

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**Comparación productiva de cultivares de triticales
(*Triticosecale Wittmack*) con diferente ciclo fenológico, cosechados
a diferente edad de la planta**

Por:

GILBERTO CABRERA ARREOLA

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, diciembre de 2021.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Comparación productiva de cultivares de triticale (*Triticosecale Wittmack*) con
diferente ciclo fenológico, cosechados a diferente edad de la planta

POR:


Gilberto Cabrera Arreola

TESIS PROFESIONAL

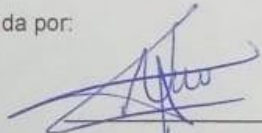
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

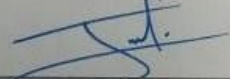
Aprobada por:




Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Asesor Principal



Dr. Neymar Camposeco Montejo
Coasesor



Dr. Josué Israel García López
Coasesor



Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, diciembre de 2021.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, diciembre de 2021.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "Comparación productiva de cultivares de triticale con diferentes ciclos fenológico, cosechados a diferente edad de la planta" es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación de este, ni a un nuevo envío.

Gilberto cabrera Arreola

Nombre



Firma

RESUMEN

El triticale (*Triticosecale*), es una gramínea forrajera de las más utilizadas en la alimentación del ganado lechero. El objetivo de este estudio fue determinar la curva de crecimiento de dos cultivares de triticale con diferente ciclo fenológico; tardío (TCT) y precoz (TCP), para comparar su rendimiento, cosechados Días Después de la Siembra (DDS). Se usó un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. Se realizaron cinco cortes a un intervalo de 7 días, iniciando el primer corte a los 35 DDS. Se midieron las variables de rendimiento de forraje, composición morfológica, altura de planta, y relación hoja: tallo. En el rendimiento de forraje el cultivar (TCT) obtuvo mayores rendimientos que el TCP, iniciando al primer corte (35 DDS), con 1,998 y 1,739 kg MS ha⁻¹ para TCT y TCP, respectivamente. Se alcanzó la máxima producción a los 63 DDS con 8,300 y 5,378 kg MS ha⁻¹; TCT y TCP, respectivamente. En la composición morfológica la hoja tuvo menor presencia, a los 56 y 63 DDS con un 71 y 70 % promedio y el mayor a los 35 DDS (93 %), con una aportación de 6,839 y 1,869 kg MS ha⁻¹, a los 63 y 35 DDS, respectivamente. El tallo, presentó mayores valores a partir de los 49 a los 63 DDS con valores entre 24 y 27 % y los menores a los 35 DDS, la mayor aportación fue de 1,802 kg MS ha⁻¹ a los 63 DDS, comportamiento similar a la presencia de la inflorescencia en el TCP (32 kg MS ha⁻¹; 1 %). El TCP fue mayor al TCT a los 42 y 63 DDS en la R:H/T, similar a la altura de los 42 a los 63 DDS con 60 y 40 cm, promedios respectivamente. El triticale con ciclo fenológico tardío fue superior en rendimiento total y de hoja al triticale precoz y similar en producción de tallo, por lo que presentó mejores características para producción de forraje.

Palabras clave: Productividad y composición morfológica, rendimiento de forraje, Triticale (*Triticosecale* Wittmack), ciclo fenológico; tardío y precoz.

ABSTRACT

Triticale (Triticosecale), is a forage grass of the most used in the feeding of dairy cattle. The objective of this study was to determine the growth curve of two triticale cultivars with different phenological cycles; late (TCT) and early (TCP), to compare their yield, harvested Days After Sowing (DDS). A completely randomized block experimental design was used, with three replications. Five cuts were made at an interval of 7 days, starting the first cut at 35 DDS. The variables of forage yield, morphological composition, plant height, and relationship: stem were measured. In the forage yield, the cultivar (TCT) obtained higher yields than the TCP, starting at the first cut (35 DDS), with 1,998 and 1,739 kg DM ha⁻¹ for TCT and TCP, respectively. The maximum production was reached at 63 DDS with 8,300 and 5,378 kg DM ha⁻¹; TCT and TCP, respectively. In the morphological composition, the leaf had a lower presence, at 56 and 63 DDS with an average 71 and 70% and the highest at 35 DDS (93%), with a contribution of 6,839 and 1,869 kg DM ha⁻¹, to the 63 and 35 DDS, respectively. The stem presented higher values from 49 to 63 DDS with values between 24 and 27% and those under 35 DDS, the highest contribution was 1,802 kg DM ha⁻¹ at 63 DDS, behavior similar to that of presence of the inflorescence in the TCP (32 kg DM ha⁻¹; 1%). The TCP was higher than the TCT at 42 and 63 DDS in the R: H/T, similar to the height at 42 and 63 DDS with 60 and 40 cm, averages respectively. Triticale with a late phenological cycle was superior in total and leaf yield to early triticale and similar in stem production, therefore it presented better characteristics for forage production.

Keywords: Productivity and morphological composition, forage yield, Triticale (Triticosecale Wittmack), phenological cycle; late and early.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, quiero agradecer a mi padre **Maximino Cabrera López**, por brindarme su confianza y creer en mí, por su apoyo incondicional en todo momento en mis estudios, por sus palabras de aliento en los momentos difíciles en los que sentía quedarme, por motivándome y sacar lo mejor de mí, le doy Gracias a dios por permitirme tenerlo a usted como mi papa.

A mis Hermanos. Azucena Cabrera Arreola por su confianza puesta en mí, por estar al pendiente de mí en todo momento como una segunda madre, a Adrian Cabrera Arreola, Olivia Cabrera Arreola, Anita Cabrera Arreola por su apoyo y sus palabras para animarme a seguir adelante y lograr mis sueños.

A mi ALMA TERRA MATER; por ser mi segundo hogar, que me brindo un techo y me dio refugio para salir adelante y por todos los bellos momentos que pase a tu lado, gracias UAAAN por ser la madre de mi profesión.

A mis amigos; Jesús Lázaro Meneses León por siempre estar para mí, Ángel Francisco Domingos Velarde, Rafael Moran Espinosa, Rosa Guadalupe Vázquez Galindo, Mariana Ugalde Landaverde, Rodolfo Valente Pérez López, Carlos Daniel Nájera Meneses, Diana Elizabeth Moreno Hernández; amigos y hermanos que nuestra universidad me regalo, que estuvieron conmigo en las buenas y malas, Gracias por brindarme su amistad, apoyo incondicional y por todos los bellos momentos que pasamos juntos, le doy gracias a Dios por haber coincidido con ustedes.

A mis asesores de tesis y maestros por darme su apoyo, compararme de sus conocimientos y sus consejos para formarme en lo profesional.

DEDICATORIA

A MI PADRE

Maximino Cabrera López por haberme dado la vida, por darme todo su apoyo incondicional, emocional y económico, a quien la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de bien. A usted papa, que con su esfuerzo, trabajo y dedicación me han otorgado la herencia más valiosa que pudiese existir. Que por verme superar en la vida recibí de usted incondicionalmente cariño, comprensión, confianza y amor. Gracias, papá, por convertirme en la persona profesionalista que ahora soy, gracias por sus enseñanzas y por guiarme siempre por el buen camino.

A MI MADRE

Andrea Arreola Salto, por darme la vida y ser un gran ejemplo de honestidad, te dedico mi logro de ser un profesionalista, aunque ya no estés conmigo yo sé que a ti te hubiese gustado que yo lograra todos mis sueños. Gracias, madre por cuidarme siempre des del cielo te amo.

