

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Evaluación del valor nutricional del Triticale forrajero producido bajo dos sistemas de producción y dos fuentes de fertilización.

Por:

JAVIER ANZUREZ RIVERA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación del valor nutricional del Triticale forrajero producido bajo dos sistemas de producción y dos fuentes de fertilización.

Por:

JAVIER ANZUREZ RIVERA

TESIS

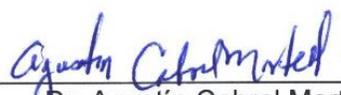
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

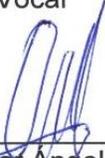
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


Dra. Martha Vaney Perales García
Presidente


Dr. Luis Felipe Alvarado Martínez
Vocal


Dr. Agustín Cabral Martell
Vocal


Dr. Oscar Angel Garcia
Vocal Suplente


M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Diciembre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación del valor nutricional del Triticale forrajero producido bajo dos sistemas de producción y dos fuentes de fertilización.

Por:

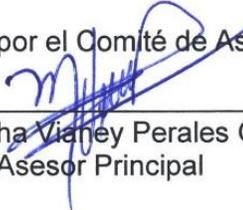
JAVIER ANZUREZ RIVERA

TESIS

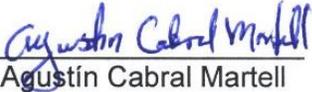
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dra. Martha Vianey Perales García
Asesor Principal


Dr. Luis Felipe Alvarado Martínez
Coasesor


Dr. Agustín Cabral Martell
Coasesor


M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Diciembre, 2022

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Juan Anzures Gutierrez y Juliana Rivera Fuentes por su inmenso amor y apoyo en cada uno de los niveles de estudio que curse y a pesar de las situaciones desfavorables que se presentaban día con día siempre me motivaron a seguir adelante.

A mi hermano, Juan Jesús Anzures Rivera ya que gracias a su compañía la vida no se volvió tan difícil.

A Dios, por estar siempre en cada uno de los momentos más difíciles de mi vida además de permitirme conocer grandes personas que guiaron mi camino.

A mi asesora, la Doctora Marta Vianey por permitirme formar parte de su equipo de investigación y así poder realizar este trabajo.

Al Médico, Omar Rolando Domínguez Díaz le agradezco inmensamente que haya compartido sus conocimientos conmigo ya que debido a él tenemos una alta experiencia y entendimiento en la clínica de campo.

A Don José Antonio Narro Rodríguez no tengo palabras para agradecerle la oportunidad de haber sido parte de su universidad y así obtener un título profesional.

DEDICATORIA

A mis padres, Juan Anzures Gutierrez y Juliana Rivera Fuentes les dedico este trabajo por ser mi ejemplo a seguir, darme tanto amor, apoyo y sobre todo por su enorme sacrificio que tuvieron que hacer para poder pagar mi escuela y así poder tener un título profesional.

A Dios, por cuidarme y bendecirme encada uno de los pasos que daba, además de alejarme de las malas compañías y de los vicios.

A mis amigos Brenda Aguilera, Carla Rivas, Lizbeth Holguín, David Avendaño, Abigail González, Eliel Domínguez, José Salgado, Jasón Carranza, Martin Reyes y Isabel Villegas por haberme acompañado durante estos años en mi formación profesional, dando una cálida compañía.

A mi abuela, Epimeña por mostrarme lo que es no rendirse nunca por más difícil que este la situación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVO	4
HIPOTESIS	4
III.- REVISION DE LITERATURA	5
3.1 Antecedentes del Triticale	5
3.2 Contexto Internacional del Triticale	6
3.3 Características de la planta y grano del triticale	9
3.4 Tipos de triticale	11
3.5 Usos del triticale	14
3.6 Producción y valor nutritivo del triticale	15
3.7 Siembra	21
3.8 Fertilización	22
3.9 Riego	23
3.9.1 Prevención de malezas	24
3.9.2 Plagas y enfermedades	24
3.9.3 Cosecha	25
IV. CONCEPTOS	26
4.1 Proteína Cruda (PC)	26
4.2 Fibra Neutro Detergente (FND)	27
4.3 Fibra Acido Detergente (FAD)	27
4.4 Lignina	27
4.5 Materia Seca Digestible	27
4.6 Consumo de materia seca (CMS)	28
4.7 Total de nutrientes digestibles (TND)	28
V- MATERIALES Y MÉTODOS	29
5.1 Conducción de los Tratamientos	29
5.2 La siembra	30
5.3 Aplicación de los riegos.	31

VI- RESULTADOS	31
VII.- DISCUSIÓN.	32
VIII.- CONCLUSIONES.	33
IX LITERATURA CITADA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Países productores de Triticale del año 2020. _____	6
Cuadro 2 Hectáreas cosechadas de triticale en México del año 2011 al 2020. _____	8
Cuadro 3 Criterios de calidad para fuentes de diferentes forrajeras. _____	16
Cuadro 4 Composición promedio del forraje de Triticale. _____	17
Cuadro 5 Contenido de proteína y fosforo en el grano de triticale y otros cereales. _____	18
Cuadro 6 Criterios de calidad para fuentes forrajeras (Rojas y Catrileo 1998). _____	18
Cuadro 7 Composición aproximada del grano de triticale, trigo y centeno (base materia seca). _	19
Cuadro 8 Composición química aproximada (base seca) de los granos de triticale, trigo y centeno. _____	19
Cuadro 9 Tratamientos establecidos. _____	30
Cuadro 10 Resultados nutricionales con el sistema de producción AC. _____	31
Cuadro 11 Resultados nutricionales con el sistema de producción C. _____	31

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Esquema gráfico de los Países productores de Triticale del 2020.....	7
Gráfica 2 Esquema Gráfico de las hectáreas cosechadas de Triticale en México del año 2011 al 2020.....	8

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Estructura interna del grano de triticale. _____	11
--	----

RESUMEN

El principal uso de los granos de cereales es que sirvan como fuentes de energía tanto en la alimentación animal como en la alimentación del hombre. Lamentablemente la calidad de proteína de los cereales es por lo regular pobre. Por lo tanto, una de las alternativas que se han desarrollado para solucionar este problema ha sido el empleo de métodos genéticos para mejorar el contenido proteico y aminoacídico de cada grano.

El Triticale (X Triticosecale), es un cultivo de gramíneas de cereales artificiales obtenidos de la hibridación de trigo (*Triticum* spp) con centeno (*Secale cereale*). Se realizó este cruce con la finalidad de que el triticale combinara el potencial de alto rendimiento y la buena calidad del grano del trigo, además de la resistencia o tolerancia al estrés biótico y abiótico del centeno. Los granos de triticale se utilizan tanto para la alimentación humana como la alimentación animal.

