

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Patrones de Producción en Triticales Primaverales e Intermedios-Invernales a  
Través de Cortes Sucesivos en Matamoros, Coahuila.

Por:

**KARINA DEL ROSARIO PÉREZ PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México.  
Diciembre de 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Patrones de Producción en Triticales Primaverales e Intermedios-Invernales a  
Través de Cortes Sucesivos en Matamoros, Coahuila.

Por

**KARINA DEL ROSARIO PÉREZ PÉREZ**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

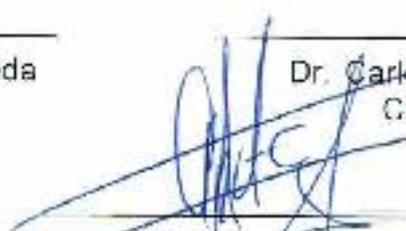
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alejandro Javier Lozano del Río  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Antonio Flores Naveda  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos  
Coasesor

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

Saltillo, Coahuila, México.  
Diciembre de 2019.



## **DEDICATORIA**

**A Dios.** Gracias por ser mi base moral, por cada día en el que me permitiste despertar no solo con vida, sino que también continuar con salud, fuerzas y empeño; tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda. Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

**A mis padres.**

**Amando Pérez Santiago.**

**Ma. América Pérez Hernández**

**Papá.** : Quiero agradecerte por todas las enseñanzas y consejos que me has dado, por no dejarme caer y por apoyarme siempre, por todos los sacrificios que has hecho por darme una educación, admiro mucho su fortaleza, gracias a ti hoy puedo decir que se cumplió la meta y quiero que te sientas orgulloso de tu hija, muchas gracias papá, te amo.

**Mamá.** Gracias por tu cariño y tus cálidas palabras de aliento que siempre fueron un poderoso motivo para sacar mi carrera adelante, gracias por creer siempre en mí, por las bendiciones que me has dado y las oraciones que has hecho por mí, tus esfuerzos son impresionantes y todo el amor que me has dado para mí es incomparable, de verdad tengo mucho que agradecerle, no alcanzaría esto para decirte lo que siento, te amo mami.

**A mis hermanas, Dori, Mayra y Landi.** Gracias por la confianza y por siempre creer en mí, porque ese voto que tuvieron conmigo me ha permitido explorar y aventurarme para cumplir mis metas. Me han impulsado a conseguir más de lo que jamás podría haber soñado, y todo se los debo a ustedes, son las mejores hermanas que Dios pudo darme, las amo.

**A mis sobrinos, Carlos Daniel y Jhoanna.** Quienes llenan mis días de alegría, esto es para ustedes, espero y sea una fuente de inspiración para que siempre piensen en superarse en la vida, los amo.

**A mis abuelos, Caralampio y Amparo.** Por sus sabios consejos y motivación para que siguiera estudiando, los llevo siempre en mi corazón.

**A mis tíos y tías.** Gracias por ser tan buenas personas conmigo, por sus sabios consejos y por confiar en mí.

A mis amigos, por estar siempre conmigo, por brindarme su amistad: **Georgina, Samuel, Urías, Keyla,** quienes siempre me han motivado a seguir adelante siendo mis mejores amigos y estando presentes durante toda o la mayor parte de la realización y el desarrollo de esta tesis. A **Veli, Adriana, Antelmo, Keny, Deysi, Daniel, Paola y Marlene** por brindarme su cariño y confianza. A todos ustedes muchas gracias, los quiero mucho.

## 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, por darme la oportunidad de ampliar mis horizontes y así poder conocer a tantas personas tan maravillosas.

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.....   | 14 |
| Material genético utilizado.....                           | 14 |
| Preparación del terreno.....                               | 16 |
| Fecha de siembra.....                                      | 16 |
| Tamaño de parcela experimental.....                        | 16 |
| Fertilización.....   | 16 |
| Riegos.....  | 17 |
| Control de plagas, enfermedades y malezas.....             | 17 |
| Cortes.....  | 17 |
| Diseño experimental utilizado en campo.....                | 18 |
| Variables registradas.....                                 | 18 |
| Análisis estadísticos.....                                 | 20 |

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

## ÍNDICE DE CUADROS

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

## 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 triticale evaluados en el estudio.....                    | 45 |
| 3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo...        | 46 |
| 4 Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....             | 48 |
| 5. Patrones de acumulación de forraje seco de tallos (FSTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo..... | 49 |
| 6. Patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....     | 49 |
| 7. Porcentaje de materia seca de los dos diferentes hábitos de crecimiento.  | 50 |
| 8. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo..... | 50 |
| 9. Patrón de altura de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....   | 51 |
| 10. Porcentaje de contribución de hojas de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....                     | 52 |
| 11. Porcentaje de contribución de espigas de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....                   | 53 |
| 12. Porcentaje de contribución de tallos de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....                    | 54 |
| 13. Patrón de índice de vegetación de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....                          | 55 |
| 14. Porcentaje de área verde de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....                                | 56 |
| 15. Porcentaje de área más verde de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.....                            | 56 |

## INTRODUCCIÓN

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

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

se caracteriza por presentar zonas agrícolas de riego altamente productivas, como por ejemplo, la Comarca Lagunera y el sureste del estado de Chihuahua, ubicadas en el Desierto Chihuahuense. Estas 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 de la Región Lagunera.
- Evaluar el potencial productivo de biomasa total de los dos tipos de triticale forrajero bajo las condiciones de la Región Lagunera.
- Identificar el tipo o hábito de crecimiento de triticale con mayor capacidad de rebrote bajo las condiciones de la Región Lagunera.

### **HIPÓTESIS**

- a) No existen diferencias en la producción de biomasa foliar entre los triticales de los mencionados hábitos 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 triticale**

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

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

## **Clasificación.**

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

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

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

Otra clasificación depende de su dotación cromosómica: triticales completos, que son los que poseen la dotación completa del centeno, es decir, poseen el genomio R completo, y los triticales substituídos, en los cuales algunos cromosomas del genomio R, han sido sustituidos por cromosomas procedentes del genomio D del trigo harinero. Para saber si un triticale es de tipo completo o

de tipo sustituido 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, 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 hojatallo, 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 último triticales de invierno. Para la etapa fenológica, en las tres primeras etapas, emergencia, amacollamiento y encañe no reportó diferencias muy notables en su desarrollo; posteriormente para la etapa de hoja bandera y madurez fisiológica, las de tipo primaveral fueron las más precoces, intermedios los triticales facultativos y tardíos los de tipo invernacional.

## **Acumulación de biomasa**

La biomasa acumulada por las plantas es el producto final de la actividad fotosintética y es la reserva de nutrientes de la mayoría de las plantas. La porción de biomasa asignada a la producción de semilla en cereales se llama índice de cosecha. En cereales de grano pequeño, el rendimiento de grano está estrechamente relacionado con la producción de biomasa e índice de cosecha (Austin *et al.*, 1980). Comprender el proceso de la acumulación de biomasa durante la estación de crecimiento y la relación entre el rendimiento de grano y biomasa puede ayudar a alcanzar el más alto rendimiento a través de la nutrición y mejores prácticas agronómicas. Bajo condiciones de crecimiento óptimas, el rendimiento de grano normalmente se incrementa cuando se incrementa el total de materia seca y el consumo de nutrientes (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 triticales para uso forrajero, principalmente para cortes múltiples o pastoreo (Lozano del Río *et al.*, 2002a; 2002b). En este tipo de explotación es imprescindible que los genotipos tengan una alta capacidad de rebrote, la cual depende principalmente, del hábito de crecimiento y de la etapa fenológica del corte, además de las condiciones climáticas, las prácticas de

manejo, la humedad y fertilidad del suelo y de la presión del corte o pastoreo, entre otras (Poysa, 1985).

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

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del sitio experimental

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

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

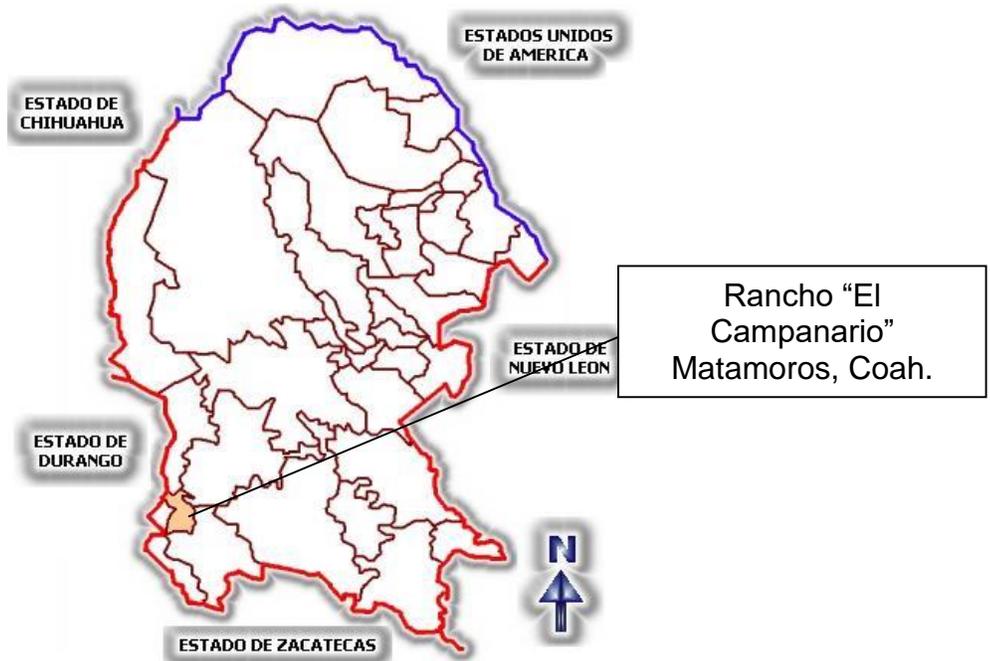


Figura 1. Diagrama de la localización geográfica del sitio experimental.

## **Clima**

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

## **Características del suelo**

Este es de tipo xerosol, suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, es calcárico. Los terrenos son planos, ligeramente ondulados, con pendientes menores al 8%, de textura media.

## **Material genético utilizado**

En el Cuadro 1 se presenta la lista de los 27 genotipos utilizados en el experimento, de los cuales 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.

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

| <b>LISTA DE GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO, ALDAMA, 2018-2019</b> |  |              |              |                                  |
|---|--|--------------|--------------|----------------------------------|
| <b>VARIEDAD</b>   | <b>ORIGEN:<br/>MATAMOROS<br/>2017-2018</b> | <b>CLAVE</b> | <b>GRUPO</b> | <b>HÁBITO DE<br/>CRECIMIENTO</b> |
| 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                       |
| 25  | AN38                                       | TESTIGO      | 1            | Primaveral                       |
| 26  | AN66                                       | TESTIGO      | 2            | Intermedio-invernal              |
| 27  | AN184                                      | TESTIGO      | 2            | Intermedio-invernal              |

Nota: Primaveral= precoz; Intermedio-invernal= semitardío

## **Preparación del terreno**

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

## **Fecha de siembra**

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

## **Tamaño de parcela experimental**

Cada unidad experimental estuvo conformada por 6 surcos de 10 m de largo por 30 cm entre hileras (18.0 m<sup>2</sup>).