A MIS HERMANOS (AS)

Azucena Cabrera Arreola, por confiar plenamente en mí, por siempre estar para mí como una segunda madre, por siempre estar pendiente de mí en todo momento, Adrián Cabrera Arreola, Olivia Cabrera Arreola, Anita Cabrera Arreola, por sus palabras de ánimo y cariño que siempre necesite y cuidarme como a un hijo, gracias, hermanos.

A MI UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por todos y cada uno de los buenos momentos que viví dentro de tus instalaciones, gracias por regalarme y ponerme en el camino personas increíbles con quienes conté hasta el final de mi carrera, me brindaste un segundo hogar y una infinidad de experiencias las cuales me hacen ser mejor persona.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	Objetivo general	2
1.1.2	Objetivos específicos	2
1.2	HIPÓTESIS	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	Origen y generalidades del triticale	3
2.2	Descripción de la especie en estudio.	4
2.2.1	Descripción taxonómica	4
2.2.2	Descripción morfológica.....	4
2.2.3	Tipos de triticale	5
2.3	Triticale frente al déficit de humedad	6
2.4	Producción y calidad de forraje de triticale	7
2.5	Ensilaje de triticale.....	9
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1	Sitio experimental	10
3.2	Diseño experimental y tratamientos	11
3.3	Variables medidas	11
3.3.1	Rendimiento de forraje	11
3.3.2	Composición morfológica (CM)	11
3.3.3	Relación hoja:tallo	12

3.3.4	Altura de la planta.....	12
3.3.5	Análisis estadístico.....	13
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1	Rendimiento de forraje	14
4.2	Composición morfológica.....	15
4.3	Relación hoja:tallo (R:H/T).....	19
4.4	Altura de planta	20
V.	CONCLUSIÓN	22
VI.	LITERATURA CITADA.....	23
VII.	ANEXOS.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutrimental del grano de distintos cereales.....	8
Tabla 2. Rendimiento de forraje (kg MS ha ⁻¹) de dos cultivares de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	14
Tabla 3. Rendimiento de forraje de hoja (kg MS ha ⁻¹) de cultivares de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	16
Tabla 4. Rendimiento de forraje de tallo (kg MS ha ⁻¹) de cultivares de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	17
Tabla 5. Rendimiento de forraje de material muerto (kg MS ha ⁻¹) de cultivares de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	18
Tabla 6. Rendimiento de forraje de inflorescencia (kg MS ha ⁻¹) de cultivares de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	18
Tabla 7. Relación hoja:tallo (R:H/T) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.....	20
Tabla 8. Altura de planta (cm) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.....	21
Tabla 9. Rendimiento de forraje (kg MS ha ⁻¹) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	27

Tabla 10. Rendimiento de forraje de hoja (kg MS ha ⁻¹) de cultivares de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	28
Tabla 11. Porcentaje de aportación al rendimiento de hoja (%) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	29
Tabla 12. Rendimiento de forraje de tallo (kg MS ha ⁻¹) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	30
Tabla 13. Porcentaje de aportación al rendimiento de tallo (%) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	31
Tabla 14. Rendimiento de forraje de material muerto (kg MS ha ⁻¹) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	32
Tabla 15. Porcentaje de aportación al rendimiento de material muerto (%) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	33
Tabla 16. Rendimiento de forraje de inflorescencia (kg MS ha ⁻¹) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	34
Tabla 17. Porcentaje de aportación al rendimiento de inflorescencia (%) de triticale (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.	35

Tabla 18. Relación hoja:tallo (R:H/T) de triticales (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.....	36
Tabla 19. Altura de planta (cm) de triticales (<i>Triticosecale Wittmack</i>), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.....	37

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** La planta de triticale (*Triticosecale Wittmack*) tiene una apariencia intermedia entre la planta de trigo y la planta de centeno.9
- Figura 2.** Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima semanal registradas durante el periodo de estudio del 03 de agosto al 21 de septiembre del 2019 (Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos_RUOA UNAM-UAAAN).10

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un amplio número de problemas sociales y económicos, con el crecimiento de la humanidad, a nivel mundial, siendo algunos de ellos uso de agua, alimentación, proceso de desertificación, contaminación, etc. Estos problemas también están presentes en México, ya que surge la necesidad de más alimento, necesidad que se tiene que cubrir con proteína de origen animal y productos y subproductos agrícolas (De la Rosa, 2002). Por otra parte, el proceso de desertificación avanza de forma acelerada y gran parte del país; aproximadamente el 50 % del territorio nacional está constituido por zonas áridas y semiáridas, el creciente aumento de la población requiere cubrir la necesidad alimenticia que cada vez se agudiza más y sobre todo actualmente se exige que la producción de alimentos sea bajo un esquema de desarrollo sustentable (Hinojosa *et al.*, 2007).

Por lo anterior, se ha generado interés en la producción de forrajes durante el invierno, ya que hay menor evaporación, pero con el riesgo de heladas. Por lo que, se requiere 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 (*X Triticosecale* Wittmack), 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). El triticale es un cultivo que se originó de las cruces de trigo y centeno, lo cual es una gran alternativa en la alimentación animal por su buen aporte de nutrientes, rusticidad y su bajo costo en su producción, a comparación con el maíz o la alfalfa. Productores de la región lechera de Coahuila y Durango en la Comarca Lagunera, lo utilizan como un forraje de muy buena calidad y por los buenos rendimientos obtenidos en la producción de leche y por su alta producción de materia seca; también está caracterizado por su resistencia a plagas y enfermedades (González, 2013).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

El objetivo de este estudio fue comparar la curva de crecimiento de dos cultivares de triticale con diferente ciclo fenológico; tardío y precoz, cosechados días después de la siembra.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar semanalmente el crecimiento del cultivo de triticale Wittmack, cultivares precoz y tardío, en base a rendimiento de forraje, altura y relación hoja:tallo.
- Determinar la aportación de los componentes morfológicos al rendimiento total, en función del porcentaje y kg MS ha⁻¹ de presencia en la pradera.

1.2 HIPÓTESIS

- El rendimiento de materia seca y altura, aumentan a medida que avanza la madurez fisiológica de la planta de triticale.
- Los componentes morfológicos de la planta tienen una estrecha relación con la edad de la planta, conforme esta aumenta, se incrementa su aportación de cada componente.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen y generalidades del triticale

El triticale (*X Triticosecale wittmarck*) es una cruce entre trigo (gen. *Triticum*) y centeno (gen. *Secale*). Este forraje se adapta a varios ambientes ecológicos del mundo. Cuando se creó este cereal, se pretendió cambiar la calidad, el nivel proteico y la productividad del trigo por el vigor del centeno, resistencias a sequía, cambios de temperatura, calidad y limitantes de suelo (Hewstone *et al.*, 1977). El triticale puede reemplazar como alimento en las raciones de los animales rumiantes al sorgo y maíz, que son los alimentos tradicionales (Males y Falen, 1984). Stephen Wilson, fue el primer fitomejorador que obtuvo el híbrido, resultado del cruzamiento del trigo y el centeno, informando a la Sociedad Botánica de Edimburgo, Escocia en el año de 1875, que el resultado fue una planta estéril. Sin embargo, en el año 1888, el alemán Rimpau encontró en una población de la cruce de trigo x centeno una espiga con 15 granos, 12 de ellos produjeron plantas fértiles, dichas semillas se multiplicaron con perfecta fidelidad genética, obteniendo los primeros triticales verdaderos (Muntzing, 1974).