Desde el siglo pasado, el triticale ha recibido una atención significativa como cultivo energético potencial. El objetivo de los programas de mejoramiento de triticale se centra principalmente en potenciar las características económicas como el rendimiento de grano, la biomasa, los factores nutricionales, la altura de la planta, así como características de la madurez temprana y el alto volumen de peso del grano. El mejoramiento y las selecciones intensas han logrado mejoras genéticas muy rápidas en la calidad de la semilla de triticale.

En la alimentación animal, el triticale se utiliza predominantemente como fuente de energía en la formulación de dietas, teniendo una amplia gama de usos potenciales, ya sea en la forma tradicional de granos secos, así como en forrajes verdes,

ensilajes de plantas enteras o granos húmedos, pre secado y heno, e incluso mediante pastoreo directo (Baier, 1997). Las ventajas agronómicas y las mejoras en las propiedades de los granos de triticale sobre el trigo que se han logrado por los esfuerzos de investigación y desarrollo, hacen que el triticale sea una opción atractiva para aumentar la producción mundial de alimentos, en particular, para condiciones de cultivo marginales y propensas al estrés. Gracias a este cereal no solo es posible aumentar el rendimiento, sino que también es posible aumentar la calidad nutricional y alimenticia; algunos de los aminoácidos esenciales de su proteína existen en mayor proporción que en el caso de otros cereales, la finalidad por la que se desarrolló este cereal fue para combinar las características deseables del trigo como lo es la calidad del grano, su productividad y también su resistencia a las enfermedades con la rusticidad y el vigor del centeno.

La composición de este es muy variable ya que por ejemplo las variedades pueden contener entre 110 y 185 g de proteína bruta/kg. Las variedades recientes de triticale presentan, como mínimo el mismo contenido en proteína que el trigo, siendo entonces la calidad de la proteína del híbrido mejor que la del trigo, debido al mayor contenido de lisina y aminoácidos. Se ha logrado determinar la existencia de triticale primaverales, facultativos e invernales y actualmente se ha descrito un tipo intermedio invernal.

Palabras Clave: Forraje, Triticale, Valor nutricional, Alimentación, Cereal.

I. INTRODUCCIÓN

La época de invierno en el norte de México representa uno de los más grandes desafíos en la industria lechera, engorda y crianza de ganado los cuales son las principales fuentes de ingresos económicos en el sector pecuario ya que en esta época de invierno se presenta la escasez de alimento para el ganado, debido a las bajas temperaturas, provocando así que la mayoría de las especies forrajeras como centeno, trigo, avena entre otros, disminuyan su crecimiento junto con su calidad. Por lo que la siembra del triticale representa una atractiva opción para solucionar el problema de la escasez de forraje y grano en la época de invierno para esta región (Natarén, 2012).

El triticale (X *Triticosecale* Wittmack) es un cereal que se puede emplear para consumo humano en forma de grano y también para el consumo animal en verde o henificado (Wilson et al., 2020). El triticale es un grano de cereal de autofecundación, obtenido artificialmente por humanos al cruzar especies de trigo (*Triticum* spp) y centeno (*Secale* spp).

Su nombre es una combinación del prefijo Tritico (derivado de *Triticum*) y el sufijo Secale, los géneros de las plantas madre botánicas. Este es un cereal que se adapta a cualquier clima incluso más que el trigo (Correa et al., 2019). El triticale ofrece dos ventajas principales. Primero, el triticale es tolerante a suelos secos y pobres en nutrientes, así como a bajas temperaturas ambientales. En segundo lugar, el grano de triticale conserva el valor nutricional de los cereales de su progenitor (Cornejo et al., 2015).

Este cereal se destaca por su rusticidad y productividad, Además, tiene buenas características agronómicas, resistencia a enfermedades y plagas comunes a los cereales, se adapta bien a suelos arenosos, con buen drenaje, pH bajo y presencia de aluminio intercambiable (Pérez y Bemahaja, 1992).

En la alimentación animal, el triticales se utiliza predominantemente como fuente de energía en la formulación de dietas, teniendo una amplia gama de usos potenciales, ya sea en la forma tradicional de granos secos, así como en forrajes verdes, ensilajes de plantas enteras o granos húmedos, pre secado y heno, e incluso mediante pastoreo directo (Baier, 1997). Además, el triticales se puede utilizar como cultivo de doble propósito, con corte de forraje verde y posterior cosecha de granos en el rebrote, así como en sistemas de rotación de cultivos, para abono verde, y también como cubierta vegetal para proteger el suelo (Baier, 1997).

El triticales (*X Triticosecale* Wittmack) se siembra principalmente para consumo animal, especialmente como grano para concentrados, compitiendo exitosamente por calidad y precio con el maíz (*Zea mays* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) (Rojas et al., 1991).

En la Comarca Lagunera al igual que Durango, la baja disponibilidad del agua constituye una de las mayores limitantes para la cosecha de forrajes. En el periodo de otoño - invierno se establecen los cultivos de zacate ballico (*Lolium multiflorum*), trébol (*Trifolium*) y avena (*Avena sativa* L). Por la poca disponibilidad de agua durante este periodo, existe el interés de mejorar la productividad de las cosechas mediante el establecimiento de nuevos cultivos. Una de estas opciones es el triticales el cual ha demostrado ser una especie competitiva con el zacate ballico, trigo (*Triticum* spp.), cebada (*Hordeum vulgare*), centeno (*Sécale cereale*) y ryegrass

(*Lolium*), por otra parte, posee las cualidades nutritivas y puede sustituir a la avena, sobre todo en regiones con bajas temperaturas (Montemayor et al., 2015). Actualmente, se han generado nuevas variedades de triticale y debido a su alta proteína cruda y contenido de lisina, tiene valores de alimentación más alto que otros cereales, (Lance et al., 2008). De acuerdo al número de cortes, capacidad de rebrote, desarrollo y producción el triticale forrajero se clasifica en tres principales tipos, primaveral, facultativo o intermedio e invernal (Lozano, 1990). Las características de los primaverales son rápido crecimiento, baja capacidad de rebrote, con desarrollo y producción similar a la avena. En cuanto a los facultativos estos son un poco más tardíos que los primaverales, presentando una mayor relación hoja-tallo que los anteriores, pueden ser utilizados para verde y para henificado o ensilaje ya que tienen una mayor capacidad de rebrote que los primaverales. Ya por último los invernales son excelentes para cortes o pastoreos múltiples (3 o 4), debido a que estos poseen una alta calidad nutritiva, una alta capacidad de rebrote, además de presentar óptimos rendimientos de forraje seco en etapas de desarrollo (encañe) tempranas, este tipo de triticale también posee una mayor proporción de hoja que los primaverales y facultativos, así como de avenas y trigos (Natarén, 2012).