## **Fertilización**

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

## **Riegos**

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

Riego 1. Noviembre 04 de 2018

Riego 2. Diciembre 02 de 2018

Riego 3. Enero 03 de 2019

Riego 4. Enero 24 de 2019

Riego 5. Febrero 26 de 2019

Riego 6. Marzo 20 de 2019

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

## **Control de plagas, enfermedades y malezas.**

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

## **Cortes**

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

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

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

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

Duración total del ciclo: 163 días

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

### **Diseño experimental utilizado en campo**

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

### **Variables registradas**

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

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

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

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

### **Análisis estadísticos**

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

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

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

Donde:

i = repeticiones

k = grupos

Donde:

Y<sub>ij</sub> = Variable observada.

$\mu$  : = 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.

$\mu$  = 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..

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

### **Pruebas de comparación de medias**

Se realizaron pruebas de comparación de medias para las variables estudiadas, entre variedades y grupos por corte, entre cortes y grupos del análisis combinado, y entre grupos para forraje acumulado, utilizando la prueba de Tukey al 0.05 % probabilidad. Adicionalmente se calculó el coeficiente de variación para las variables estudiadas, esto con la finalidad de verificar el grado de precisión con la que se realizó el experimento utilizando la siguiente fórmula:

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

Donde:

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

$\bar{x}$  = Media general del carácter.

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

## RESULTADOS

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

El cuadro 2 muestra el análisis de varianza para el primer corte donde la fuente de variación REP presentó diferencias altamente significativas para las variables FV, FST, FSTA y FSH; el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables FST, FSTA, ALTURA, CONTH, GA y NDVI; las variables FV, %MS y GGA mostraron diferencias significativas. El resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 1.5 y 44.4 %.

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

|               |    | CUADRADOS MEDIOS            |                                |                               |                              |                |           |              |              |              |              |             |
|---------------|----|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| FV            | GL | FV<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA<br>(cm) | MS<br>%   | CONTH<br>%   | CONTTA<br>%  | NDVI         | GA           | GGA         |
| REP           | 1  | 3791.269<br>**              | 48.612<br>**                   | 7.308<br>**                   | 18.226<br>**                 | 89.5<br>ns     | 3.3<br>ns | 0.06<br>ns   | 0.06<br>ns   | 0.0006<br>ns | 0.0001<br>ns | 0.001<br>ns |
| GRUPOS        | 3  | 316.309<br>*                | 7.354<br>**                    | 4.547<br>**                   | 0.335<br>ns                  | 1112.3<br>**   | 8.8<br>*  | 1004.3<br>** | 1004.3<br>** | 0.01<br>**   | 0.002<br>**  | 0.007<br>*  |
| ERROR         | 3  | 49.524                      | 0.844                          | 0.268                         | 0.357                        | 99.3           | 2.1       | 103.9        | 103.9        | 0.0006       | 0.0002       | 0.001       |
| TOTAL         | 7  |                             |                                |                               |                              |                |           |              |              |              |              |             |
| MEDIA GENERAL |    | 28.354                      | 3.023                          | 1.165                         | 1.856                        | 65.0           | 10.5      | 62.1         | 37.8         | 0.85         | 0.9          | 0.8         |
| CV %          |    | 24.818                      | 30.409                         | 44.424                        | 32.184                       | 15.3           | 14.0      | 16.3         | 26.9         | 2.96         | 1.5          | 3.9         |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde..

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

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 3):

**Forraje verde:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; el grupo 1 (primaveral) registró el valor más alto con 31.248 t/ha, superando en un 14.1% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 27.342 t/ha.

**Forraje seco total:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 31.248 t/ha, superando en un 20.7% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 2.868 t/ha.

**Forraje seco de tallo:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 1.512 t/ha, superando en un 44.8% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 1.044 t/ha.

**Forraje seco de hoja:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor biológico con 1.951 t/ha, superando en un 6.9% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 1.824 t/ha.

**Altura:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 70.511 cm, superando en un 11.5% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un vade 63.188 cm.

**Porcentaje de materia seca:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 10.9 %, superando en un 6.3% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 10.3 %.

**Contribución de hoja:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 63.9 %, superando en un 12.2% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 57.0 %.

**Contribución de tallo:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 42.9 %, superando en un 19.3% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 36.0 %.

**Índice de vegetación normalizada (NDVI):** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos; sin embargo, el grupo 2 (intermedio-invernal) registró el mayor valor con 0.86, superando en un 3.3% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.83.

**Área verde (GA):** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 0.98, superando en un 1% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.97.

**Área más verde (GGA):** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 0.88, superando en un 2% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.87.

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

| GRUPOS | REB (%)    | FV (t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT (t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA (t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH (t/ha <sup>-1</sup> ) | FSE (t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA (cm) | MS %        | CONTH %     | CONTTA %    | CONTE %   | NDVI       | GA         | GGA        |
|--------|------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|
| 1      | 0.00<br>a  | 31.248<br>a              | 3.463<br>a                  | 1.512<br>a                 | 1.951<br>a                | 0.00<br>a                 | 70.511<br>a | 10.990<br>a | 57.021<br>b | 42.979<br>a | 0.00<br>a | 0.832<br>b | 0.972<br>b | 0.871<br>b |
| 2      | 00.00<br>a | 27.342<br>b              | 2.868<br>a                  | 1.044<br>b                 | 1.824<br>a                | 0.00<br>a                 | 63.188<br>b | 10.335<br>b | 63.980<br>a | 36.020<br>b | 0.00<br>a | 0.860<br>b | 0.982<br>a | 0.889<br>a |
| DMA    | 0.00       | 3.064                    | 0.400                       | 0.225                      | 0.260                     | 0.00                      | 4.341       | 0.644       | 4.439       | 4.439       | 0.00      | 0.011      | 0.006      | 0.015      |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde; REB= rebrote; CONTE= contribución de espigas.

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

El cuadro 4 muestra los análisis de varianza para el segundo corte donde la fuente de variación REP registró diferencias altamente significativas para las variables FV, FST, FSH; las variables FSTA y % MS mostraron diferencias significativas y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables REB, FSE, ALTURA, CONTH, CONTE, NDVI, GA y GAA; para la variable FSH mostró diferencia significativa y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 6.5 y 170.1 %

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

|                      |    | CUADRADOS MEDIOS |              |             |             |             |             |             |            |             |            |             |             |             |             |
|----------------------|----|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| FV                   | GL | REB              | FV           | FSTOT       | FSTA        | FSH         | FSE         | ALTURA      | MS         | CONTH       | CONTTA     | CONTE       | NDVI        | GA          | GGA         |
| REP                  | 1  | 0.018<br>ns      | 85.997<br>** | 5.948<br>** | 1.075<br>*  | 1.882<br>** | 0.002<br>ns | 77.1<br>ns  | 117.7<br>* | 11.1<br>ns  | 10.7<br>ns | 0.001<br>ns | 0.005<br>ns | 0.016<br>ns | 0.010<br>ns |
| GRUPOS               | 3  | 0.633<br>**      | 32.797<br>ns | 0.545<br>ns | 0.092<br>ns | 1.985<br>*  | 0.957<br>** | 398.9<br>** | 5.1<br>ns  | 650.4<br>** | 0.8<br>ns  | 700.2<br>** | 0.26<br>**  | 0.070<br>** | 0.046<br>** |
| ERROR                | 3  | 0.013            | 19.015       | 1.355       | 0.300       | 0.424       | 0.051       | 28.7        | 34.4       | 72.9        | 46.7       | 25.6        | 0.004       | 0.007       | 0.006       |
| TOTAL                | 7  |                  |              |             |             |             |             |             |            |             |            |             |             |             |             |
| <b>MEDIA GENERAL</b> |    | 0.789            | 13.848       | 3.455       | 1.542       | 1.779       | 0.133       | 81.9        | 25.4       | 52.09       | 44.6       | 3.2         | 0.65        | 0.399       | 0.319       |
| <b>CV %</b>          |    | 14.877           | 31.488       | 33.689      | 35.542      | 36.634      | 170.1119    | 6.5         | 23.06      | 16.3        | 15.3       | 153.9       | 10.13       | 21.152      | 24.936      |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; FSE= forraje seco de espigas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde; REB= rebrote; CONTE= contribución de espigas.

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

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 5):

**Rebrote:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 83 % superando en un 26.3% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 66 %.

**Forraje verde:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal) registró el mayor valor biológico, con 14.174 t/ha, superando en un 9.7% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 12.916 t/ha.

**Forraje seco total:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo, el grupo 2 (intermedio-invernal) registró el mayor valor con 3.497 t/ha, superando en un 4.8% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 3.335 t/ha.

**Forraje seco de tallo:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo, el grupo 2 (intermedio-invernal) registró el mayor valor con 1.560 t/ha, superando en un 4.4% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 1.493 t/ha.

**Forraje seco de hoja:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 1.859 t/ha, superando en un 19.9% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 1.550 t/ha.

**Forraje seco de espiga:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el

valor más alto, con 0.292 t/ha, superando en un 74.3% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor menor de 0.078 t/ha.

**Altura:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 83.1 cm, superando en un 5.5% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 78.7cm.

**Porcentaje de materia seca:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 25.8 %, superando en un 1.9% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 25.3 %.

**Contribución de hoja:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 53.5 %, superando en un 11.6% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 47.9 %.

**Contribución de tallo:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal), registró el mayor valor con 44.6 %, superando en un 0.4% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 44.4 %.

**Contribución de espiga:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 7.5 %, superando en un 25.8% al grupo 2 (intermedio-invernal), con un valor de 1.7 %.

**Índice de vegetación normalizada (NDVI):** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal)

el que registró el valor más alto con 0.68, superando en un 19.4% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.57.

**Área verde (GA):** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 0.442, superando en un 15.4% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor menor 0.383.

**Área más verde (GGA):** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 0.354, superando en un 17.6% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 0.301.