Royo *et al.* (1993) mencionan que el Triticale es el único cereal cultivado que ha sido “fabricado” por el hombre, se trata de un cereal sintético, ya que el Triticale procede del cruzamiento entre el trigo y el centeno; su nombre científico se formó tomando la primera parte de la palabra *Triticum* (género al que pertenece el trigo) y la terminación *secale* (género al que pertenece el centeno). El nombre Triticale fue utilizado por primera vez en 1935 y propuesto por Erich Tschermak. El triticale (*X Triticosecale Wittmack.*) puede utilizarse para tres fines agrícolas: a) producción de grano, b) producción de forraje y c) doble propósito, ya sea para corte o pastoreo. Esta última modalidad en el uso de este cultivo está ganando popularidad en diversas regiones del norte y centro de México durante el ciclo otoño–invierno, debido a su potencial productivo y adecuada calidad nutritiva, la cual, en la etapa de encañe-embuche, es similar a la alfalfa (Collar y Aksland, 2001). El uso eficiente del agua y los fertilizantes en los forrajes es un criterio importante para la selección de la especie o

variedad a cultivar y que de esta manera brinde sustentabilidad en la producción. La elección correcta de los forrajes debe ser considerada en toda explotación lechera o pecuaria, e incluir el rendimiento, valor nutritivo, los costos y riesgos de producción (Neal *et al.*, 2010).

2.2 Descripción de la especie en estudio.

2.2.1 Descripción taxonómica

- Reino: Plantae
 - División: Magnoliophyta
 - Clase: Liliopsida
 - ◆ Orden: Poales
 - Familia: Poaceae
 - Subfamilia: Pooideae
 - Tribu: Triticeae (Wittmack)
 - ◆ Género: *Triticosecale*
 - ◆ Nombre común: Triticale
 - ◆ Nombre científico: *Triticosecale* Wittmack.

2.2.2 Descripción morfológica

La planta de triticales tiene una apariencia semejante a la planta de trigo y a la planta de centeno, siendo más parecida al primero. Normalmente el triticales es más alto al trigo, posee una hoja más grande y ancha y las espigas de mayor longitud a la del trigo y centeno. En muchos triticales de tipo invernales el pedúnculo de la especie tiene vellos característica que procede del centeno (Coutiño, 2008). El triticales presenta un gran vigor, sobre todo en las primeras fases del ciclo presencia de ceras epicuticulares y su modo de cristalización hacen que la planta muestre un color verde – azulado que se maximizan poco antes de la espiga (Coutiño, 2008).

2.2.3 Tipos de triticale

Los híbridos obtenidos directamente de la cruce entre el trigo y el centeno se denominan “primarios” y por ser bastante pobres desde el punto de vista agronómico, hoy en día no se cultivan; es por tal razón que solo son utilizados como elementos para la obtención de otros tipos, y de esta manera ampliar la diversidad genética de la especie. También existen los triticales —secundarios— los cuales se han obtenido de la cruce de triticales primarios con trigo o con otros triticales, todo esto se ha realizado con el único propósito de mejorar sus características, por tal razón la mayoría de los triticales cultivados en la actualidad son aquellos que pertenecen al grupo de los “secundarios” (Royo *et al.*, 1993).

Existen varios hábitos de crecimiento en este cultivo, generalmente agrupados en primaverales, invernales y facultativos (Lozano, 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 (Gálvez, 2020). 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 y Parés, 1995; Ye *et al.*, 2001). Estos últimos son excelentes en la producción de forraje para cortes o pastoreos múltiples debido a su capacidad de rebrote, alta calidad nutritiva, adecuado rendimiento de forraje seco y una mayor relación hoja-tallo, en comparación con los triticales facultativos, avena y trigo (Guzmán, 2017).

De acuerdo con la clasificación de triticales forrajeros: primaverales, intermedios e invernales, con diferentes grados de expresión entre estos tipos, que puede ser intermedios entre los tres mencionados. Los tipos primaverales son de crecimiento rápido, y su utilización es principalmente para ensilaje y henificado, con un desarrollo y producción similar a la avena (Lozano, 2002). Los tipos facultativos o intermedios son relativamente más tardíos que los primaverales, en forma general presentan una mayor relación hoja-tallo que los anteriores. Presentan además una mayor capacidad de rebrote que los primaverales, por lo que pueden ser utilizados en dos cortes para verdeo, o uno para verdeo y el segundo para henificado o ensilaje (García 2014). Los tipos invernales, de ciclo tardío, son excelentes en la producción de forraje para cortes o pastoreos múltiples (3 ó 4), debido a su alta capacidad de rebrote, alta calidad nutritiva, con adecuados rendimientos de forraje seco en etapas tempranas en su desarrollo (encañe) y una mayor proporción de hojas con relación a los tallos, con relación a los triticales intermedios, avenas y trigos (García, 2014).

2.3 Triticale frente al déficit de humedad

Algunos de los efectos no visibles en las plantas en respuesta a déficits de humedad son los daños a las membranas citoplásmicas, disturbios en el estado hídrico de los diferentes órganos y una disminución en el contenido de clorofila (Blum y Ebercon *et al.*, 1981; Trapani y Gentinetta *et al.*, 1984). Así mismo, en los cambios en el estado hídrico de los tejidos de la planta ocurren pocas horas después de comenzar el déficit de humedad; sin embargo, la pérdida de permeabilidad en las membranas celulares y la disminución en el contenido de clorofila se presentan posteriormente, pero con frecuencia, estos cambios son irreversibles, especialmente bajo una severa y prolongada exposición a la sequía. Estos cambios dependen de la especie de planta, nivel y duración del déficit de humedad, etapa de crecimiento y edad de la planta (Conroy *et al.*, 1988; Grzesiak *et al.*, 2003).

2.4 Producción y calidad de forraje de triticale

El triticale (*Triticosecale Wittmack*), es un cultivo que reúne un alto potencial de producción de biomasa de un valor nutritivo adecuado, con una mayor tolerancia a factores adversos del medio ambiente como las bajas temperaturas. Según Hinojosa (2007), se tienen reportes que soportar heladas hasta temperaturas de $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ por lo que puede producir una adecuada cantidad de forraje durante los meses con temperaturas bajas (Diciembre, Enero y Febrero), además de tener mayor tolerancia que los cultivos tradicionales a deficiencias de agua y nutrientes, y una adecuada resistencia a plagas y enfermedades.

En el ciclo agrícola comprendido entre los años de 1987-1988, Gayosso (1989), evaluó cuatro líneas de triticale de hábito intermedio en tres localidades del estado de Coahuila, y además utilizó el testigo comercial Eronga 83 el cual se caracteriza por ser una variedad de triticale de hábito de crecimiento primaveral. Al respecto Gayosso (1989), encontró diferencias estadísticamente significativas entre cortes y localidades, además de diferencias estadísticas entre genotipos, siendo las líneas de hábito intermedio superiores en producción de forraje verde y seco al testigo, encontrando valores máximos de 46.05 t ha^{-1} de forraje verde para el tratamiento más rendidor, mientras los valores más altos para producción de forraje seco fueron de 7.56 t ha^{-1} . Los valores para contenido promedio de proteína cruda fueron de 22.7 %.