II. JUSTIFICACIÓN

La Comarca Lagunera es una región árida y semiárida del Norte de México, en la que el déficit en la producción de forrajes es un aspecto crítico en cualquier explotación ganadera, debido a la escasa agua para riego y los altos costos de producción. Por lo anterior una de las alternativas para disminuir los riesgos es la incorporación de cultivos tolerantes a bajas temperaturas y resistentes al estrés hídrico., como el triticale es considerado para este fin. El triticale tolera sequías, heladas y algunos problemas de suelo. Esto lo convierte en buena opción de alimento para animales.

OBJETIVO

Evaluación del valor nutricional del Triticale forrajero producido bajo dos sistemas de producción y dos fuentes de fertilización en la Comarca Lagunera.

HIPOTESIS

El sistema de producción y la fertilización tendrá un efecto significativo en el valor nutricional del triticale forrajero.

III.- REVISION DE LITERATURA

3.1 Antecedentes del Triticale

El triticale es un nuevo género vegetal producido artificialmente por el hombre, como resultado del cruzamiento sea de un trigo hexaploide o tetraploide (*Triticum* sp) con la especie de centeno diploide (*Secale* sp) seguido por la duplicación del complemento cromosómico del híbrido f1, en la cruce de trigo con centeno el trigo es utilizado como parte femenina, el centeno como parte masculina es donador de polen. El resultado de esta cruce entre trigo y centeno es un híbrido estéril que recibe tratamiento con el alcaloide colchicina y así obtener fertilidad haciendo posible la reproducción del triticale (Coutiño, 2008). El nombre del triticale se acuñó a partir del prefijo “*Triticum*” y del sufijo “*secale*” de los géneros progenitores. En el año de 1875 en Escocia A. Stephen Wilson informo de la primera cruce conocida de trigo y centeno, la cual produjo una planta estéril. Este cultivo siguió teniendo poca relevancia hasta avanzados los primeros decenios del siglo XX. Hasta entonces varios científicos de Europa y la Unión Soviética comenzaron a analizar todas sus características como cultivo comercial, pero lamentablemente sus esfuerzos eran en vano ya que la persistente infertilidad del híbrido, la tendencia a la producción de semillas arrugadas y la enorme dificultad de obtener varias cantidades de nuevos híbridos trigo-centeno fértiles a los que llamaban triticales primarios dificultaban la investigación al contrario con los secundarios que son la progenie mejorada de los primarios (Varughese et al., 1987). Posteriormente en el año de 1935 en Alemania apareció en la literatura científica el nombre de Triticale, de *Triticum* (trigo) y *secale*.

El primer paso en la producción de triticales fértiles se pudo obtener en el año de 1937 a través del descubrimiento de la colchicina, la cual es un alcaloide venenoso derivado de los bulbos de las semillas de azafrán del otoño (*Colchicum autumnale*) lo que provocaba era la inducción de la duplicación del número de cromosomas de la planta, donde el principal logro que se alcanzó fue superar la infertilidad del triticales. La historia nos comenta que el primer triticales fue obtenido a partir del uso del trigo panadero, donde el resultado fue la obtención de los llamados triticales octaploides los cuales tienen ocho cromosomas determinados: seis cromosomas del trigo panadero combinado con dos cromosomas del centeno.

3.2 Contexto Internacional del Triticales

Contexto Mundial del Triticales.

Los principales productores de este cultivo son países europeos: Polonia (38% del total mundial), Alemania (12%), Belarús (9%). Otros países productores son Francia (7%), y España (4%) (Cuadro 1).

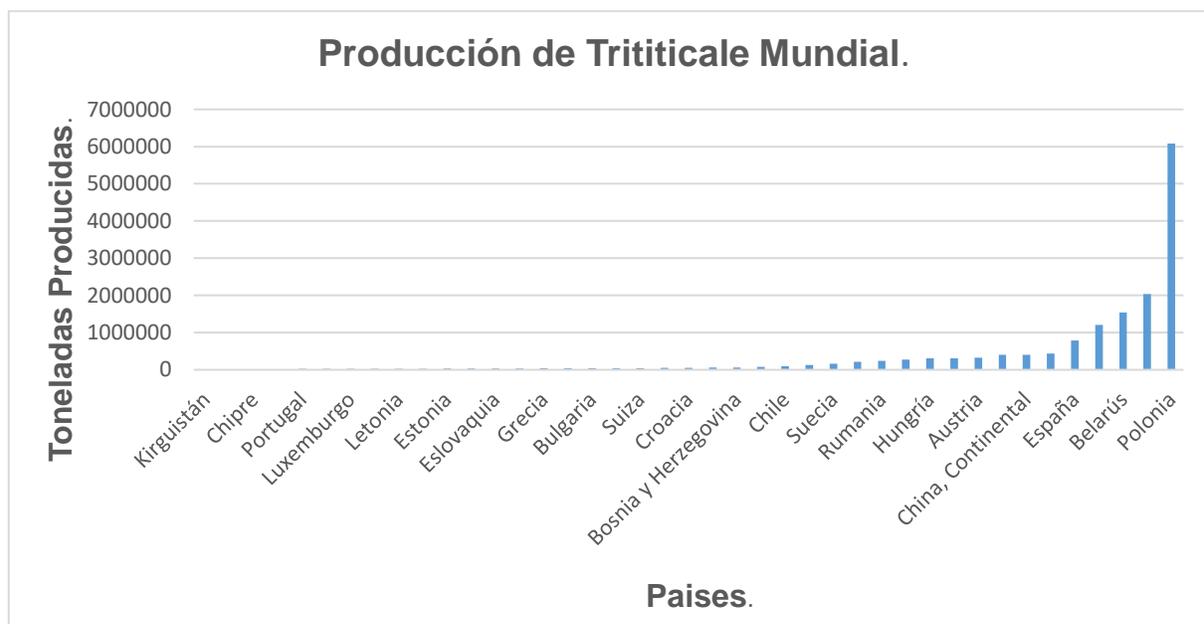
Cuadro 1 Países productores de Triticales del año 2020.

Área	Producto	Año	Unidad	Valor
Polonia	Triticales	2020	Toneladas	6079980
Alemania	Triticales	2020	Toneladas	2036300
Belarús	Triticales	2020	Toneladas	1543087
Francia	Triticales	2020	Toneladas	1204040
España	Triticales	2020	Toneladas	786970
Lituania	Triticales	2020	Toneladas	437260
China	Triticales	2020	Toneladas	406391

Austria	Triticale	2020	Toneladas	328270
Federación Rusa	Triticale	2020	Toneladas	310455
Hungría	Triticale	2020	Toneladas	304600

Fuente: FAOSTAT, 2020.

Gráfica 1. Esquema gráfico de los Países productores de Triticale del 2020.