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

| GRUPOS | REB        | FV<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSE<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA<br>(cm) | MS<br>%     | CONTH<br>%  | CONTTA<br>% | CONTE<br>% | NDVI       | GA         | GGA        |
|--------|------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 1      | 0.660<br>b | 12.916<br>a                 | 3.335<br>a                     | 1.493<br>a                    | 1.550<br>b                   | 0.292<br>a                   | 78.714<br>b    | 25.816<br>a | 47.950<br>b | 44.464<br>a | 7.593<br>a | 0.576<br>b | 0.442<br>a | 0.354<br>a |
| 2      | 0.834<br>a | 14.174<br>a                 | 3.497<br>a                     | 1.560<br>a                    | 1.859<br>a                   | 0.078<br>b                   | 83.100<br>a    | 25.317<br>a | 53.550<br>a | 44.670<br>a | 1.783<br>b | 0.688<br>a | 0.383<br>b | 0.301<br>b |
| DMA    | 0.051      | 1.899                       | 0.507                          | 0.238                         | 0.283                        | 0.099                        | 2.333          | 2.556       | 3.718       | 2.976       | 2.204      | 0.029      | 0.036      | 0.034      |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde; REB= rebrote; CONTE= contribución de espigas.

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

El cuadro 6 muestra los análisis de varianza para el tercer corte, donde la fuente de variación REP presentó diferencias altamente significativas para las variables NDVI, GA y GGA; el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables CONTE, GGA y NDVI; las variables REB, FSE y CONTH, mostraron diferencias significativas y el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 8.4 y 50.9%.

**Cuadro 6.- Resultados de los análisis de varianza entre grupos de genotipos en el tercer corte.**

|               |    | CUADRADOS MEDIOS |                             |                                |                               |                              |                              |                |             |            |             |             |            |             |             |
|---------------|----|------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| FV            | GL | REB              | FV<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSE<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA<br>(cm) | MS<br>%     | CONTH<br>% | CONTTA<br>% | CONTE<br>%  | NDVI       | GA          | GGA         |
| REP           | 1  | 0.006<br>ns      | 85.848<br>ns                | 3.553<br>ns                    | 0.737<br>ns                   | 0.422<br>ns                  | 0.171<br>ns                  | 25.9<br>ns     | 129.6<br>ns | 10.8<br>ns | 5.3<br>ns   | 31.7<br>ns  | 0.02<br>** | 0.036<br>** | 0.012<br>** |
| GRUPOS        | 3  | 0.036<br>*       | 49.443<br>ns                | 0.365<br>ns                    | 0.257<br>ns                   | 2.558<br>ns                  | 2.412<br>*                   | 108.6<br>ns    | 117.7<br>ns | 697.4<br>* | 11.8<br>ns  | 891.8<br>** | 0.04<br>** | 0.010<br>ns | 0.026<br>** |
| ERROR         | 3  |                  |                             |                                |                               |                              |                              |                |             |            |             |             |            |             |             |
| TOTAL         | 7  | 0.008            | 40.412                      | 3.775                          | 0.890                         | 0.792                        | 0.529                        | 58.2           | 57.6        | 118.02     | 50.1        | 74.8        | 0.004      | 0.004       | 0.002       |
| MEDIA GENERAL |    |                  |                             |                                |                               |                              |                              |                |             |            |             |             |            |             |             |
| CV %          |    | 0.809            | 20.555                      | 5.999                          | 2.563                         | 2.009                        | 1.429                        | 90.7           | 30.0        | 33.9       | 42.7        | 23.3        | 0.56       | 0.272       | 0.164       |
|               |    | 11.315           | 30.926                      | 32.385                         | 36.807                        | 44.287                       | 50.922                       | 8.4            | 25.2        | 32.02      | 16.5        | 37.05       | 12.30      | 23.839      | 29.839      |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; FSE= forraje seco de espigas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde; REB= rebrote; CONTE= contribución de espigas.

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

Se registraron los siguientes resultados (Cuadro 7):

**Rebrote:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 0.82 %, superando en un 5.3% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.77 %.

**Forraje verde:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal), registró el mayor valor con 20.956 t/ha, superando en un 7.9% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 19.412 t/ha.

**Forraje seco total:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal), registró el mayor valor con 6.034 t/ha, superando en un 2.2% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 5.901 t/ha.

**Forraje seco de tallo:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal), registró el mayor valor con 2.592 t/ha, superando en un 4.4% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 2.481 t/ha.

**Forraje seco de hoja:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal), registró el mayor valor con 2.100 t/ha, superando en un 20% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 1.749 t/ha.

**Forraje seco de espiga:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 1.682 t/ha, superando en un 25.4% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 1.341 t/ha.

**Altura:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 92.4 cm, superando en un 2.5% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 90.1 cm.

**Porcentaje de materia seca:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 31.8 %, superando en un 8% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 29.4 %.

**Contribución de hoja:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 35.4 %, superando en un 19.5% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 29.6 %.

**Contribución de tallo:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo, el grupo 2 (intermedio-invernal) registró el mayor valor con 42.9 %, superando en un 1.7% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 42.1 %.

**Contribución de espiga:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el valor más alto con 28.2 %, superando en un 30.2% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 21.6 %.

**Índice de vegetación normalizada (NDVI):** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal) el que registró el valor más alto con 0.57, superando en un 8.8% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.53.

**Área verde (GA):** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal), registró el mayor valor con 0.278, superando en un 8.5% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.256.

**Área más verde (GGA):** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 2 (intermedio-invernal), el que registró el valor más alto con 0.173, superando en un 25.3% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 0.138.

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

| GRUPOS     | REB        | FV<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSE<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA<br>(cm) | MS<br>%     | CONTH<br>%  | CONTTA<br>% | CONTE<br>%  | NDVI       | GA         | GGA        |
|------------|------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| <b>1</b>   | 0.778<br>b | 19.412<br>a                 | 5.901<br>a                     | 2.481<br>a                    | 1.749<br>a                   | 1.682<br>a                   | 92.464<br>a    | 31.815<br>a | 29.629<br>b | 42.171<br>a | 28.200<br>a | 0.530<br>b | 0.256<br>a | 0.138<br>b |
| <b>2</b>   | 0.820<br>a | 20.956<br>a                 | 6.034<br>a                     | 2.592<br>a                    | 2.100<br>a                   | 1.341<br>b                   | 90.175<br>a    | 29.432<br>a | 35.428<br>a | 42.927<br>a | 21.643<br>b | 0.577<br>a | 0.278<br>a | 0.173<br>a |
| <b>DMA</b> | 0.039      | 2.768                       | 0.846                          | 0.410                         | 0.387                        | 0.317                        | 3.322          | 3.307       | 4.731       | 3.084       | 3.766       | 0.030      | 0.028      | 0.021      |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde; REB= rebrote; CONTE= contribución de espigas.

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

El cuadro 8 muestra los resultados de los análisis de varianza, donde la fuente de variación CORTES presentó diferencias altamente significativas para las variables REB, FV, FSTOT, FSTA, FSE, ALTURA, %MS, CONTH, CONTTA, CONTE, NDVI, GA y GGA; únicamente la variable FSH no presentó diferencias significativas. La fuente de variación CORTES\*REP mostró diferencias altamente significativas para las variables FV, FSTOT, FSTA, FSH, %MS, NDVI y GA; el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables REB, FSE, CONTH, CONTE y NDVI; el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. La fuente de variación CORTES\*GRUPOS mostró diferencias altamente significativas para las variables REB, FV, ALTURA, CONTTA, CONTE, NDVI, GA y GGA; para la variable FSTA mostró diferencia significativa y el resto de las variables no mostraron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 8.3 y 84.5%

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

|                      |     | CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS |                             |                                |                               |                              |                              |                |               |               |              |               |            |              |              |
|----------------------|-----|---|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|------------|--------------|--------------|
| FV                   | GL  | REB   | FV<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSE<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA<br>(cm) | MS<br>%       | CONTH<br>%    | CONTTA<br>%  | CONTE<br>%    | NDVI       | GA           | GAA          |
| <b>CORTES</b>        | 2   | 23.029<br>**                                | 5692.753<br>**              | 279.479<br>**                  | 56.507<br>**                  | 1.483<br>ns                  | 67.326<br>**                 | 18395.1<br>**  | 11276.5<br>** | 22140.4<br>** | 1327.9<br>** | 17241.2<br>** | 2.33<br>** | 15.378<br>** | 15.528<br>** |
| <b>CORTES*REP</b>    | 9   | 0.008<br>ns                                 | 1321.038<br>**              | 19.371<br>**                   | 3.040<br>**                   | 6.843<br>**                  | 0.058<br>ns                  | 64.2<br>ns     | 83.5<br>**    | 7.3<br>ns     | 5.4<br>ns    | 10.5<br>ns    | 0.01<br>** | 0.017<br>**  | 0.008<br>ns  |
| <b>GRUPOS</b>        | 1   | 0.335<br>**                                 | 8.422<br>ns                 | 0.624<br>ns                    | 0.580<br>ns                   | 1.967<br>ns                  | 2.136<br>**                  | 188.8<br>ns    | 86.4<br>ns    | 2329.8<br>**  | 248.6<br>ns  | 1057.5<br>**  | 0.24<br>** | 0.004<br>ns  | 0.0003<br>ns |
| <b>CORTES*GRUPOS</b> | 2   | 0.172<br>**                                 | 195.064<br>**               | 3.820<br>ns                    | 2.158<br>*                    | 1.456<br>ns                  | 0.616<br>ns                  | 715.5<br>**    | 22.6<br>ns    | 11.1<br>ns    | 384.2<br>**  | 267.27<br>**  | 0.04<br>** | 0.038<br>**  | 0.039<br>**  |
| <b>ERROR</b>         | 309 | 0.007                                       | 36.317                      | 1.991                          | 0.486                         | 0.524                        | 0.193                        | 62.0           | 31.4          | 98.2          | 66.9         | 33.4          | 0.003      | 0.003        | 0.003        |
| <b>TOTAL</b>         | 323 |   |                             |                                |                               |                              |                              |                |               |               |              |               |            |              |              |
| <b>MEDIA GENERAL</b> |     | 0.533                                       | 20.919                      | 4.159                          | 1.757                         | 1.881                        | 0.521                        | 79.2           | 22.0006       | 49.3          | 41.7         | 8.8           | 0.69       | 0.550        | 0.456        |
| <b>CV %</b>          |     | 16.133                                      | 28.807                      | 33.932                         | 39.686                        | 38.491                       | 84.502                       | 9.9            | 25.4          | 20.06         | 19.6         | 65.1          | 8.31       | 11.285       | 12.638       |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; FSE= forraje seco de espigas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde; GGA= área más verde; REB= rebrote; CONTE= contribución de espigas.

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

Se registraron los siguientes resultados (cuadro 9):

Entre los cortes, para la variable REB, los cortes 2 y 3 fueron estadísticamente iguales y superiores al corte 1. Para la variable CONTTA, los cortes 2 y 3 fueron estadísticamente iguales, pero diferentes al corte 1, siendo el corte 2 superior. Para la variable FV los cortes 1, 2 y 3 fueron estadísticamente diferentes, siendo el corte 3 el de mayor rendimiento. Para las variables FSTOT y FSE, el corte 3 fue estadísticamente diferente y superior a los cortes 2 y 3 que fueron estadísticamente igual. Para las variables FSTA, ALTURA, % MS y CONTE, los cortes fueron estadísticamente diferentes, siendo el corte 3 superior al corte 1 y 2. Para la variable FSH los cortes fueron estadísticamente iguales, siendo el corte 3 con el mayor rendimiento. Para las variables CONTH, NDVI, GA y GGA, los cortes fueron estadísticamente diferentes, siendo el corte 1 superior al corte 2 y 3.