Brown y Almodares (1976), señalan que el contenido de proteína cruda del forraje de triticale es comparable o similar al centeno, trigo y avena. El contenido de pared celular del cultivo de triticale fue inferior a centeno y al de una mezcla de centeno-trigo. Cherney y Marten (1982), por su parte condujeron un experimento para la determinación de la calidad del forraje y el potencial de producción en cereales de grano pequeño, así como la determinación de la relación entre los componentes químicos y digestibilidad in vitro en diferentes estados de maduración en variedades de trigo, avena, triticale y cebada. Encontraron que la digestibilidad in vitro de la materia seca en promedio de los cuatro cultivos estuvo en un rango de 80 a 58% en la

etapa de hoja bandera y estado masoso, respectivamente. También mencionan que con respecto a los constituyentes de la pared celular (CPC) y fibra ácido detergente (ADF), su concentración se incrementó con la madurez, mientras que la concentración de la lignina ácido detergente (LAD) se incrementó linealmente con el incremento de la madurez.

El valor nutritivo del grano se muestra en la Tabla 1, es medido el porcentaje de proteínas y su calidad. La calidad biológica de sus proteínas es mejor en cuanto mayor sea su proporción de aminoácidos esenciales y dentro de los cereales es el segundo grano más nutritivo, superado por el grano de avena (Royo *et al.*, 1993).

Tabla 1. Composición nutrimental del grano de distintos cereales.

Características		Triticale	Trigo harinero	Centeno
Proteína cruda		11.6	11.30	9.50
Aminoácidos (%)	Lisina	0.39	0.32	0.36
	Metionina	0.20	0.19	0.17
	Triptófano	0.11	0.13	0.10
	Treonina	0.35	0.34	0.31
Calcio (%)		0.04	0.06	0,06
Fosforo total (%)		0.40	0.33	0.34
Energía bruta (Mcal/kg)		4.46	4.40	4.34
Grasas brutas (g/kg)		17.00	20.00	16.20

Fuente: (Royo *et al.*, 1993).

2.5 Ensilaje de triticale

El triticale (*Triticosecale Wittmack*) se siembra principalmente para consumo animal, especialmente como grano para concentrados, compitiendo exitosamente por calidad y precio con el maíz (Rojas *et al.*, 1991). Sin embargo, la utilización del triticale como ensilaje ha sido estudiada como una alternativa al ensilaje de cebada y de maíz, con éxito relativo en raciones de engorda de novillos (Rojas y Catrileo, 1998), debido en gran medida al desconocimiento del estado de corte adecuado para conservación. En este sentido es importante el conocimiento de las relaciones de producción y de calidad que este cultivo tiene a medida que avanza su fenología, para determinar el momento adecuado de corte, especialmente para animales de alto requerimiento.



Figura 1. La planta de triticale (*Triticosecale Wittmack*) tiene una apariencia intermedia entre la planta de trigo y la planta de centeno.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sitio experimental

El presente trabajo se llevó a cabo el 11 de agosto al 12 de octubre del 2019, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el área experimental “El Bajío”. Las coordenadas del sitio son 25° 23’ de Latitud Norte y 101° 00’ de Longitud Oeste, a una altitud de 1,783 m. El clima es clasificado como templado semiseco, con una temperatura promedio de 18 °C, con inviernos extremos y con una precipitación media anual de 340 mm (RUOA UNAM, Observatorio Atmosférico Saltillo, UAAAN 2019).

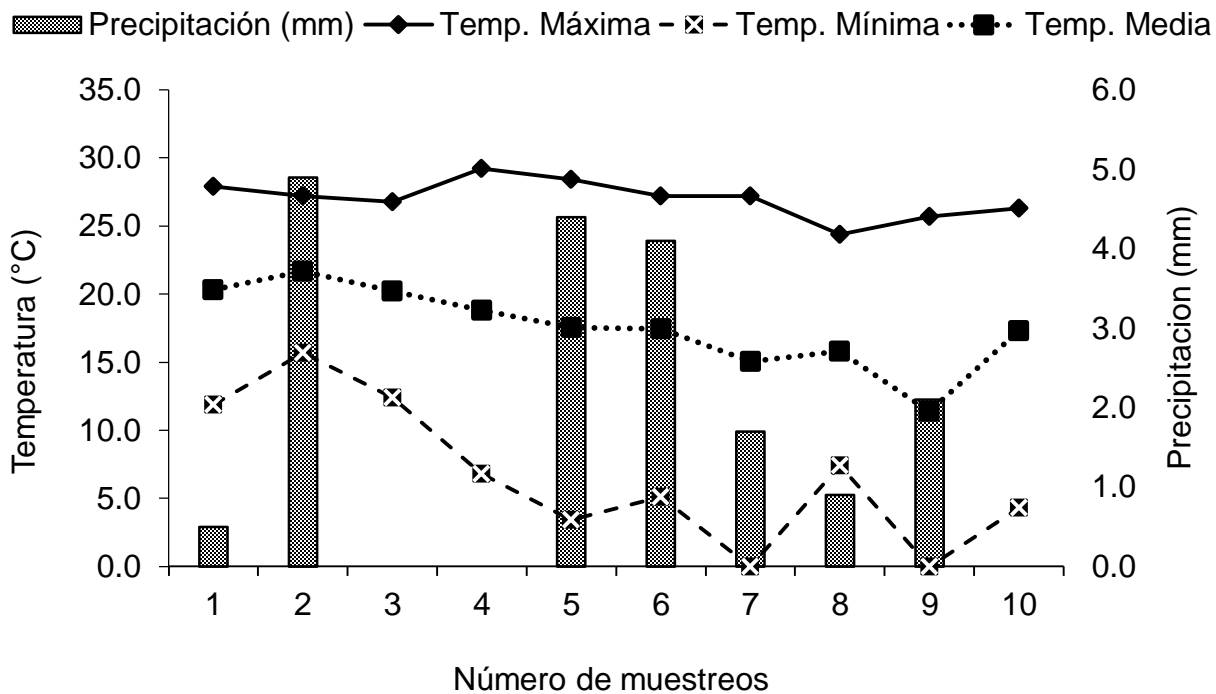


Figura 2. Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima semanal registradas durante el periodo de estudio del 14 de septiembre al 12 de octubre del 2019 (Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos_RUOA UNAM-UAAAN).

3.2 Diseño experimental y tratamientos

Se utilizaron camas de 12 m largo por 1.5 m de ancho, establecidas el 11 de agosto del 2019, en la que se realizó una siembra con el método al voleo, y se utilizó un riego subterráneo con cintilla, calibre 6000. El área experimental fue dividida en cinco parcelas de 2.5 tres repeticiones. Los tratamientos fueron cortes sucesivos semanales durante cinco semanas iniciando a los 35 días después de la siembra (DDS), distribuidos en diseño completamente al azar, con repeticiones. Se establecieron dos cultivares de triticale (triticale tardío y triticale precoz) con tres repeticiones por cultivar.

3.3 Variables medidas

3.3.1 Rendimiento de forraje

Para determinar el rendimiento de forraje, se cortó el material vegetal presente dentro de un cuadrante de 0.25 m² (50 x 50 cm) por repetición y se depositó en bolsas de papel previamente identificada con el número de semana, repetición y parcela. Las bolsas se depositaron en una estufa de aire forzado, marca Felisa Modelo FE-243A, para su secado a una temperatura de 55 °C durante 72 hrs, hasta alcanzar un peso constante y se registró el peso de la materia seca, y su estimación en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS ha⁻¹).