Fuente: Elaboración Propia.

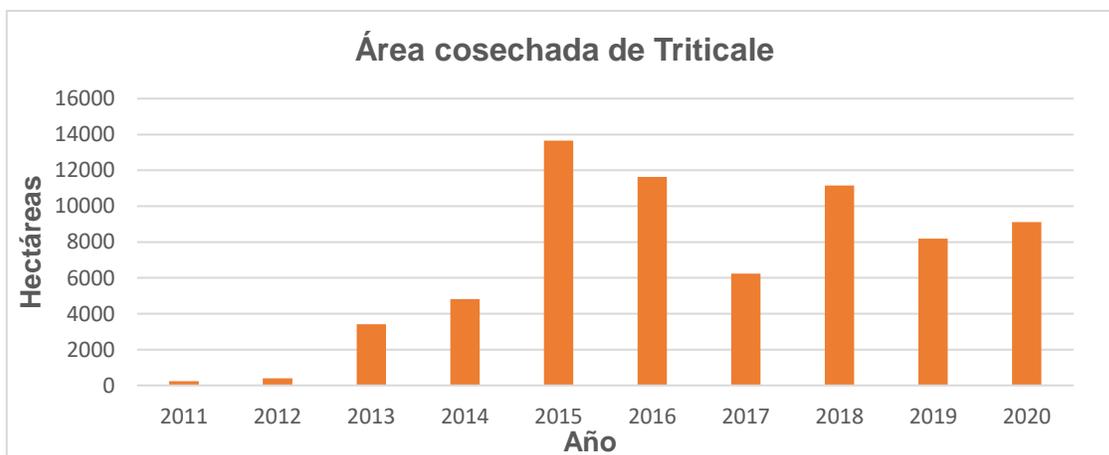
Contexto Nacional del triticale.

En los últimos años sea podido identificar que las áreas cosechadas de triticale se han mantenido en un patrón irregular mostrando aumentos y bajas. Donde en el año 2015 sea presentado la mayor cantidad de hectáreas cosechadas (Cuadro 2).

Cuadro 2 Hectáreas cosechadas de triticale en México del año 2011 al 2020.

Producto	Año	Área cosechada (ha)
Triticale	2011	245
Triticale	2012	405
Triticale	2013	3417
Triticale	2014	4822
Triticale	2015	13648
Triticale	2016	11626
Triticale	2017	6229
Triticale	2018	11154
Triticale	2019	8197
Triticale	2020	9113

Fuente: FAOSTAT, 2020.

Gráfica 2 Esquema Gráfico de las hectáreas cosechadas de Triticale en México del año 2011 al 2020.

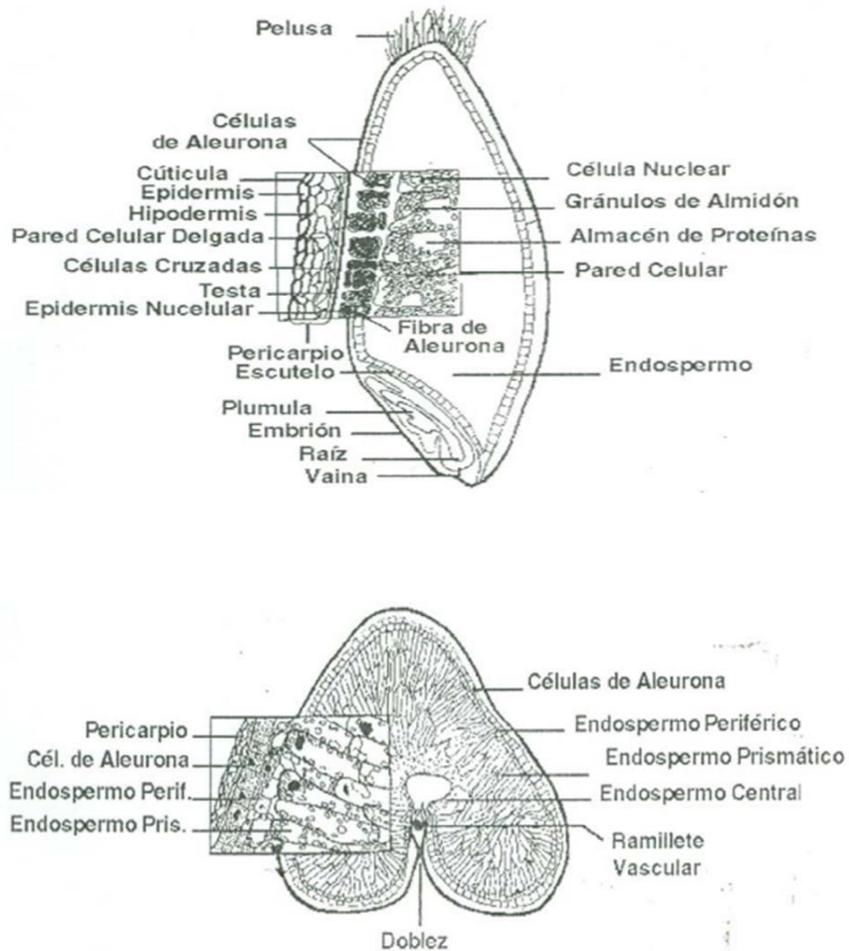
Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Características de la planta y grano del triticales

La planta de triticales tiene un aspecto intermedio entre el trigo y el centeno, siendo más parecida al trigo. Generalmente el triticales tiene una altura mayor que el trigo, posee hojas más grandes de mayor longitud que las del trigo y del centeno (Natarén, 2012). La zona del tallo que está próxima a la espiga contiene una franja con pubescencia o velloso y un cierto grado de curvatura, esta característica parece proceder del centeno, ya que es más común en estas especies que en el caso del trigo. La presencia de ceras epiculares y cristalización hacen que las plantas resalten un color verde-azuloso que se potencializa poco antes del espigado (Coutiño, 2008). La planta mostraba en sus primeras variedades una altura que sobrepasaba los 120 cm, pero esto se ha ido reduciendo significativamente debido a que se han incorporado genes de enanismo a través de la cruce con trigos semienanos harineros. Otra característica de las plantas es que muestran una tolerancia genética a suelos ácidos, la cual supera a la tolerancia que presentan los trigos harineros y candeales, todo gracias a la resistencia de ácidos transmitida por el centeno. La estructura externa del grano de triticales se asemeja bastante a las especies progenitoras (trigo y centeno), pero más parecido al grano de centeno que al del trigo. Por lo general dentro de la flor se desarrolla el grano de triticales de tres en una espiga. El número promedio de espigas por planta es de 30 a 40. Los granos usualmente son más grandes que los trigos hexaploides en un rango que va de 10-12 mm de longitud y con 3 mm de amplitud. Los granos al madurarse se secan alcanzando una humedad del 10-12%. Generalmente en una planta se pueden llegar a desarrollar hasta 100 granos de triticales (Pomeranz, 1980). Uno de los