Entre los grupos, las variables FV, FST, FSTA, ALTURA, % MS, CONTTA y GGA, no mostraron diferencias estadísticas, siendo el grupo 1 superior al grupo 2. Para las variables FSH y GGA, no mostraron diferencias estadísticas, siendo el grupo 2 superior al grupo 1. Para la variable REB se registró diferencia estadística, siendo el grupo 2 superior al grupo 1. Para las variables CONTH y NDVI se registró diferencia estadística, siendo el grupo 1 superior al grupo 2. Para las variables FSE se registró diferencia estadística, siendo el grupo 1 superior al grupo 2.

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

| CORTES | REB        | FV<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSE<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA<br>(cm) | MS<br>%     | CONTH<br>%  | CONTTA<br>% | CONTE<br>%  | NDVI       | GA         | GGA        |
|--------|------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| 1      | 0.000<br>b | 28.354<br>a                 | 3.022<br>b                     | 1.165<br>c                    | 1.856<br>a                   | 0.000<br>b                   | 65.086<br>c    | 10.505<br>c | 62.176<br>a | 37.824<br>b | 0.000<br>c  | 0.853<br>a | 0.980<br>a | 0.884<br>a |
| 2      | 0.789<br>a | 13.848<br>c                 | 3.455<br>b                     | 1.542<br>b                    | 1.779<br>a                   | 0.133<br>b                   | 81.963<br>b    | 25.446<br>b | 52.098<br>b | 44.617<br>a | 3.288<br>b  | 0.659<br>b | 0.399<br>b | 0.319<br>b |
| 3      | 0.809<br>a | 20.555<br>b                 | 6.000<br>a                     | 2.563<br>a                    | 2.009<br>a                   | 1.429<br>a                   | 90.769<br>a    | 30.050<br>a | 33.924<br>c | 42.731<br>a | 23.342<br>a | 0.565<br>c | 0.272<br>c | 0.164<br>c |
| DMS    | 0.027      | 1.931                       | 0.452                          | 0.223                         | 0.232                        | 0.141                        | 2,525          | 1.797       | 3.177       | 2.622       | 1.854       | 0.018      | 0.019      | 0.018      |
| GRUPOS | REB        | FV<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTOT<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSTA<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSH<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | FSE<br>(t/ha <sup>-1</sup> ) | ALTURA<br>(cm) | MS<br>%     | CONTH<br>%  | CONTTA<br>% | CONTE<br>%  | NDVI       | GA         | GGA        |
| 1      | 0.479<br>b | 21.192<br>a                 | 4.233<br>a                     | 1.828<br>a                    | 1.750<br>a                   | 0.658<br>a                   | 80.563<br>a    | 22.873<br>a | 44.867<br>b | 43.205<br>a | 11.931<br>a | 0.646<br>b | 0.557<br>a | 0.454<br>a |
| 2      | 0.551<br>a | 20.824<br>a                 | 4.133<br>a                     | 1.732<br>a                    | 1.928<br>a                   | 0.473<br>b                   | 78.820<br>a    | 21.695<br>a | 50.986<br>a | 41.206<br>a | 7.808<br>b  | 0.708<br>a | 0.548<br>a | 0.456<br>a |
| DMS    | 0.021      | 1.503                       | 0.352                          | 0.174                         | 0.180                        | 0.109                        | 1.965          | 1.398       | 2.472       | 2.040       | 1.443       | 0.014      | 0.015      | 0.014      |

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

Nota: FV= forraje verde; FSTOT= forraje seco total; FSTA= forraje seco de tallos; FSH= forraje seco de hojas; FSE= forraje seco de espigas; ALT= altura; %MS= porcentaje de materia seca; CONTH= contribución de hojas; CONTTA= contribución de tallos; NDVI= índice de vegetación normalizada; GA= área verde ; GGA= área más verde ; REB= rebrote; CONTESP= contribución de espigas.

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

El Cuadro 10 muestra el análisis de varianza donde la fuente de variación REP presentó diferencias altamente significativas para las variables FVAC, FSTOTAC, FSHAC y FSTAC; para la variable FSEAC no presentó diferencia significativa. La fuente de variación GRUPOS mostró diferencia altamente significativas para la variable FSEAC; el resto de las variables no presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 44.2 y 16.1 %.

Las pruebas de comparación de medias registraron los siguientes resultados (Cuadro 10):

**Forraje verde acumulado:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 63. 576 t/ha, superando en un 1.6% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 62.472 t/ha.

**Forraje seco total acumulado:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 12.700 t/ha, superando en un 2.4% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 12.400 t/ha.

**Forraje seco de hoja acumulado:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 2 (intermedio-invernal) registró el mayor valor con 5.783 t/ha, superando en un 10.1% al grupo 1 (primaveral) con un valor de 5.250 t/ha.

**Forraje seco de tallo acumulado:** Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo el grupo 1 (primaveral) registró el mayor valor con 5.486 t/ha, superando en un 5.5% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 5.197 t/ha.

**Forraje seco de espiga acumulado:** Para esta variable se registraron diferencias estadísticas entre los grupos, siendo el grupo 1 (primaveral) el que registró el mayor valor con 1.963 t/ha, superando en un 38.8% al grupo 2 (intermedio-invernal) con un valor de 1.419 t/ha.

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

|                      |     | CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS |                               |                             |                             |                             |
|----------------------|-----|---|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| FV                   | GL  | FVAC (t ha <sup>-1</sup> )                  | FSTOTAC (t ha <sup>-1</sup> ) | FSHAC (t ha <sup>-1</sup> ) | FSTAC (t ha <sup>-1</sup> ) | FSEAC (t ha <sup>-1</sup> ) |
| REP                  | 3   | 4700.136<br>**                              | 56.462<br>**                  | 18.244<br>**                | 8.726<br>**                 | 0.149<br>ns                 |
| GRUPOS               | 1   | 25.269<br>ns                                | 1.873<br>ns                   | 5.899<br>ns                 | 1.740<br>ns                 | 6.143<br>**                 |
| ERROR                | 103 | 102.8                                       | 5.781                         | 1.642                       | 1.392                       | 0.477                       |
| TOTAL                | 107 |   |                               |                             |                             |                             |
| <b>MEDIA GENERAL</b> |     | 62.758                                      | 12.477                        | 5.645                       | 5.272                       | 1.560                       |
| <b>CV %</b>          |     | 16.160                                      | 19.268                        | 22.699                      | 22.385                      | 44.286                      |

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

Nota: FVAC= forraje verde acumulado; FSTOTAC= forraje seco total acumulado; FSTAC= forraje seco de tallo acumulado; FSHAC= forraje seco de hoja acumulado; FSEAC= forraje seco de espiga acumulado

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

| GRUPOS | FVAC (t ha <sup>-1</sup> ) | FSTOTAC (t ha <sup>-1</sup> ) | FSHAC (t ha <sup>-1</sup> ) | FSTAC (t ha <sup>-1</sup> ) | FSEAC (t ha <sup>-1</sup> ) |
|--------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1      | 63.576<br>a                | 12.700<br>a                   | 5.250<br>a                  | 5.486<br>a                  | 1.963<br>a                  |
| 2      | 62.472<br>a                | 12.400<br>a                   | 5.783<br>a                  | 5.197<br>a                  | 1.419<br>b                  |
| DMS    | 4.416                      | 1.047                         | 0.558                       | 0.513                       | 0.3009                      |

Nota: FVAC= forraje verde acumulado; FSTOTAC= forraje seco total acumulado; FSTAC= forraje seco de tallo acumulado; FSHAC= forraje seco de hoja acumulado; FSEAC= forraje seco de espiga 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, 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, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 ), demostraron que tanto para rendimiento de forraje verde como para forraje seco, se registraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos bajo el sistema utilizado (corte); esto se debió a la diferente constitución genética de los materiales utilizados, expresada principalmente por su hábito de crecimiento (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).

Por otra parte, en este estudio, para el segundo corte, las variedades incluídas dentro del grupo de tipo intermedio-invernal, registraron

significativamente mayor capacidad de rebrote que los de hábito primaveral.

(Figura 2)

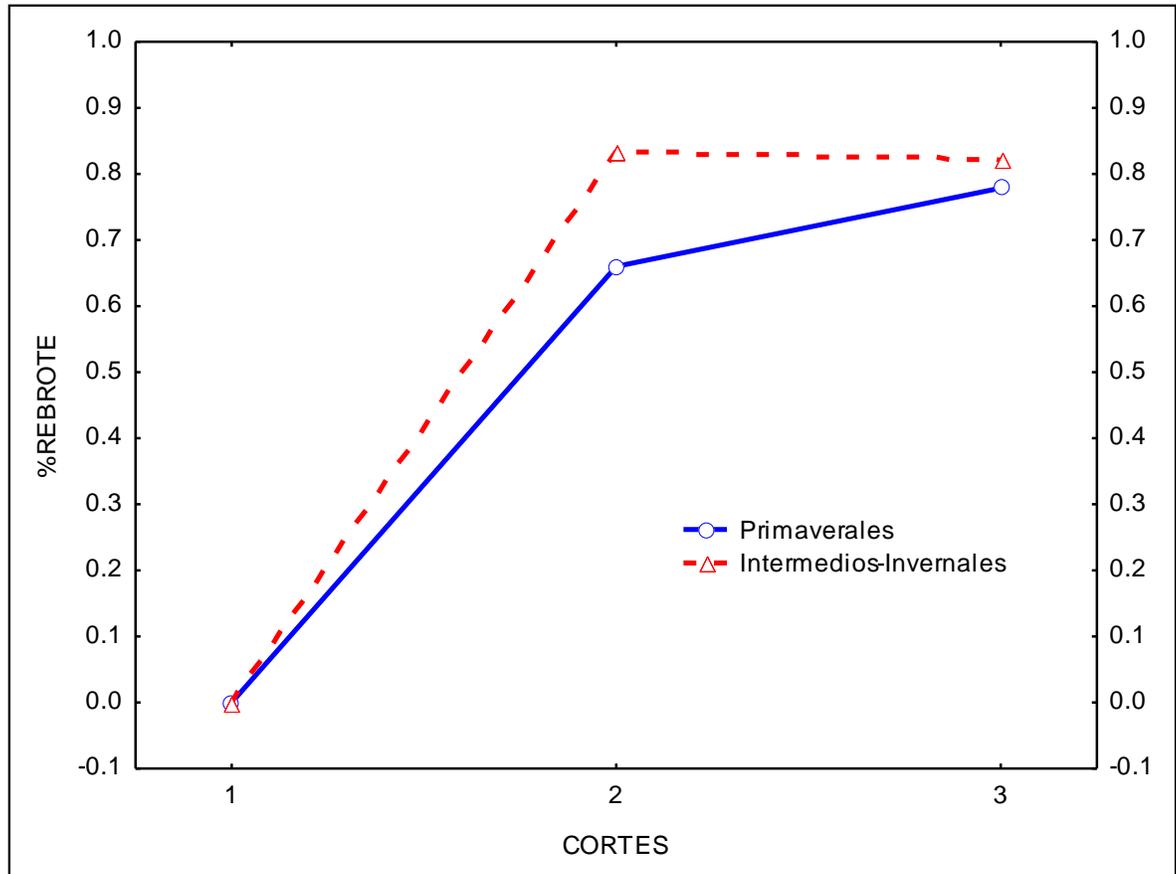


Figura 2. Porcentaje de rebrote después de cada corte de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale evaluados en el estudio.