3.3.2 Composición morfológica (CM)

La muestra utilizada para determinar rendimiento de forraje, se uniformizó y se tomó una sub-muestra de aproximadamente entre el 10 y 20 %, la cual fue separada en hojas, tallos, material muerto e inflorescencia, y cada componente se secó en una estufa de aire forzado modelo FE-243^a, marca Felisa, a una temperatura de 55 °C durante 72 hrs, hasta alcanzar un peso constante y se registró el peso de la materia

seca, y se estimó su aportación al rendimiento total en porcentaje (%) y en kg MS ha⁻¹, mediante las formulas siguientes:

	CBM (%)	
Peso total de la CBM	----	100 %
Peso del componente	----	<u>% del componente</u>

	CBM en kg MS ha ⁻¹	
kg MS ha ⁻¹ corte ⁻¹	----	100 %
<u>kg MS ha⁻¹ corte⁻¹ componente⁻¹</u>	----	% del componente

3.3.3 Relación hoja:tallo

Los datos obtenidos a partir de la composición morfológica (hoja y tallo) fueron utilizados para estimar la relación hoja:tallo mediante la siguiente formula:

$$R: H/T$$

Dónde:

R = Relación del peso de la hoja respecto al del tallo.

H = Peso de la hoja (kg MS ha⁻¹).

T = Peso del componente tallo (kg MS ha⁻¹)

3.3.4 Altura de la planta

Antes de cada corte se determinó la altura de 10 plantas seleccionadas al azar por repetición, con el uso de una regla de madera graduada a 100 cm, con 1 mm de

precisión, donde 0 cm se colocó a ras de suelo y a partir de ahí se tomó la altura hasta el componente morfológico más alto de la planta.

3.3.5 Análisis estadístico

Para determinar el efecto de cultivar y edad a la cosecha, se llevó a cabo un análisis de varianza para un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del SAS para Windows versión 9.3 (SAS Institute, 2011) y se hizo una comparación de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en el tratamiento i , repetición j

μ = Media general de la población estudiada

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_i = Efecto del i -ésimo bloque

ε_{ij} = Error estándar de la media.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de forraje

En los diferentes cultivares se obtuvo un crecimiento sucesivo en el rendimiento de forraje (Tabla 2). La diferencia entre los dos cultivares se presentó a los 63 DDS y promedio, siendo superior el cultivar tardío (TCT) respecto al precoz (TCP), con valores de 4,842 y 3,608 kg MS ha⁻¹, respectivamente ($p < 0.05$). En ambos cultivares el rendimiento se incrementó desde los 35 DDS hasta un máximo a los 63 DDS. Independientemente del cultivar, los promedios de los DDS mostraron mayores valores a los 63 DDS con 6,839 kg MS ha⁻¹, respecto al menor rendimiento a los 35 DDS con 1,869 kg Ms ha⁻¹.

Tabla 2. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) de dos cultivares de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	EEM
	35	42	49	56	63		
TCT	1998 ^{Ae}	3135 ^{Ad}	4177 ^{Ac}	6597 ^{Ab}	8300 ^{Aa}	4842 ^A	294
TCP	1739 ^{Ac}	1874 ^{Ac}	3923 ^{Ab}	5126 ^{Aab}	5378 ^{Ba}	3608 ^B	481
\bar{x}	1869 ^e	2504 ^d	4050 ^c	5861 ^b	6839 ^a	4225	198
EEM	371	723	176	536	370	180	

Diferente literal minúscula en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

De acuerdo con Wilson *et al.* (2018) reportaron en un primer ciclo de producción (Invierno 2012-2013) en el cultivar 118 del Colegio de Postgraduados, una máxima acumulación de forraje a los 84 DDS con un rendimiento de 1,852 kg MS ha⁻¹ y para un ciclo dos (Invierno 2013-2014) el máximo rendimiento a los 119 DDS con 8,733 kg MS ha⁻¹. No obstante estos cultivares son de climas invernales, por lo que resisten las bajas temperaturas y requieren la acumulación de horas frío para completar su máxima acumulación de biomasa, sin embargo temperaturas muy bajas y heladas pueden causar la muerte de plantas (Llera y Cruz, 2014).

4.2 Composición morfológica

La hoja tuvo su mayor aportación (%), en las cinco edades de cosecha, en comparación a los demás componentes (Tabla 4; $p < 0.05$). En el cultivar TCT, resultaron diferencias a los 42, 49, 63 DDS y promedio, donde el TCT fue mayor al TCP, con valores de 83 y 75 %, respectivamente. En el TCP se muestran diferencias de 35 y 42 DDS con las 56 y 63 DDS (93 y 91 %, 35 y 42 DDS con el 72 y 73 %; 56 y 63 DDS). En el TCP la mayor presencia fue a los 35 DDS con 93 %, mientras el menor de los 49 a los 63 DDS. Los promedios por edad de la planta mostraron valores descendentes de los 35 DDS con 93 % de presencia de la hoja, hasta 71 y 70 % a los 56 y 63 DDS, respectivamente. Inversamente a la presencia de hoja en %, el aporte en kg MS ha⁻¹ fue mayor a los 63 DDS con 4,813 kg MS ha⁻¹ y menor a los 35 y 42 DDS con 1,737 y 2,164 kg MS ha⁻¹, respectivamente. En el promedio por cultivar el TCT supero al TCP con valores de 3,804 y 2,569 kg Ms ha⁻¹, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento de forraje de hoja (kg MS ha⁻¹) de cultivares de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	EEM
	35	42	49	56	63		
TCT	1865 ^{Ad}	2852 ^{Ac}	3492 ^{Ac}	4743 ^{Ab}	6067 ^{Aa}	3804 ^A	341
TCP	1610 ^{Ac}	1477 ^{Ac}	2655 ^{Ab}	3544 ^{Ba}	3558 ^{Ba}	2569 ^B	297
\bar{x}	1737 ^d	2164 ^d	3073 ^c	4143 ^b	4813 ^a	3186	160
EEM	361	663	239	209	285	168	

Diferente literal minúscula en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

El tallo solo presentó diferencias estadísticas entre cultivares y cosechas días después de la siembra ($p < 0.05$; Tabla 4). El TCP fue mayor al TCT a los 42, 49 y promedio, en el porcentaje de presencia en la pradera, con valores de 23 y 16 %, promedio, respectivamente (Tabla 13; Anexos). Ambos cultivares mostraron menor presencia a los 35 DDS y el TCT similar al valor de 42 DDS. Los promedios por DDS muestra un incremento desde los 35 DDS con 7 % de presencia hasta mayores valores desde los 49 a los 63 DDS con valores entre 24 y 27 %. Estos valores concuerdan con la aportación del tallo al rendimiento total en kg MS ha⁻¹, el cual se incrementó en ambos cultivares conforme aumento la edad de la planta, solo marcando diferencia a los 49 DDS, siendo mayor el TCP (1,268 kg MS ha⁻¹) al TCT (685 kg Ms ha⁻¹). El rendimiento de tallo fue mayor desde los 35 y 42 DDS hasta los 63 DDS ($p < 0.05$), con valores de 131 a 1,802 kg MS ha⁻¹.