detalles más comunes que se observan en el triticale es el arugamiento del grano. Los cultivos que muestran arrugamiento en el pliegue de la planta muestran un espacio largo en donde las células del endospermo todavía no se han desarrollado. El pliegue o corte longitudinal se extiende a lo largo del grano a través de su superficie abdominal y varía en profundidad por cada cultivo (Pomeranz, 1980). Un grano arrugado representa en la calidad un defecto serio en algunos triticales cultivados, debido a que baja el volumen en peso y resalta una pobre producción en la molienda. En cuanto a la estructura interna del grano de triticale como se muestra en la Figura 1, esta se distingue por medio de luz y un microscopio electrónico de barrido, resaltando su parecido a las especies progenitoras (trigo y centeno). El grano en su mayoría presenta un color amarillento-café, pero es un defecto enmascarado por una cubierta y por una capa del material del pericardio, el cual suprime esa apariencia (Pomeranz, 1980). Un evento que desencadena al arrugamiento del grano de triticale es la invaginación de las capas meristemáticas externas del endospermo. Esta invaginación a su vez es provocada por un incremento e intrusión de la epidermis nucelular entre células divididas adyacentes. El evento es seguido por la distorsión o supresión de la capa aleurona, lo que termina en una mal formación del endospermo permitiendo la formación de áreas arrugadas. Por fortuna los esfuerzos realizados para mejorar el triticale han dado buenos resultados y las nuevas variedades actuales presentan un grano de aspecto normal (Royo, 1992).

Figura 1 Estructura interna del grano de triticale.



Fuente: Lorenz y Kulp 1991.

3.4 Tipos de triticale

Dependiendo de la especie de trigo que se usa en el cruzamiento con el centeno, los triticales pueden clasificarse en hexaploides (6x) u octaploides (8x). Los triticales hexaploides son el resultado entre cruzamientos de trigo duro con el centeno (Lukaszewski, 2006). Este tipo de triticales hexaploides, su cultivo in vitro de embriones es obligatorio, por el contrario, los triticales octaploides su cultivo de embriones es opcional (Varughese et al., 1987). Una inestabilidad cromosómica en

triticales influye en la altura de la planta y en una deficiente fertilidad de las espigas, por lo general los triticales hexaploides son más estables genéticamente que los octaploides debido a esto los hexaploides son los más usados comercialmente (Bennett y Kaltsikes, 1973). La inestabilidad cromosómica en los triticales es provocada por diferencias en las velocidades de desarrollo celular de las dos especies parenterales. Los autores Gustafson y Bennett (1976), han mencionado que los cromosomas del centeno tienen un 35% más ADN que los cromosomas más grandes del trigo hexaploide. Royo, 1992, clasifica a los triticales en primarios y secundarios. Los triticales primarios: En la cruce de trigo y centeno son obtenidos directamente, son pobres desde el punto de vista agronómico, por tal motivo son utilizados como elementos para la obtención de otros tipos y así ampliar la diversidad genética de la especie, hoy en día no se cultivan (Royo, 1992). Los triticales secundarios: Son la cruce de triticales primarios con trigo u otros triticales, con el fin de mejorar sus características, los triticales cultivados en la actualidad son aquellos que pertenecen a este grupo de los secundarios (Rayo, 1992). De acuerdo al número de cortes, capacidad de rebrote, desarrollo y producción, el triticales forrajero se clasifica en primaveral, facultativo o intermedio e invernal (Lozano, 1990). Primaverales: Muestran un desarrollo y producción similar a la avena, con baja capacidad de rebrote, debido a esto son óptimos para un solo corte, para ensilaje y henificados, además de mostrar un crecimiento rápido. Facultativos: Pueden ser utilizados en dos cortes, uno para verdeo y el segundo para henificado o ensilaje, debido a su mayor capacidad de rebrote que los primaverales, presentan una mayor relación hoja-tallo que los primaverales y son relativamente más tardíos que los anteriores. Invernales: Tienen una mayor proporción de hoja que los

triticales primaverales y facultativos, gracias a su alta capacidad de rebrote, alta calidad nutritiva, con óptimos rendimientos de forraje seco en etapas tempranas de desarrollo (encañe), son bastantes eficaces para cortes o pastoreos múltiples (3 o 4), con un ciclo tardío. Coutiño (2008), comenta que en ciertas variedades de triticales es necesario que la planta tenga un número determinado de hojas-frio antes de que se produzca una diferenciación de sus órganos florales. A este fenómeno se le conoce como inducción primaria o vernalización, donde las necesidades de frio no son las mismas para cada una de las variedades. Debido a esto se pueden clasificar en: Variedades de invierno: Las cuales necesitan acumular un determinado número de horas-frio para poder espigar. Estas variedades deben estar a temperaturas bajas entre 0 y 6 grados durante 60 días. Variedades de primavera: No precisan vernalización. Variedades alternativas: Precisan de vernalización, pero poco menos que las de invierno. Se pueden encontrar variedades de triticales tanto de invierno como de primavera. Los triticales de invierno son originarios de países centro europeos, cultivándose en muchas partes del mundo. Cuando son sembrados bajo las condiciones de México muestran ciclos largos y una resistencia al frio heredada del centeno. Los triticales de primavera su mayor parte procede de germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, pero se han obtenido de diversos países, mostrando una menor resistencia al frio que los invernales. Eronga 83, Tarasca 87, AN31 y AN34 son las variedades de triticales que actualmente se manejan (CIMMYT, 1989).

3.5 Usos del triticale

En el caso de cereales menores como triticale, centeno y trigo estos se deben usar en un 100% para consumo humano debido a la escases y alto precio de los granos. De acuerdo a las características de las variedades de triticale, este puede ser usado en pastoreo, ensilaje, heno, grano para la alimentación animal, así como alimento en humanos y en usos industriales como la producción de bioetanol o alcohol etílico (Natarén, 2012).

El triticale muestra un buen contenido de lisina, así como un adecuado balance de aminoácidos esenciales, lo cual lo hacen recomendable para el reemplazo de otros cereales en alimentación humana y animal. Aunque gran parte del triticale se usa como grano, también se puede emplear como forraje en pastoreo o como cultivo de doble propósito (Myer y Lozano, 2004).

Este grano sirve para la alimentación de aves, animales rumiantes como ovinos y bovinos, pero se usa principalmente en la alimentación de cerdos. Por lo regular dentro de todos los cereales, el triticale ocupa el segundo lugar en cuestión de nutrición, sobrepasado por el grano de avena (Coutiño, 2008).