Con respecto a la variable forraje seco total (FSTOT, Figura 3), el grupo 1 (primaveral) mostró ventaja sólo en el primer corte sobre el tipo intermedio-invernal (grupo 2), debido a su mayor precocidad y a su mayor velocidad en la acumulación de materia seca en comparación con el tipo intermedio invernal, en la primera parte del ciclo productivo; sin embargo, los genotipos intermedio-invernal, 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.

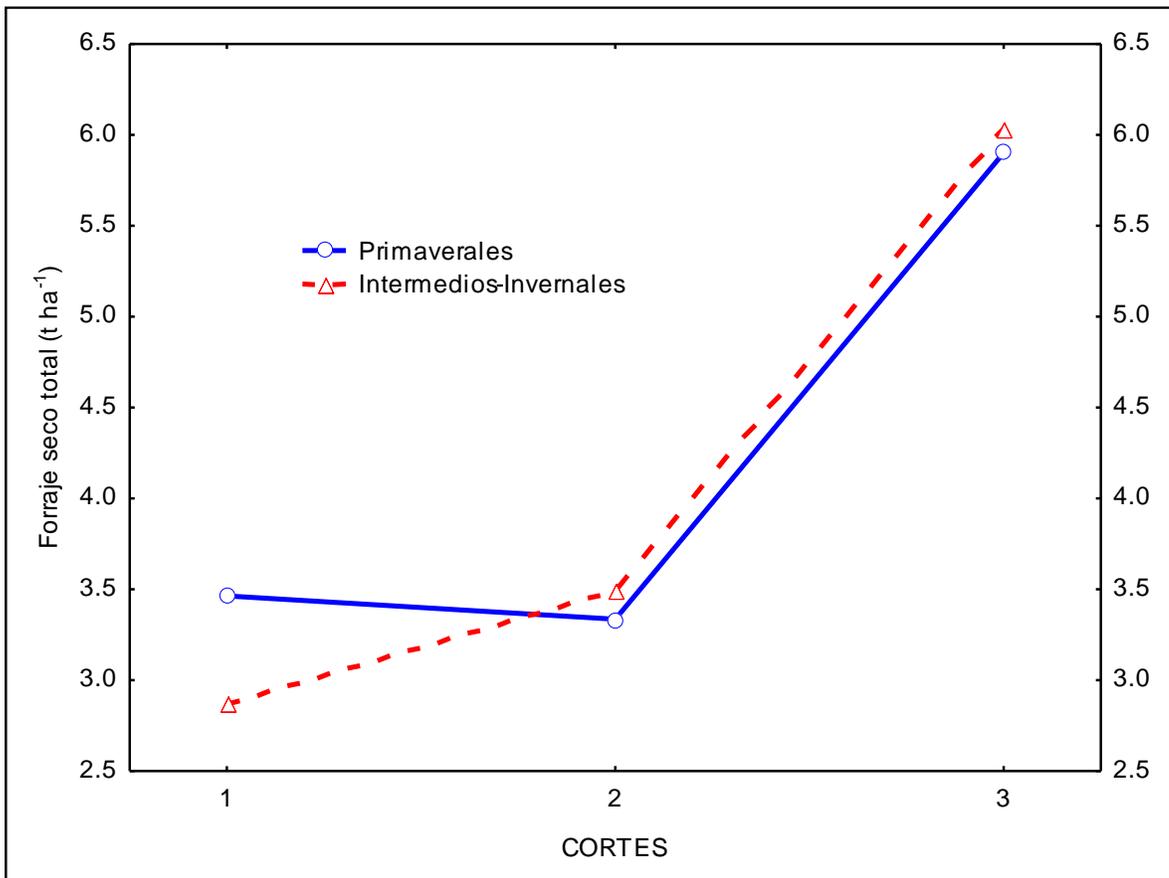


Figura 3. Patrones de acumulación de forraje seco total (FST) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

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 invernol diferentes a las de esta investigación.

## **Patrones de producción**

### **Evaluación por cortes.**

En este estudio, se observaron las siguientes tendencias; al primer corte, el mayor desarrollo y crecimiento lo registraron los tipos primaverales (Grupo 1) en comparación con el tipo intermedio-invernol (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, 4 y 5).

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 (primaveral, Grupo 1).

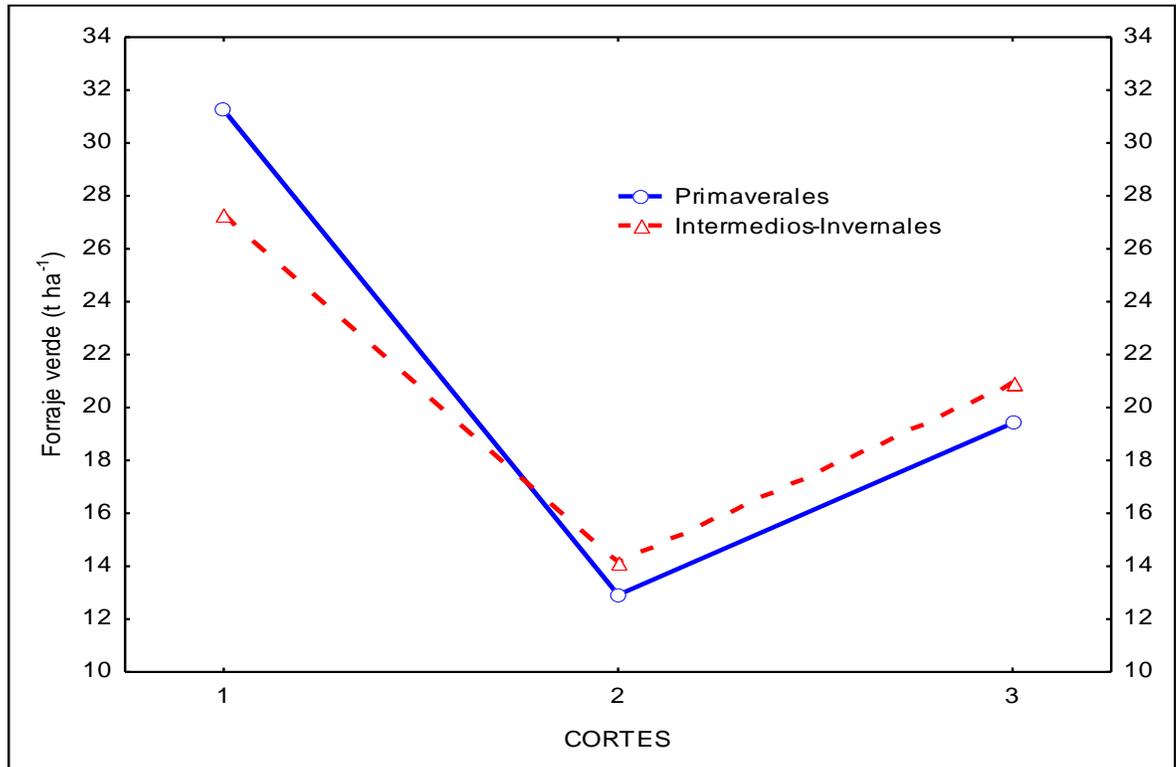


Figura 4. Patrones de acumulación de forraje verde (FV) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

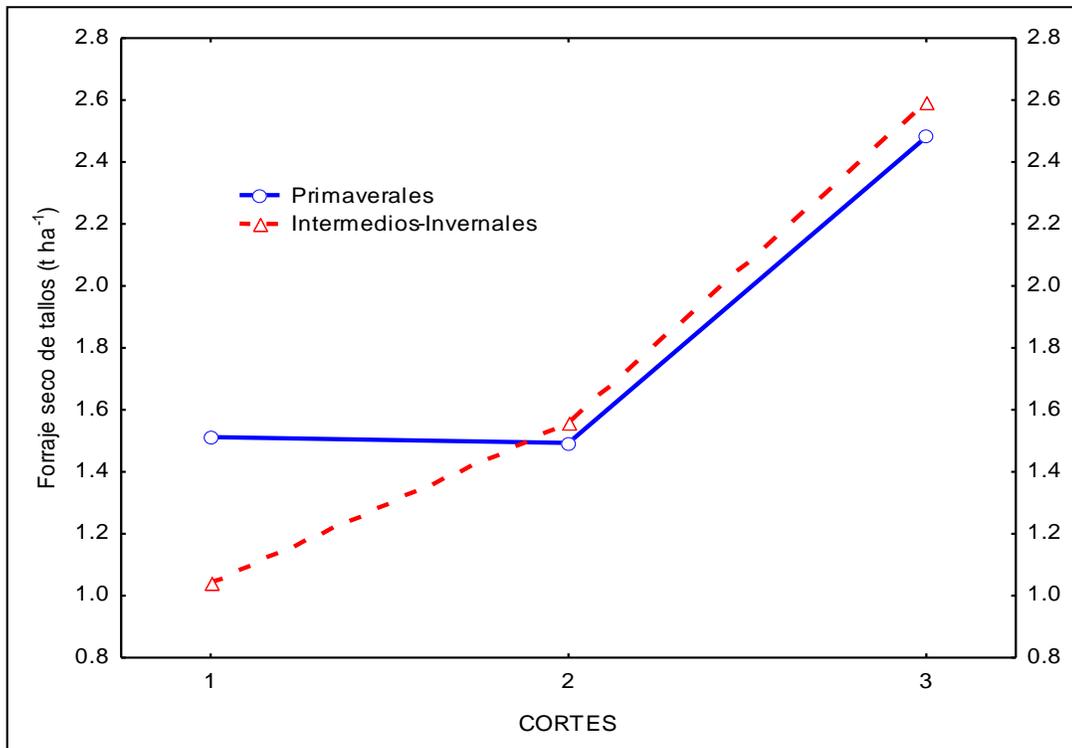


Figura 5. Patrones de acumulación de forraje seco de tallos (FSTA) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

