de	33.229 abc	4.511 a	2.338 defgh	5.535 ab	3.363 a	1.984 cdef	3.072 ab	1.148 bcdef	0.353 g	2.463 abc	0.000 b	15.0 a	21.0 ab	16.0 a
24	29.197 ab	18.743 bcd	33.722 abc	3.714 a	3.801 abcdefg	5.652 ab	2.836 a	2.508 abcdef	3.087 ab	0.878 cdef	1.293 abcd	2.594 abc	0.000 b	13.0 a	22.0 ab	16.0 a
26	25.473 ab	29.334 ab	42.417 abc	3.282 a	5.649 ab	5.748 ab	2.949 a	4.043 ab	2.472 ab	0.332 f	1.606 abc	3.123 ab	0.152 ab	12.0 a	19.0 ab	17.0 a
27	41.806 a	12.560 de	24.556 bc	6.790 a	2.964 cdefgh	4.201 ab	4.639 a	2.309 bcdef	2.454 ab	2.151 ab	0.655 efg	1.747 abc	0.000 b	16.0 a	23.0 a	17.0 a
29	31.667 ab	20.295 abcd	32.125 abc	4.094 a	3.453 bcdefgh	5.784 ab	3.061 a	2.631 abcdef	2.805 ab	1.033 bcdef	0.821 defg	2.978 abc	0.000 b	12.0 a	17.0 ab	18.0 a
DMS	20.774	12.609	27.776	4.973	2.434	4.2842	4.103	1.903	2.179	1.27	0.688	2.320	0.195	15.4	7.6	9.5

Cuadro 2A- continuación

31	21.306 ab	20.753 abcd	52.354 a	3.022 a	4.212 abcdef	7.604 a	2.709 a	3.109 abcde	3.547 ab	0.314 f	1.103 bcdef	3.860 a	0.1960 a	14.0 a	20.0 ab	16.0 a
32	25.250 ab	14.841 cde	42.639 abc	3.480 a	3.082 cdefgh	7.539 a	2.816 a	2.405 bcdef	3.875 ab	0.663 def	0.677 efg	3.664 ab	0.000 b	12.0 a	20.0 ab	17.0 a
35	25.667 ab	12.903 de	33.889 abc	3.034 a	2.648 defgh	5.979 ab	2.132 a	1.987 cdef	2.617 ab	0.904 bcdef	0.670 efg	3.361 ab	0.000 b	15.0 a	20.0 ab	17.0 a
36	25.667 ab	14.459 cde	37.118 abc	3.578 a	2.816 cdefgh	6.247 ab	2.928 a	2.202 bcdef	3.316 ab	0.650 def	0.606 efg	2.930 abc	0.000 b	13.0 a	19.0 ab	16.0 a
39	31.083 ab	13.235 de	23.333 bc	3.923 a	2.637 defgh	4.270 ab	3.256 a	2.214 bcdef	2.405 ab	0.667 def	0.423 f g	1.864 abc	0.000 b	10.0 a	21.0 ab	18.0 a
42	32.861 ab	26.453 abc	24.250 bc	5.160 a	5.090 abc	4.250 ab	3.788 a	3.258 abcd	2.727 ab	1.372 abcdef	1.832 a	1.522 bc	0.000 b	15.0 a	19.0 ab	17.0 a
44	38.972 ab	13.722 de	31.465 abc	5.958 a	3.157 cdefgh	5.634 ab	4.508 a	2.410 bcdef	3.301 ab	1.449 abcdef	0.747 defg	2.331 abc	0.000 b	15.0 a	23.0 ab	17.0 a
45	32.00 ab	20.164 abcd	26.903 abc	4.497 a	4.330 abcde	5.048 ab	3.482 a	2.950 abcde	2.826 ab	1.014 bcdef	1.379 abcd	2.221 abc	0.000 b	14.0 a	21.0 ab	19.0 a
48	32.861	16.569 cde	27.200 abc	3.956 a	3.602 bcdefgh	4.995 ab	2.751 a	2.542 abcdef	2.484 ab	1.205 bcdef	1.060 bcdef	2.410 abc	0.000 b	12.0 a	21.0 ab	19.0 a
49	39.694 ab	14.243 cde	27.883 abc	6.553 a	2.816 cdefgh	4.894 ab	5.472 a	2.202 bcdef	2.886 ab	1.080 bcdef	0.660 efg	2.008 abc	0.000 b	19.0 a	20.0 ab	17.0 a
51	28.750 ab	5.296 e	18.000 c	4.966 a	1.548 gh	3.535 ab	2.921 a	1.206 ef	1.716 b	1.962 abc	0.341 g	1.631 abc	0.2710 a	16.0 a	24.0 a	20.0 a
52	30.444 ab	14.149 cde	23.706 bc	4.373 a	3.293 bcdefgh	4.428 ab	3.478 a	2.465 bcdef	2.104 ab	0.894 bcdef	0.826 defg	2.013 abc	0.000 b	14.0 a	23.0 a	18.0 a
53	36.250 ab	20.000 abcd	17.313 c	6.026 a	4.494 abcde	2.783 b	4.321 a	3.528 abc	2.008 b	1.705 abcd	0.966 cdefg	0.774 c	0.000 b	16.0 a	21.0 ab	23.0 a
DMS	20.774	12.609	27.776	4.9738	2.434	4.284	4.103	1.903	2.179	1.27	0.688	2.320	0.195	0.154	0.076	0.095

**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.