El triticale en la alimentación animal

La característica más importante de todas, en cada una de las especies forrajeras es el de su calidad o valor nutritivo ya que esto representa en gran parte el comportamiento de producción de los animales ya sea en el caso de los rumiantes para ganancia de peso o producción de leche. El triticale contiene un 20% más de lisina que el trigo, con un promedio de 3.4% de lisina en la proteína, el grano de triticale es más rico en fosforo que el grano de trigo, además de contener un mejor

balance de aminoácidos (Cuadro 5), las necesidades de fosforo son más notorias en animales poligástricos como corderos y conejos convirtiendo a este cereal óptimo para su alimentación (Kohli, 1980).

3.6 Producción y valor nutritivo del triticale

El CIMMYT y la UAAAN iniciaron recientemente un proyecto de mejora de triticales forrajeros que se basan en tipos de primavera y en cruzamientos de tipos de primavera por tipos de invierno. De todos los tipos de triticale los de invierno son los más óptimos para el aprovechamiento forrajero, ya que desarrollan una mayor cantidad de biomasa, por su enorme capacidad de rebrote, siendo en la mayoría de los casos posible darles hasta tres cortes (Coutiño, 2008).

Hinojosa et al., 2002, realizaron una investigación en el verano del 2001 en el estado de Chihuahua, en donde se evaluaron 8 líneas de triticale primaveral bajo condiciones de temporal y se compararon con la variedad de avena. Los resultados mostraron que las líneas de triticale fueron evidentemente superiores en la producción de forraje en la etapa de llenado de grano con respecto a la avena y mostraron una mejor calidad que el testigo. Además del porcentaje de proteína de los forrajes y la producción de materia seca, deben de tomarse en cuenta otros factores para determinar la calidad. Los autores (Herrera y Saldaña 1999), mencionaron algunos criterios para medir la calidad de los forrajes de triticale como lo son, contenido de ENL, FAD, FND y la digestibilidad de la materia seca, de acuerdo al valor de estas variables se puede notar la baja o alta calidad del forraje (Cuadro 3).

Cuadro 3 Criterios de calidad para fuentes de diferentes forrajeras.

Concepto	Baja calidad	Alta Calidad
Contenido de FND	Más de 60%	De 40 a 52%
Contenido FAD	Más de 35%	De 25 a 32%
Contenido de ELN	Menos de 1.4	Más de 1.45 Mcal/kg
Digestibilidad de la MS	Menos de 60%	Más de 65%

Fuente: Herrera y Saldaña 1999.

La calidad del triticale es alta, tanto si se corta durante el ahijamiento como en estado de embuche. Entre el 22 y 24% sobre materia seca se encuentra el contenido del forraje del triticale y este puede utilizarse como forraje solo o asociado con una leguminosa (Coutiño, 2008). En varios experimentos que se han realizado se ha podido comprobar que los animales alimentados con forraje de triticale muestran mayores ganancias medias diarias de peso que en los alimentados con forrajes de centeno (Skovmand *et al.*, 1984), además de que existen datos mostrando que después del pastoreo el triticale se recupera mucho mejor que otros cereales (Zillinnsky, 1985).

La composición química del forraje de triticale, es muy importante para determinar su calidad. En el cuadro 4, se aprecia que el forraje fresco tiene solo 20% de materia seca, y esto no sucede con el heno ya que este contiene casi 90% de materia seca. Se puede comprender que el forraje fresco es rico en proteína y contiene mayor cantidad de energía metabolizable que el ensilaje y que el heno, por lo tanto, de mejor calidad (Natarén, 2012).

Los autores (Royo y Aragay 1998), mencionan que la etapa fenológica donde se produce mayor cantidad de nutrientes en los triticales de un hábito primaveral es en

el grano lechoso-masoso, llegando a reportar rendimientos de 20.498 y 20.700 t/ha de materia seca, mientras que, en otras etapas fenológicas anteriores a la mencionada, la producción es menor. El triticale puede sembrarse como cultivo forrajero durante el otoño- invierno incluso en varias regiones montañosas, ofreciendo grandes posibilidades en sistemas agrícolas donde predomina el minifundio (Carney, 1992).

Cuando la demanda de tracción animal y alimento alcanza su punto culminante, el triticale brinda una proteína de alta calidad para los animales durante la primavera y al final del invierno, para los minifundistas mexicanos, el triticale les permite intensificar el uso de sus tierras, sumando a la rotación un cultivo que puede utilizarse en finca o venderse (Carney, 1992).

Cuadro 4 Composición promedio del forraje de Triticale.

Componente %	Forraje Fresco	Ensilaje	Heno
Materia seca	20	35	89
Proteína cruda	12	8.5	11.5
Lisina	0.40	0.24	0.34
PC (Base MS)	20	12	8
FDA (Base MS)	30	35	40
FDN (Base MS)	50	60	70
Calcio (Base MS)	0.4	0.4	0.2
Fosforo (Base MS)	0.3	0.3	0.2
TNT para rumiantes	70	60	55
EM, Kcal/kg MS	2.500	2.200	2.000

Fuente: Hewstone, 1990.

Cuadro 5 Contenido de proteína y fosforo en el grano de triticale y otros cereales.

Cereal	Proteína %	Fosforo %
Trigo harinero	11.3	0.33
Cebada	10.0	0.35
Centeno	9.5	0.34
Maíz	9.0	0.27
Triticale	11.6	0.40

Fuente: Bejar et al., 2000.

La alimentación animal se calcula con la ayuda del porcentaje de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente (FND y FAD) las cuales representan digestibilidad y consumo de forraje, así como un valor energético. Se destaca una característica en los triticales, principalmente los de hábito intermedio la cual determina que a estos triticales se les puede encontrar valores de FAD menores al 30% y también valores de FND menores al 50% todo esto a través de la aplicación de dos cortes, esto se resume a que el contenido de fibra de estos materiales se encuentra dentro de los rangos de los forrajes de alta calidad, como es el caso de la alfalfa.

Relacionado con el contenido de fibras está el valor energético de los forrajes, principalmente la energía neta de lactancia (ENL) y energía neta de ganancia (ENG) (Rojas y Catrileo 1998).

Cuadro 6 Criterios de calidad para fuentes forrajeras (Rojas y Catrileo 1998).

Concepto	Baja calidad	Alta calidad
Contenido de FND	Más de 60%	De 40 a 52%
Contenido de FAD	Más de 35%	De 45 a 32 %
Contenido de ENL	Menos de 1.4 Mcal/kg	Más de 1.45 Mcal/kg
Digestibilidad de la materia seca	Menos de 60%	Más de 65%

En Australia el triticale se considera como un grano altamente palatable y digestible para la alimentación de caballos, cerdos, ciervos, aves, ovinos, y ganado bovino, el uso del triticale es muy importante en la alimentación de los animales ya que esto representa una mayor disponibilidad de grano de trigo que puede usarse en la fabricación de pan (Belaid, 1994).