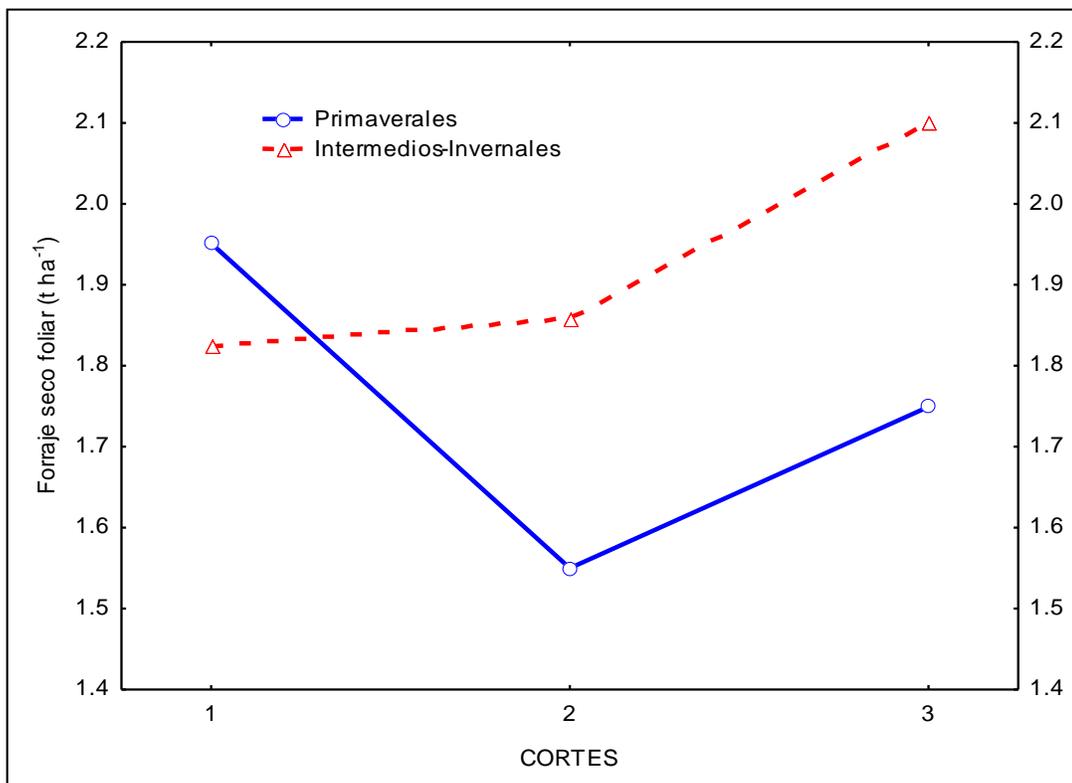


Figura 6. Patrones de acumulación de forraje seco foliar (FSF) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Por otra parte, los genotipos del grupo 1 (primaverales) registraron en promedio un mayor porcentaje de materia seca (% MS) en los tres cortes y una menor proporción de espigas (FSE) que los tipos intermedio-invernal en los cortes 2 y 3 (Grupo 1, Figuras 7 Y 8).

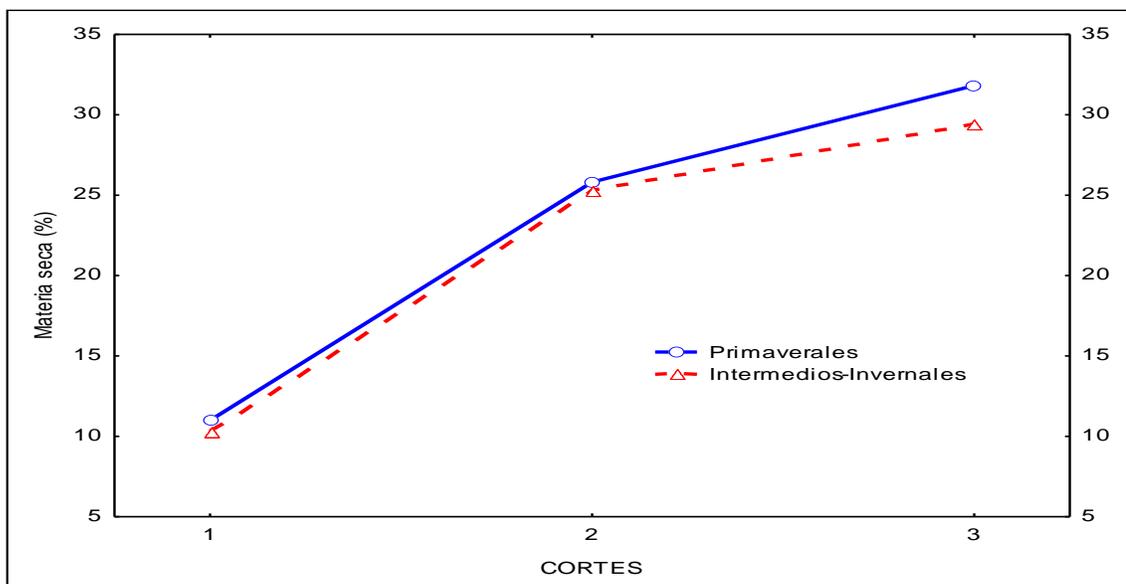


Figura 7. Porcentaje de materia seca de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

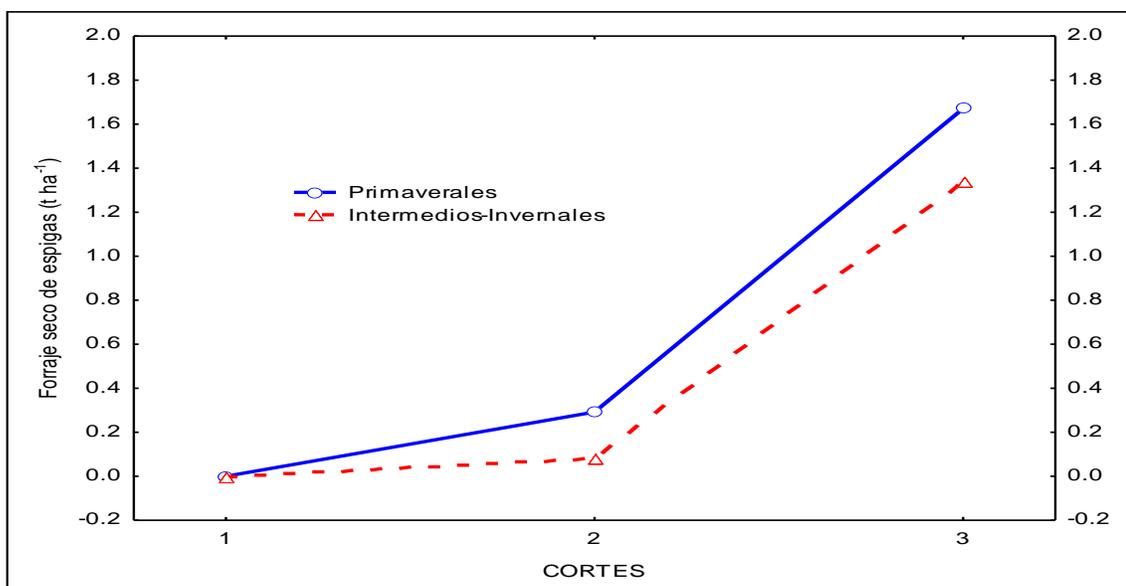


Figura 8. Patrones de acumulación de forraje seco de espigas (FSE) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo

Con respecto al patrón altura, 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, en comparación con los genotipos de hábito de crecimiento más tardío intermedio- invernal, que son de crecimiento más lento al inicio de su ciclo. (Figura 9).

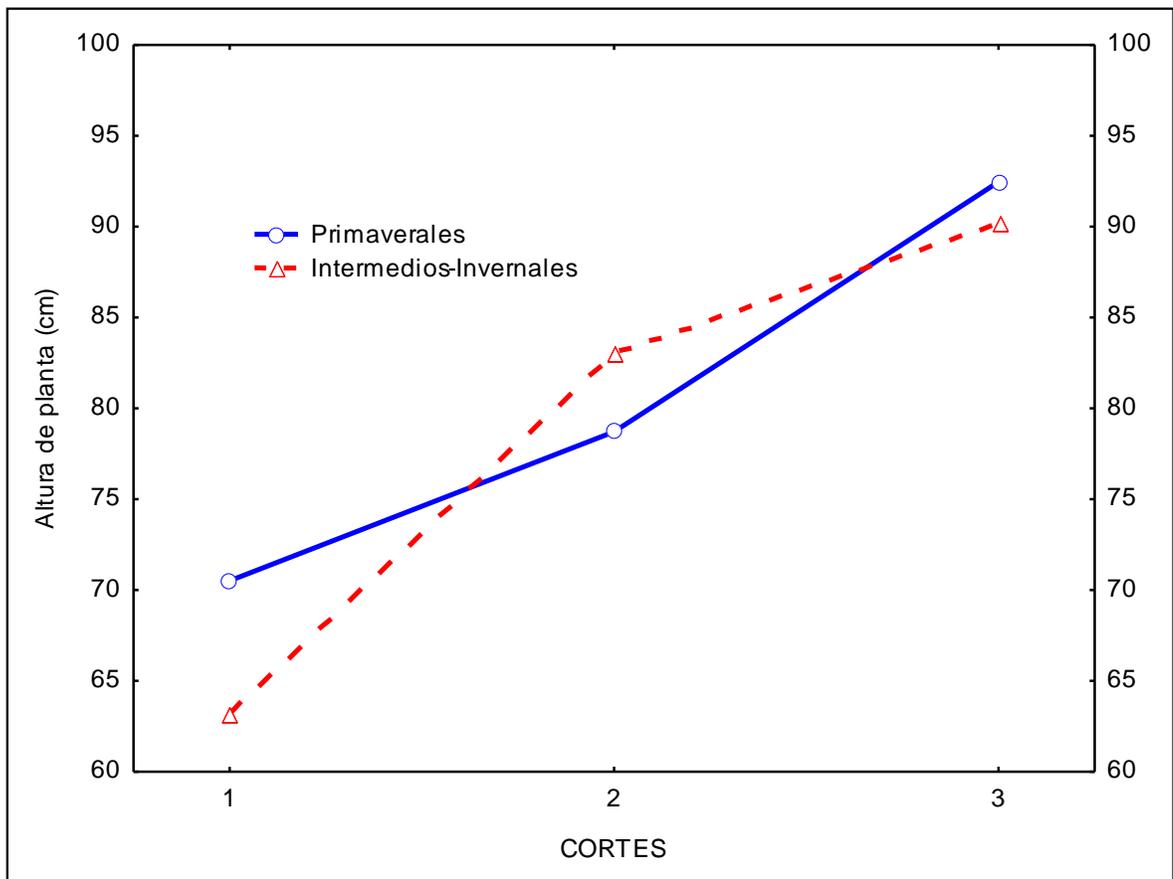


Figura 9. Patrón de altura de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Con respecto al patrón de contribución de hojas, se observaron las siguientes tendencias; en los tres cortes el mayor desarrollo y crecimiento lo registraron los tipos intermedios-invernales (Grupo 2) en comparación con el tipo (primaveral) (Figura 10).