Tabla 4. Rendimiento de forraje de tallo (kg MS ha⁻¹) de cultivares de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	EEM
	35	42	49	56	63		
TCT	133 ^{Ac}	283 ^{Ac}	685 ^{Bb}	1671 ^{Aa}	1998 ^{Aa}	954 ^A	118
TCP	129 ^{Ab}	397 ^{Ab}	1268 ^{Aa}	1462 ^{Aa}	1607 ^{Aa}	973 ^A	186
\bar{x}	131 ^c	340 ^c	977 ^b	1566 ^a	1802 ^a	963.4	117
EEM	17.6	74.4	66.4	274	146.1	66.6	

Diferente literal minúscula en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

El material muerto y la inflorescencia, se presentaron al final del estudio. En el material muerto no se presentaron diferencias entre cultivares ($p > 0.05$), con un valor promedio de presencia del 1.1% equivalente a 72 kg Ms ha⁻¹. Los promedios por DDS en % fueron de nula presencia (0 %) a los 35 DDS hasta 2.4 y 3.1 % a los 56 y 63 DDS (Tabla 15; Anexos), con una aportación al rendimiento total de 101 y 140 kg MS ha⁻¹, a los 56 y 63 DDS, respectivamente. Así mismo, en la inflorescencia se presentaron diferencias al final del estudio (63 DDS) y en el promedio, donde el TCP fue mayor al TCT, con valores promedios de 0.1 % y nula presencia de la inflorescencia en el TCT (0 %) como se observa en la tabla 17 de anexos. Lo anterior representó un aporte al rendimiento total por la inflorescencia de 32.6 kg MS ha⁻¹ a los 63 DDS por el TCP.

Tabla 5. Rendimiento de forraje de material muerto (kg MS ha⁻¹) de cultivares de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	EEM
	35	42	49	56	63		
TCT	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	183 ^{Aa}	235 ^{Aa}	84 ^A	34
TCP	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	121 ^{Aab}	185 ^{Aa}	61 ^A	47
\bar{x}	0 ^b	0 ^b	0 ^b	101 ^a	140 ^a	72.38	31
EEM	.000	.000	.000	73	30	10	

Diferente literal minúscula-en cada hilera, indican diferencia (P<0.05); Diferente literal mayúscula en cada columna, indican diferencia (P<0.05); EEM= error estándar de la media. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 6. Rendimiento de forraje de inflorescencia (kg MS ha⁻¹) de cultivares de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	EEM
	35	42	49	56	63		
TCT	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^B	0.0
TCP	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	32.6 ^{Aa}	6.33 ^A	5.4
\bar{x}	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	9.30 ^a	2.79	2.6
EEM	.000	.000	.000	.000	5.4	1.08	

Diferente literal minúscula en cada hilera, indican diferencia (P<0.05); Diferente literal mayúscula en cada columna, indican diferencia (P<0.05); EEM= error estándar de la media. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

En general el mayor aporte al rendimiento total lo hizo la hoja con un promedio de 79 %, equivalente a 3,186 kg MS ha⁻¹, seguida por el componente tallo con 963 kg Ms ha⁻¹(20 %), material muerto con 72 kg MS ha⁻¹ (1.1 %) e inflorescencia con 2.7 kg MS ha⁻¹ (0.05 %). De acuerdo con García *et al.* (2017), reportaron que los mayores rendimientos de hoja en cultivares de triticale se encuentran a los 63 y 7 días después de la siembra con 784 y 273 kg MS ha⁻¹, rendimientos inferiores a los de este estudio. Estos mismos autores reportaron presencia de la inflorescencia a partir de los 91 a los 126 DDS, con rendimientos de 550 y 3,843 kg MS ha⁻¹, valores mayores al des este estudio dado una mayor edad de la planta.

4.3 Relación hoja:tallo (R:H/T)

La relación hoja:tallo que existe entre la cantidad de hoja respecto al tallo en un cultivo de triticale (*Triticosecale*) de dos cultivares; tardío y precoz, presentaron diferencias entre cortes y entre cultivares como se presenta en la Tabla 8. Se observa una disminución de la relación hoja:tallo conforme aumentó la edad de la planta. En el cultivar TCT se presenta una diferencia significativa ($P<0.05$), entre los 35 DDS (14.1), con los 49, 56, 63 DDS (5.5, 2.8, 3.0). Se encontró que el cultivar TCP tiene diferencias significativas ($P<0.05$), entre los 35 DDS con los 42, 49, 56, 63, DDS, con valores de 13.2 (35 DDS) y 3.7 (42 DDS), 2.1 (49 DDS), 2.5 (56 DDS), y 2.3 (63 DDS), respectivamente. Considerando las diferencias significativas en el promedio por DDS, se presentó a los 35 DDS la mayor R:H/T (13.7) con los 49, 56 y 63 DDS. Diferencias entre cultivares, se presentaron a los 42 y 63 donde el TCT fue mayor al TCP. De acuerdo con Sevilla (2000), estipula que la buena calidad de un forraje se relaciona estrechamente con aquellos cultivares que presentan una mayor relación hoja:tallo, ya que es un parámetro considerado de vital importancia ya que da una idea general del valor nutricional del forraje para fines de alimentación del ganado.

Tabla 7. Relación hoja:tallo (R:H/T) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	EEM
	35	42	49	56	63		
TCT	14.1 ^{Aa}	10.0 ^{Ab}	5.5 ^{Ac}	2.8 ^{Ac}	3.0 ^{Ac}	7.1 ^A	1.20
TCP	13.2 ^{Aa}	3.7 ^{Bb}	2.1 ^{Ab}	2.5 ^{Ab}	2.3 ^{Bb}	4.8 ^A	1.34
\bar{x}	13.7 ^a	6.8 ^b	3.8 ^c	2.7 ^c	2.7 ^c	5.9	0.97
EEM	2.31	1.04	1.165	0.353	0.18	0.70	

Diferente literal minúscula en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

4.4 Altura de planta

En la Tabla 8, se muestran los cambios en la altura de las plantas de triticale (triticosecale) de los cultivares con fenología tardía y precoz, cosechada a diferente edad. Se presentó una tendencia positiva conforme avanzó la edad, a los 35 DDS se obtuvo un crecimiento similar en ambos cultivares (34 y 33 cm DDS, para TCT y TCP, respectivamente). En cada edad de la planta dentro de cada cultivar se registraron diferencias ($P < 0.05$). A excepción de la edad de cosecha de los 35 DDS, en el resto de los cortes se presentaron diferencias estadísticas donde el TCP fue mayor al TCT con valores promedios de 60 y 40 cm, respectivamente. La altura de la planta promedio, independientemente del cultivar mostraron menor crecimiento a los 35 DDS con 33 cm, y un mayor a los 56 DDS (61 cm) y 63 DDS (62 cm), similar comportamiento en cada cultivar, por lo que se detectó un efecto del cultivar y la fecha a la fueron cosechados.

Mendoza *et al.* (2011) consideran que la altura de un forraje está influenciada por la época de siembra, al evaluar tres fechas de siembra en la estación de invierno (09 y 23 de noviembre y 07 de diciembre) registrando alturas de 104 y 102 cm en las

primeras dos fechas y 68 cm para la tercera fecha. A diferencia del presente estudio el cual se llevó a cabo entre las estaciones de verano-otoño, los máximos valores fueron de 80 cm en el TCP a los 63 DDS, lo cual pudo ser influenciado por la época del año.