En el cuadro 7, se representa la composición aproximada de los granos de triticale, trigo y centeno resaltando los valores de PC, EE, y cenizas los cuales para el triticale fueron inferiores en comparación con el centeno, pero superiores al del trigo de primavera.

Cuadro 7 Composición aproximada del grano de triticale, trigo y centeno (base materia seca).

Cereal	PC %	FC %	EE %	Cenizas %
Triticale de primavera	10.3-15.6	3.1-4.5	1.5-2.4	1.4-2.0
Triticale de invierno	10.2-13.5	2.3-3.0	1.1-1.9	1.8-2.9
Trigo de primavera	9.3-16.8	2.8-3.9	1.9-2.2	1.3-2.0
Trigo de invierno	11.0-12.8	3.0-3.1	1.6-1.7	1.7-1.8
Centeno de primavera	13.0-14.3	2.6	1.8	2.1

Fuente: Peña, 2004.

Cuadro 8 Composición química aproximada (base seca) de los granos de triticale, trigo y centeno.

	Triticale %	Trigo %	Centeno %
Humedad.	11-15	11-14	11-14
Proteína (N x 5.7).	14.80	13.50	13.00
Grasas.	1.50	1.90	1.80
Carbohidratos T.	78.00	78.00	80.00
Fibra.	3.10	3.90	2.60
Cenizas.	2.00	2.00	2.10

Fuente: Wolff, 1982.

Van *et al.*, 2000, estos autores mencionan que al cosechar triticale para ensilado los valores de producción que se reportan son de 9 y 11 toneladas de materia seca por hectárea, posteriormente se establece que al alimentar vacas lecheras en producción con ensilado de triticale en comparación con vacas alimentadas con ensilado de maíz no se registran diferencias para los tres parámetros evaluados (Producción de leche, grasa, y proteína), en este estudio se concluyó que el ensilado de triticale y el ensilado de maíz no muestran diferencias significativas.

Luginbuhl, 1998, menciona que al utilizarse ryegrass, centeno, y triticale de invierno en la alimentación de cabritos, se obtienen buenas ganancias de peso al término de la prueba, mientras que en el caso de las cabras se obtienen ganancias promedio de 0.31 libras/día durante los primeros 47 días de la prueba, pero al término los animales alimentados con triticale obtiene mejor condición corporal, mientras que a los 54 días muestran ganancias similares en contraste con los que fueron alimentados con ryegrass.

Weiss *et al.*, 1993, realizaron un experimento en dietas basadas en ensilado de triticale, sorgo, harina de soya, ensilado de chícharo o alfalfa y ensilado de maíz en la alimentación de vacas lecheras que se encontraban en producción, el estudio mostro que la producción de leche y su composición en cuanto al contenido de grasa (3.3%) y proteína (3.2%) no es afectada por los tratamientos.

El triticale pudo surgir como un cultivo ecológicamente sustentable entre los grupos de minifundistas de Michoacán, debido a que este les brinda la flexibilidad que necesitan para adoptar un sistema cultivo-cría de ganado relacionado con los cambios socioeconómicos (Carney, 1992).

El triticale muestra un buen rendimiento aun sin la aplicación de fertilizantes; este tiene cualidades que lo hacen comportarse bien en condiciones de sequía, como lo demuestran los rendimientos obtenidos por el cultivo en la temporada seca; es bastante parecido en la producción de forrajes y el contenido de proteínas; puede acumular mayor cantidad de fosforo que la paja, lo cual muestra una alta importancia en la nutrición de ciertos tipos de animales de granja (Skovmand et al., 1984).

3.7 Siembra

En la mayoría de los casos se requiere la disposición de forraje durante los meses más fríos del año como son diciembre, enero y febrero, por lo que para obtener forraje en estos meses debe de aplicarse la siembra en la primera semana del mes de octubre, o bien en los lugares más fríos como lo son el Norte de Chihuahua y Coahuila, la siembra debe de adelantarse hasta la primera quincena de septiembre. Este procedimiento se realiza debido a que la semilla de triticale requiere de un cierto calor para germinar y emerger, y después las temperaturas frías están en el ahijamiento y el amacollamiento (Coutiño, 2008).

La siembra puede realizarse con la ayuda de una sembradora de granos pequeños o también esparciendo la semilla con un ciclón y tapándola con un paso de rastra ligero. Los estudios han determinado que la densidad de siembra más adecuada es de 130 kg/ha cuando se cuenta con semilla con un porcentaje mínimo de germinación del 85% (Robles, 1986).

3.8 Fertilización

El cultivo de triticale se caracteriza por su alto requerimiento de nitrógeno (N) y potasio (K), además de otros nutrientes esenciales como el fósforo (P), azufre (S) y calcio (Ca). En general, el N y K representan cerca del 80% del total de los nutrientes en las plantas, el P, S, Ca y el magnesio (Mg), en conjunto constituyen el 19%, mientras que el total de los micronutrientes constituyen menos del 1%.

El nitrógeno (N) es considerado como el principal factor limitante en la producción agrícola (Kitchey et al., 2007) este componente forma parte de los factores de impacto más importantes en el desarrollo y crecimiento de todos los cereales incluidos el triticale. Lo que hace que el nitrógeno sea tan indispensable para la planta es que este es un componente básico de todas las moléculas orgánicas involucradas en el crecimiento y desarrollo vegetal (Salas, 2003). Por otro lado, el nitrógeno forma parte de la fotosíntesis ya que ayuda a las plantas para que fijen el carbono, provocando una acumulación de materia orgánica. La disponibilidad de nitrógeno para los cultivos es deficiente por causas como manejo del suelo y pérdidas por lixiviación, provocando que su aplicación no sea totalmente aprovechada por los cultivos en los estados de mayor requerimiento de este nutriente. Para satisfacer la demanda de los cultivos el nitrógeno se agrega al suelo en grandes cantidades como abono orgánico o fertilizante nitrogenado.

La deficiencia de nitrógeno en las plantas reduce notoriamente la tasa de crecimiento. En el caso de los cereales (Mengel y Kirkby, 1987), el macollaje es pobre y el área foliar es pequeño; el número de espigas por unidad de área junto con el número de granos por espiga son reducidos, como este nutriente es un componente de la clorofila, su deficiencia se visualiza como un amarillamiento o

clorosis de las hojas basales mientras que las superiores permanecen verdes como resultado disminuye el rendimiento del cultivo y el contenido de proteínas (Roy et al., 2006). De acuerdo con Mounier et al., 2006, las funciones del nitrógeno son promoción del crecimiento vegetativo y rendimiento de materia seca, además de mejorar la calidad del forraje por ser parte de las proteínas, pero un exceso de nitrógeno incrementa el grado de acame, retrasa la maduración de la planta, aumenta la severidad de daño de algunas plagas y enfermedades, en condiciones de temporal el agua del suelo es consumida más rápidamente por la alta tasa de crecimiento.