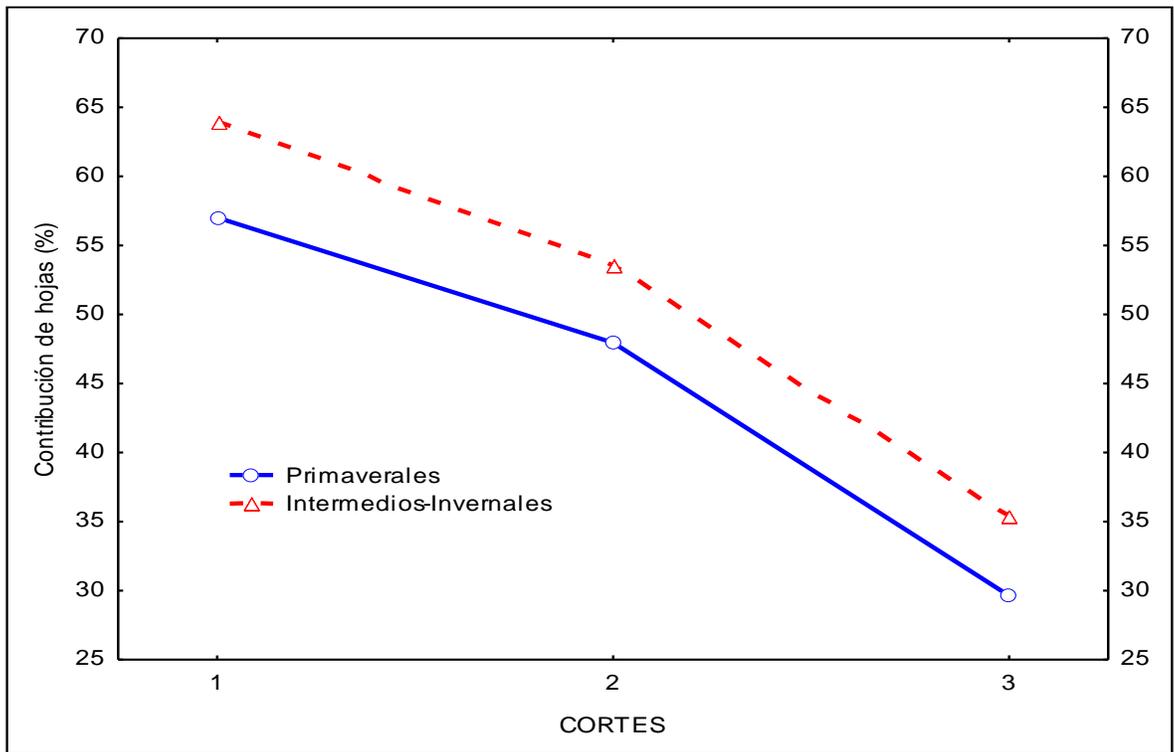


Figura 10. Porcentaje de contribución de hojas de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.

Por otra parte, los genotipos del grupo 1 (primaverales) registraron en promedio un mayor porcentaje de contribución de espiga (CONTTE) en los cortes 2 y 3, con respecto a los genotipos del grupo 2 (intermedio-invernal). (Figura 11).

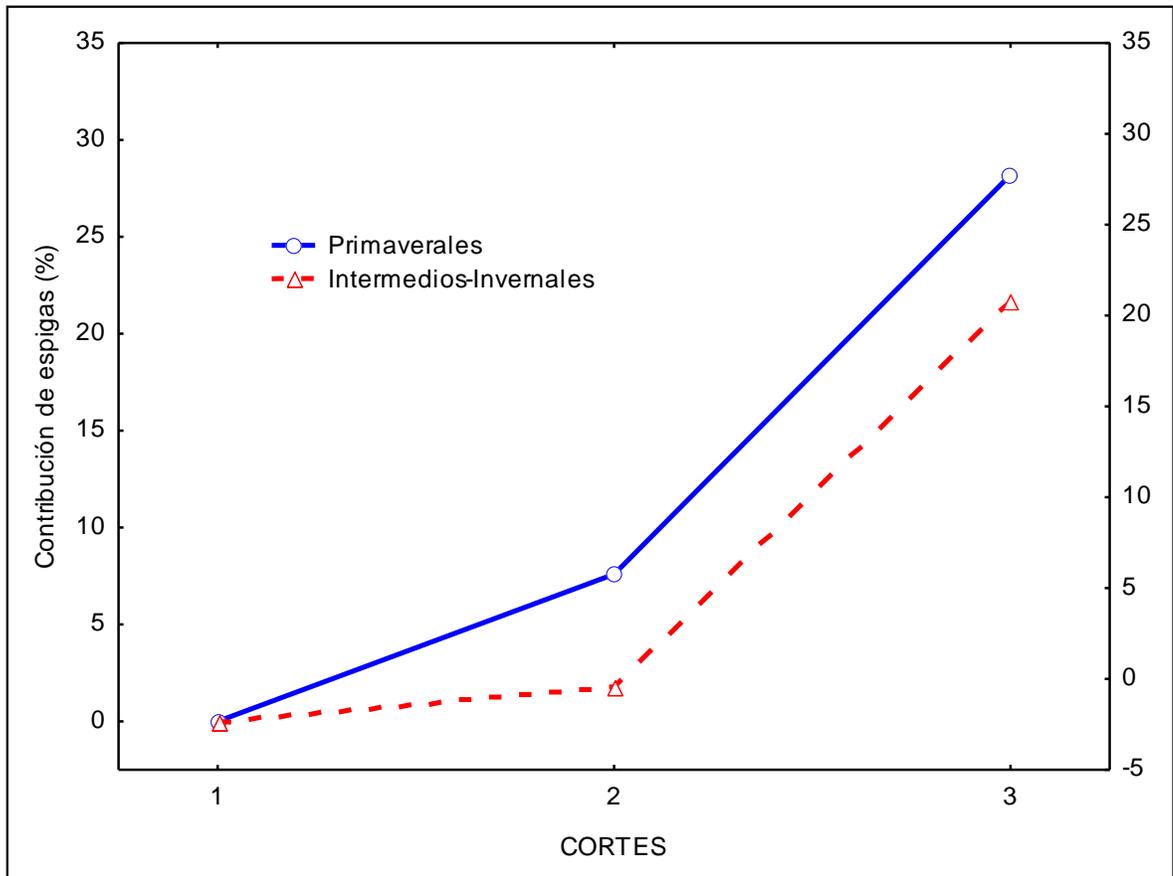


Figura 11. Porcentaje de contribución de espigas de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

Con respecto a los genotipos del grupo 2 (intermedio-invernal) registraron en promedio un mayor porcentaje de contribución de tallos (CONTTA) en los cortes 2 y 3, con respecto a los genotipos del grupo 1 (primaverales). (Figura 12).

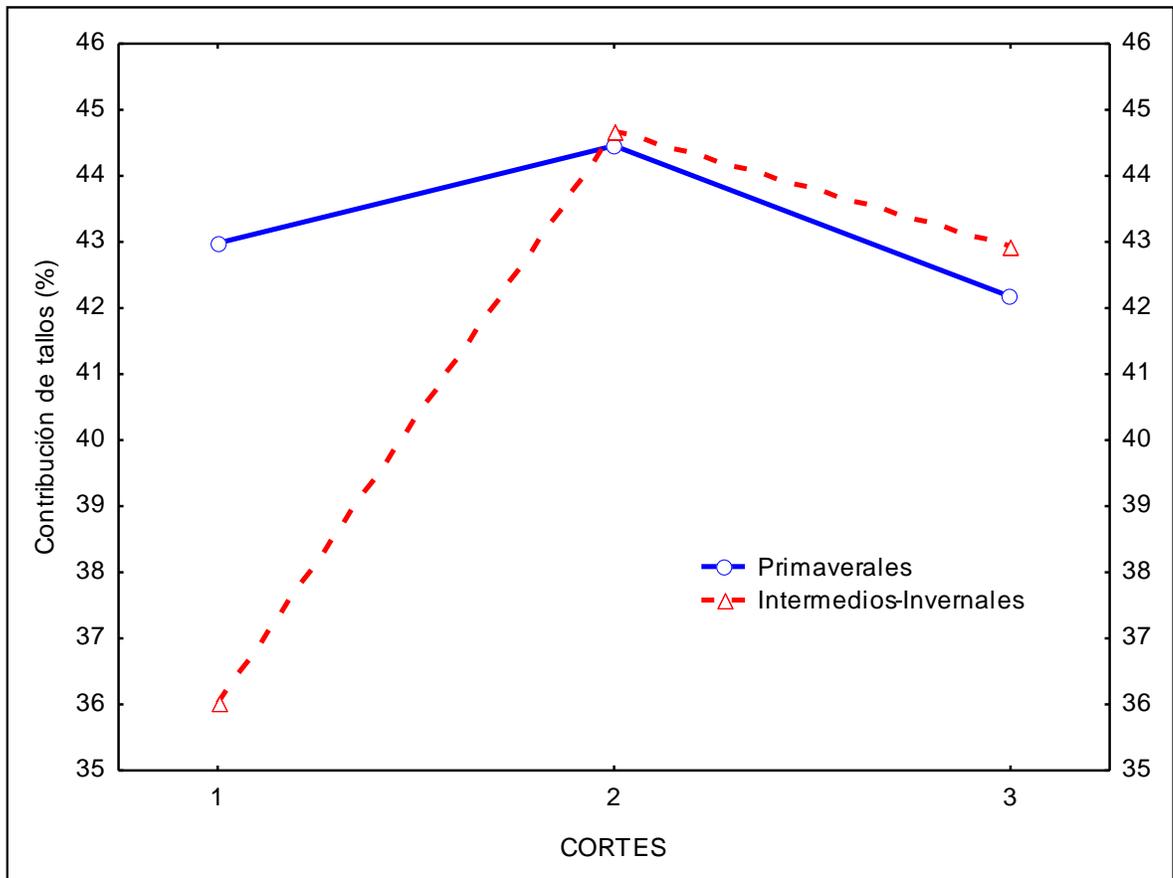


Figura 12. Porcentaje de contribución de tallos de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

En cuanto al índice de vegetación normalizada, se observaron las siguientes tendencias; en los tres cortes, las mayores lecturas de NDVI las registraron los tipos intermedios-invernales (Grupo 1) en comparación con el tipo(primaveral) (Figura 13), debido a su mayor proporción de hojas (follaje).