Tabla 8. Altura de planta (cm) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	EEM
	35	42	49	56	63		
TCT	34 ^{Ab}	37 ^{Bb}	43 ^{Ba}	44 ^{Ba}	45 ^{Ba}	40 ^B	0.65
TCP	33 ^{Ad}	49 ^{Ac}	58 ^{Ab}	79 ^{Aa}	80 ^{Aa}	60 ^A	1.21
\bar{x}	33 ^d	43 ^c	50 ^b	61 ^a	62 ^a	50	1.00
EEM	0.40	1.08	0.81	1.22	0.81	0.81	

Diferente literal minúscula en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= Error estándar de la media. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

V. CONCLUSIÓN

El cultivo del triticale con un ciclo fenológico tardío es el material más recomendado como fuente de forraje durante la estación de verano-otoño, comparado con el triticale de ciclo fenológico precoz, ya que presentó buen rendimiento de materia seca, cantidad de hoja y tallo, y menor o nula presencia de inflorescencia hasta los 63 días después de la siembra y mayor relación hoja:tallo. El momento óptimo para la cosecha en ambos cultivares de triticale estudiados, es a los 63 días después de la siembra, ya que a esta edad se registró el mayor rendimiento de forraje, conformado por una mayor cantidad de hoja, respecto al tallo, material muerto e inflorescencia.

VI. LITERATURA CITADA

- Aviram, Z, A. 2020.** Rendimiento de forraje en cortes sucesivos de triticale de diferente habito de Crecimiento en Matamoros, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coahuila México. 59 p.
- Blum, A. 1996.** Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regul.* 20:135-148.
- Brown, A. R., y Almodares, A. 1976.** Quantity and quality of triticale forage compared to other small grains. *Agron. J.* 68(1):264-266.
- Cherney, J. H., y Marten, C. G. 1982.** Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality, and yield. *Crop Science.* Dep. of Agronomy and Plant Genetics, Minnesota Univ. USA. 22(2):227-231.
- Collar, C., y Aksland, G. 2001.** Harvest effects on yield and quality of winter forage. *Proc. 31st*
- Conroy, J.P., Virgona, J.M., Smillie, R.M., and Barlow, E.W. 1988.** Influence of drought acclimation and CO₂ enrichment on osmotic adjustment and chlorophyll a fluorescence of sunflower during drought. *Plant Physiol.* 86:1108-1115.
- Coutiño, M. A. 2008.** Treitcale una alternativa de forraje en la comarca lagunera en época de invierno. Tesis de licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila, México. 52 p.
- De la Rosa, G. A. 2002.** Evaluación de triticale (X Triticosecale Wittmack) y avena (*Avena sativa* L.) para producción de forraje en tres ambientes del Norte de México. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 67 p.

- Galvez, Z. A. 2020.** Rendimiento de forraje en cortes sucesivos en triticale de diferente habito de crecimiento en Matamoros Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 59 p.
- García, Z. J. G. 2014.** Patrones de Producción de Forraje en Genotipos de Triticale en Muestreos Sucesivos en Zaragoza, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 52 p.
- 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. 52 p.
- González, G. J. I. 2013.** Digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica de 15 genotipos de triticale forrajero (X *Triticosecale* Wittmack) cosechados en la localidad “El Campanario”, Matamoros, Coahuila, durante el ciclo 2008-2009. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 43 p.
- Gúzman, O. A. 2017.** condición corporal en vacas lecheras holstein alimentadas con triticale (x *triticosecale wittmack*) en substitución de avena (*Avena sativa* L .). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coahuila Mexico. 41 p.
- Hewstone, G., J. Acevedo, y M. Clarke. 1977.** Comportamiento de triticales bajo condiciones extremas de humedad en la zona sur. 26-29 p.
- Hinojosa, B., Moisés, A, K. 2007.** Triticale, una alternativa para el nortede México. CIMMYT, El Batán, Chih. México. 9 p.
- Iglesias, C, M, A. 2011.** Manejo de ensilajes (maíz y triticale) para la alimentación animal. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 44 p.
- Llera, F. y Cruz, V. 2014.** Influencia del ambiente en el rendimiento de forraje y grano de triticale. Pastos y In. PAC 2014-2020. 53a Reunión científica de la SEEP.

- Lozano, del R, A. J., Zamora, V. M., Ibarra J, L., Rodríguez H. S. A., de la Cruz, L, E., y de la Rosa, I, 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.
- Lozano, del R.A.J. 2002.** Triticales forrajeros para la Región Lagunera. *Revista Agropecuaria Laguna*. No. 29. 4-5 pp.
- Lozano-del Río, A.J., Colín-Rico, M., Mergoum, M., Pfeiffer, W.H., Hede, A., and Reyes-Valdés, M.H. 2002.** Registration of "TCLF-AN-31". *Triticale. Crop Sci.* 42:2215-2216.
- Males, J. R y Falen, L. L. 1984.** A comparison of triticale and barley for feedlot cattle. *Anim Sci*. 9 p.
- Mendoza, E. M.; Cortez, B. E.; Rivera, R. J. G.; Rangel, L. J. A.; Andrio, E. E. y Cervantes, O. F. 2011.** Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de triticale (X *Triticosecale Wittmack*). México. *Agron. Mesoam.* 22(2):309-316.
- Muntzing, A. 1974 October 1973.** Historical review of the development of triticales. In *Triticale: proceedings of an international symposium*, Tnt. Develop. Res. Center Monogr. El Batán, Mexico. IDRC- 024e., 1(3):13-30.
- Neal, J.S., Fulkerson, W.J., y Campbell, L.C. 2010.** Differences in yield among annual forages used by the dairy industry under optimal and deficit irrigation. *Crop and Pasture Sci.* 61:625-638.
- Perez, E, R. 2012.** Determinar la factibilidad de inhibir la fertilización de fondo con aplicación de fertilización foliar en el cultivo de triticale (X *Triticosecale Wittmack*). Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61.

- Rojas, C., A. Catrileo, y A. Letelier. 1991.** Niveles de triticale en raciones para engorda de novillos Hereford. *Agric. Téc. (Chile)* 51:9-14.
- Rojas, C., y A. Catrileo. 1998.** Ensilaje de triticale en la engorda invernal de novillos Hereford. p. 19-20. (Resumen) XXIII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA), Chillán, Chile. 21-23 de octubre. Sociedad Chilena de Producción Animal, Santiago, Chile.
- Royo, C. y Parés, D. 1995.** Yield and quality of winter and spring triticales for forage and grain. *Grass and Forage Science.* 51:449-455.
- Royo, E. C., J. L. Montesinos, M. Cano, S. 1993.** Triticale and other small grain cereals for forage and grain in Mediterranean conditions. *Grass and Forage Science*, Vol. 48(1):11 – 17.
- Wilson, G. C. Y.; López, Z. N. E.; Ortega, C. M. E.; Ventura, R. J.; Villaseñor, M. H. E. y Hernández, G. A. 2018.** Acumulación de forraje, composición morfológica e intercepción luminosa en dos variedades de avena. *Interciencia.* 43(9):630-636.
- Wilson, G. C. Y., López, Z. N. E., Álvarez, V. P., Ventura, R. J., Ortega C. M E., Venegas, A. M. I., 2020.** Acumulación de forraje, composición morfológica e intercepción luminosa en Triticale 118 (X Triticosecale Wittmack). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas publicación especial número 24.* P. (221-229).
- 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. *Téc. Pecu.* 39 (1):15-29.