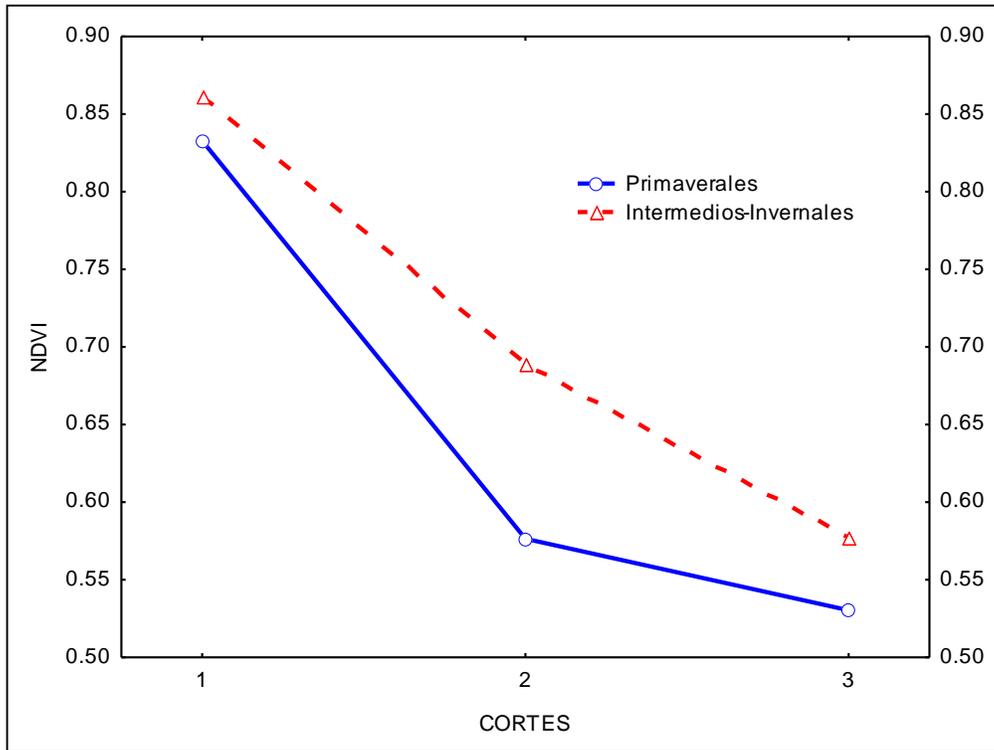


Figura 13. Patrón de índice de vegetación (NDVI) de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticale a través del ciclo de cultivo.

En cuanto al área verde y área más verde, se observaron las siguientes tendencias; en el corte 2 mostraron una ligera superioridad (Grupo 1) (primaverales) en comparación al grupo 2 (intermedios-invernales), en el corte 3 la superioridad lo mostraron el grupo 2 (intermedios-invernales) en comparación la grupo 1 (primaverales) (Figura 14 y 15).

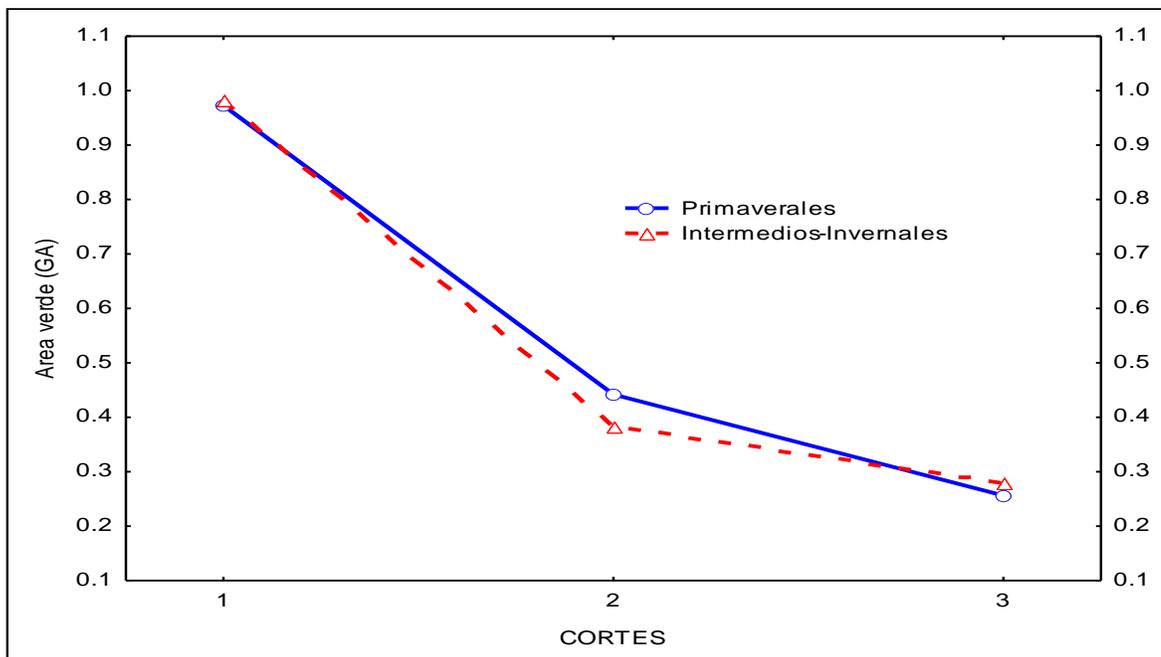


Figura 14. Patrón de área verde de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.

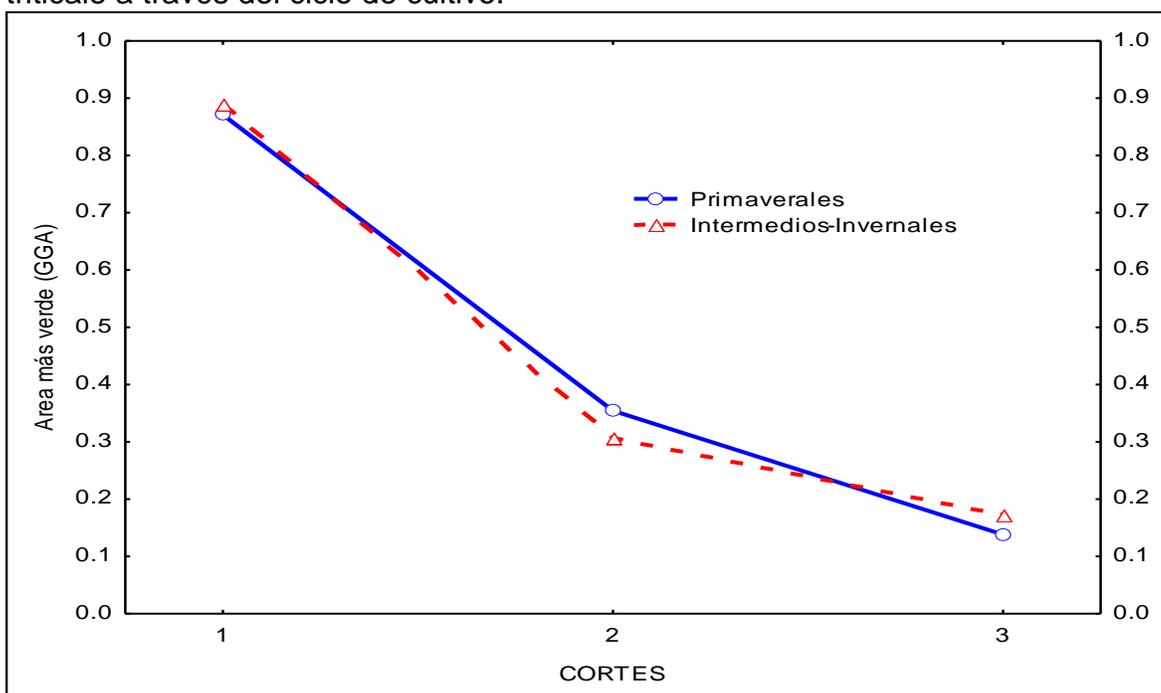


Figura 15. Patrón de área más verde de los dos diferentes hábitos de crecimiento de triticales a través del ciclo de cultivo.

## 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 triticale 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 biológica (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.
- En base a lo anterior, los triticales intermedios-invernales se recomiendan para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o pastoreos múltiples, debido a su mayor capacidad de rebrote. Los tipos primaverales se recomiendan para un solo corte o máximo dos, debido a su tasa de crecimiento más rápida en comparación con los tipos intermedios-invernales.

## 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 Blanck 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. CECOSA. México. pp. 373-376.

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

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

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

Ye, C.W., Díaz, S.H., Lozano-del Río, A.J., Zamora-Villa, V.M., Ayala, O.M. 2001. Agrupamiento de germoplasma de triticale por rendimiento, ahijamiento y gustosidad. *Técnica Pecuaria en México.* 39(1):15-29.

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

## RESUMEN

La presente investigación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en el Rancho “El Campanario”, municipio de Matamoros, Coahuila, con el objetivo de determinar el comportamiento productivo de forraje verde y seco de 27 materiales de triticale forrajero bajo riego y a través de tres cortes sucesivos. Asimismo, determinar el comportamiento de los mismos materiales agrupándolos por hábito de crecimiento, de los cuales 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 02 de Noviembre de 2018, en seco, durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019. Cada unidad experimental estuvo conformada por 6 surcos de 10 m de largo por 30 cm entre hileras (18.0 m<sup>2</sup>). Se realizaron 3 cortes destructivos de forraje. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Se evaluaron las siguientes variables: producción de forraje verde (FV), forraje seco foliar (FSF), forraje seco de tallos (FSTA) y forraje seco de espigas (FSEP), producción de forraje seco total (FST), porcentaje de materia seca (% MS), además de la capacidad de rebrote (REB), altura de planta (ALT), contribución de hojas (CONTH), contribución de tallo (CONTTA), contribución de espiga (CONTE), Índice de vegetación (NDVI), área verde (GA) y área más verde (GGA). Se efectuaron análisis de varianza individuales entre grupos de triticales, por corte; análisis de varianza combinados entre cortes y grupos, y análisis de varianza entre grupos para forraje acumulado y las pruebas de comparación de medias correspondientes. Se identificaron diferentes patrones de comportamiento productivo entre los tipos (grupos) de triticale evaluados, debido principalmente a su diferente fenología y hábito de crecimiento. Se concluye que las principales características de los materiales pertenecientes al hábito de crecimiento intermedio-invernal (grupo 2) que contribuyeron fundamentalmente a su mayor productividad biológica, aunque no estadística, en comparación con los genotipos de hábito primaveral (grupo 1), fueron principalmente su mayor capacidad de rebrote y contribución de hoja. En base a lo anterior, los triticales intermedios-invernales se recomiendan para aquellos tipos de explotación forrajera bajo cortes o pastoreos múltiples. Los tipos primaverales se recomiendan para un solo corte o para ensilaje

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