VII. ANEXOS

Tabla 9. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	1998 ^{Ae}	3135 ^{Ad}	4177 ^{Ac}	6597 ^{Ab}	8300 ^{Aa}	4842 ^A	.0001	294	830
TCP	1739 ^{Ac}	1874 ^{Ac}	3923 ^{Ab}	5126 ^{Aab}	5378 ^{Ba}	3608 ^B	.0001	481	1356
\bar{x}	1869 ^e	2504 ^d	4050 ^c	5861 ^b	6839 ^a	4225	.0001	198	561
Sig.	0.51	0.58	0.28	0.50	0.28	0.15			
EEM	371	723	176	536	370	180			
DMS	1305	2542	619	1883	1302	632			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 10. Rendimiento de forraje de hoja (kg MS ha⁻¹) de cultivares de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometidos a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	1865 ^{Ad}	2852 ^{Ac}	3492 ^{Ac}	4743 ^{Ab}	6067 ^{Aa}	3804 ^A	.0001	341	961
TCP	1610 ^{Ac}	1477 ^{Ac}	2655 ^{Ab}	3544 ^{Ba}	3558 ^{Ba}	2569 ^B	.0001	297	839
\bar{x}	1737 ^d	2164 ^d	3073 ^c	4143 ^b	4813 ^a	3186	.0001	160	453
Sig.	0.58	0.60	0.93	0.42	0.69	0.34			
EEM	361	663	239	209	285	168			
DMS	1268	2332	842	737	1002	591			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia (P<0.05); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia (P<0.05); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 11. Porcentaje de aportación al rendimiento de hoja (%) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	93 ^{Aa}	91 ^{Aa}	84 ^{Ab}	72 ^{Ac}	73 ^{Ac}	83 ^A	.0001	2.57	7.25
TCP	93 ^{Aa}	79 ^{Bb}	68 ^{Bc}	70 ^{Ac}	66 ^{Bc}	75 ^B	.0001	1.82	5.13
\bar{x}	93 ^a	85 ^b	76 ^c	71 ^d	70 ^d	79	.0001	1.67	4.72
Sig.	0.43	0.92	0.38	0.54	0.15	0.26			
EEM	0.43	1.47	3.08	3.55	1.47	1.47			
DMS	3.79	5.17	10.82	12.5	5.17	5.17			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 12. Rendimiento de forraje de tallo (kg MS ha⁻¹) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	133 ^{Ac}	283 ^{Ac}	685 ^{Bb}	1671 ^{Aa}	1998 ^{Aa}	954 ^A	.0001	118	333
TCP	129 ^{Ab}	397 ^{Ab}	1268 ^{Aa}	1462 ^{Aa}	1607 ^{Aa}	973 ^A	.0001	186	525
\bar{x}	131 ^c	340 ^c	977 ^b	1566 ^a	1802 ^a	963.4	.0001	117	331
Sig.	0.08	0.36	0.06	0.56	0.16	0.14			
EEM	17.6	74.4	66.4	274	146.1	66.6			
DMS	62.1	261.4	233.4	963.6	513	234.01			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia (P<0.05); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia (P<0.05); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 13. Porcentaje de aportación al rendimiento de tallo (%) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	7 ^{Ac}	9 ^{Bc}	16 ^{Bb}	25 ^{Aa}	24 ^{Aa}	16 ^B	.0001	2.44	6.89
TCP	7 ^{Ad}	21 ^{Ac}	32 ^{Aa}	28 ^{Ab}	30 ^{Aab}	23 ^A	.0001	1.31	3.69
\bar{x}	7 ^c	15 ^b	24 ^a	26 ^a	27 ^a	20	.0001	1.36	3.85
Sig.	0.43	0.92	0.38	0.59	0.27	0.25			
EEM	1.08	1.47	3.08	2.48	1.77	0.81			
DMS	3.79	5.17	10.82	8.724	6.25	2.86			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 14. Rendimiento de forraje de material muerto (kg MS ha⁻¹) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	183 ^{Aa}	235 ^{Aa}	84 ^A	0.0001	34.81	98.33
TCP	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	121 ^{Aab}	185 ^{Aa}	61 ^A	0.0063	47.18	133.1
\bar{x}	0 ^b	0 ^b	0 ^b	101 ^a	140 ^a	72.38	0.0002	31.67	89.34
Sig.	.000	.000	.000	0.4921	0.1439	0.1020			
EEM	.000	.000	.000	73.151	30.482	10.255			
DMS	.000	.000	.000	256.99	107.09	36.027			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia (P<0.05); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia (P<0.05); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 15. Porcentaje de aportación al rendimiento de material muerto (%) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	2.66 ^{Aa}	3.00 ^{Aa}	1.12 ^A	.0001	0.258	0.728
TCP	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	2.20 ^{Aab}	3.43 ^{Aa}	1.13 ^A	.0001	0.922	2.601
\bar{x}	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	2.49 ^a	3.12 ^a	1.12	.0001	0.606	1.708
Sig.	.000	.000	.000	0.587	0.254	0.2404			
EEM	.000	.000	.000	1.325	0.477	0.20383			
DMS	.000	.000	.000	4.656	1.678	0.7161			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 16. Rendimiento de forraje de inflorescencia (kg MS ha⁻¹) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0.000 ^{Aa}	0.00 ^B	0.000	0.000	0.000
TCP	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	32.6 ^{Aa}	6.33 ^A	0.0017	5.422	15.29
\bar{x}	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	9.30 ^a	2.79	0.0019	2.696	7.604
Sig.	.000	.000	.000	.000	0.0505	0.0535			
EEM	.000	.000	.000	.000	5.400617	1.080123			
DMS	.000	.000	.000	.000	18.973	3.7946			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia (P<0.05); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia (P<0.05); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 17. Porcentaje de aportación al rendimiento de inflorescencia (%) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Ba}	0.000 ^A	.0000	0	0
TCP	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	1.00 ^{Aa}	0.103 ^A	.0010	0.092	0.258
\bar{x}	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0.30 ^a	0.05	.0010	0.046	0.129
Sig.	.000	.000	.000	.000	0.12	0.1304			
EEM	.000	.000	.000	.000	0.14	0.029439			
DMS	.000	.000	.000	.000	0.51	0.1034			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 18. Relación hoja:tallo (R:H/T) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	14.1 ^{Aa}	10.0 ^{Ab}	5.5 ^{Ac}	2.8 ^{Ac}	3.0 ^{Ac}	7.1 ^A	.0001	1.20	3.39
TCP	13.2 ^{Aa}	3.7 ^{Bb}	2.1 ^{Ab}	2.5 ^{Ab}	2.3 ^{Bb}	4.8 ^A	.0001	1.34	3.78
\bar{x}	13.7 ^a	6.8 ^b	3.8 ^c	2.7 ^c	2.7 ^c	5.9	.0001	0.97	2.75
Sig.	0.37	0.70	0.44	0.50	0.16	0.25			
EEM	2.31	1.04	1.165	0.353	0.18	0.70			
DMS	8.12	3.65	4.08	1.24	0.65	2.48			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.

Tabla 19. Altura de planta (cm) de triticale (*Triticosecale Wittmack*), sometido a diferentes edades de cosecha, en el noreste de Coahuila, México.

Cultivar	Días después de la Siembra (DDS)					\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63				
TCT	34 ^{Ab}	37 ^{Bb}	43 ^{Ba}	44 ^{Ba}	45 ^{Ba}	40 ^B	.0001	0.65	2.89
TCP	33 ^{Ad}	49 ^{Ac}	58 ^{Ab}	79 ^{Aa}	80 ^{Aa}	60 ^A	.0001	1.21	3.41
\bar{x}	33 ^d	43 ^c	50 ^b	61 ^a	62 ^a	50 ^A	.0001	1.00	2.82
Sig.	0.50	0.26	0.12	0.90	0.50	1.00			
EEM	0.40	1.08	0.81	1.22	0.81	0.81			
DMS	1.43	3.79	2.86	4.30	2.86	2.86			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. TCT = Triticale ciclo tardío. TCP = Triticale ciclo precoz.