El fósforo es pieza esencial de las membranas celulares, ya que ayuda en la transferencia de energía, interviene en el proceso de ahijamiento y de expansión de las hojas.

Por otro lado, el potasio ayuda a la activación de enzimas que intervienen en el crecimiento de la planta, participa en la formación y transferencia de azúcares, almidón y aceites, influye en la absorción de nutrientes y agua de la planta para finalmente promover un crecimiento vigoroso de raíces y tallos reduciendo el grado de acame.

3.9 Riego

Para obtener resultados óptimos se debe de realizar el primer riego después de la siembra, para estimular una adecuada germinación y emergencia. Una vez realizado este procedimiento se debe de continuar los riegos conforme lo vaya requiriendo el cultivo, tratando de que este coincida con las etapas de amacollamiento, encañe y embuche (Coutiño, 2008). Al momento de realizar los

riegos debe de considerarse la inclinación o pendiente de los suelos, ya que en suelos bien nivelados el riego se puede aplicar en melga plana mientras que en suelos que contengan una cierta pendiente se puede aplicar un pequeño corrugado para dirigir y aprovechar al máximo el uso de agua. El punto más importante que se debe tomar en cuenta es en evitar los encharcamientos prolongados (Karmeli, 1997).

3.9.1 Prevención de malezas

Regularmente no se aplica ningún protocolo para el control de las malezas debido a que el triticale posee la característica de ser un cultivo de otoño-invierno, además de las bajas temperaturas y la gran capacidad del triticale para el amacollamiento y cobertura, no permiten que las malas hierbas puedan desarrollarse en cantidades significativas.

3.9.2 Plagas y enfermedades

Realmente las enfermedades y las plagas no han demostrado ser un serio factor limitante en base a los rendimientos en el triticale, se cree que esto no ha sucedido debido talvez a que en ninguna zona del mundo se ha sembrado suficiente triticale como para provocar un brote epifítico. Otra característica que hace sobresalir al triticale es su resistencia al ataque de plagas y enfermedades, sin la necesidad en la mayoría de los casos de la aplicación de productos químicos, algo muy importante que hay que resaltar es que el cultivo de triticale promueve la presencia de una gran cantidad de insectos benéficos como catarinitas y crisipas, las cuales ayudan al triticale al alimentarse de algunos insectos plaga (Mendoza, 1985). Dentro de las

enfermedades más comunes que se pueden encontrar que ataquen al triticales están:

La roya de la hoja conocida también como (*Puccinia recondita*), es catalogada como la enfermedad más frecuente y más variable que ataca al triticales. Constantemente surgen nuevas cepas patógenas que infectan a las líneas y variedades del triticales.

La roya del tallo (*Puccinia graminis* F. sp *Tries*), no mostraba ningún problema para el triticales hasta hace poco, debido a que en Australia el patógeno logro mutar lo suficiente hasta representar un peligro (Varughese et al., 1987).

3.9.3 Cosecha

El propósito en la cosecha siempre será obtener un buen rendimiento tanto en cantidad como en calidad nutritiva, y en el caso del triticales un buen rebrote, por lo que se recomienda realizar la cosecha, ya sea por pastoreo, empaque, verdeo o ensilaje, generalmente o a más tardar en la etapa de embuche. Se puede encontrar un patrón de forraje en los triticales el cual puede variar de acuerdo a su hábito de crecimiento, por lo cual los tipos facultativos o rápidos llegan a producir una adecuada cantidad de forraje al primer corte entre los 70-90 días, pero muestran la desventaja de un rebrote pobre en comparación con los tipos intermedios o invernales, por lo cual se establece que son más óptimos para usarlos en un solo corte para empaque o ensilaje.

Dentro de los tipos intermedios o invernales, también se puede encontrar una adecuada cantidad de forraje al primer corte, con una ventaja de poseer una buena capacidad de rebrote, y permitiendo realizar cortes múltiples para henificar o ensilar,

siguiendo este patrón de producción con diferentes variedades se puede llegar a producir hasta 20 ton/ha de materia seca en un lazo de 150-180 días.

En cuanto a las experiencias que se han logrado obtener tanto a nivel experimental como de validación con productores cooperantes de varias localidades del Norte de México, se pudo deducir que es rentable mediante un adecuado manejo del cultivo llegar a obtener hasta 4 buenos pastoreos con carga animal promedio de 3500 kg/ha, a los 65, 95, 125 y 155 días pasada la siembra o también 2 cortes que se usan para empacado, verdeo o ensilaje más la agregación de un pastoreo a los 90, 140 y 165 días (Carney, 1992).

IV. CONCEPTOS

4.1 Proteína Cruda (PC)

Se entiende como una mezcla entre la proteína verdadera y la proteína no nitrogenada. La proteína cruda sirve para indicar la capacidad del alimento para proporcionar proteínas que el animal necesita, aunque este sea de poco valor en la predicción de la energía que está disponible para el animal. Forrajes cortados en etapas tempranas o con alta proporción de leguminosas representan un alto contenido de proteína cruda. En el caso de las leguminosas, la proteína que se encuentra disponible por lo general aumenta a medida que el contenido de proteína cruda aumenta también (Béjar et al., 2000).

4.2 Fibra Neutro Detergente (FND)

Significa la medida total de la fibra que contiene un forraje, la cual está compuesta por celulosa, lignina y hemicelulosa. Los forrajes que contienen una alta cantidad de fibra provocan que el estómago del animal se llene rápidamente, lo cual representa que el animal come menos y necesite una mayor ración de suplementos. Esto se resume a que un menor contenido de FND provoca un mayor consumo de materia seca (Béjar et al., 2000).

4.3 Fibra Acido Detergente (FAD)

Describe a una medida de la celulosa, lignina y a unas fracciones de fibra de pectina en los forrajes. Por lo regular la fibra ácido detergente es usada para la predicción del contenido energético de los forrajes. Además de que la FAD se encuentra relacionada de manera inversa con la digestibilidad de la materia seca de los forrajes, resumiendo esto, un mayor contenido de FAD representa una menor digestibilidad (Béjar et al., 2000).

4.4 Lignina

Considerada como fibrina indigestible que no cuenta con valor energético para el animal, en contra parte la lignina restringe digestibilidad de otros componentes de la fibra (Béjar et al., 2000).

4.5 Materia Seca Digestible

Se entiende como la diferencia entre la cantidad de la materia seca consumida y de la cantidad de materia seca eliminada en las heces. Depende mucho la cantidad de

la materia seca digestible de la fibra ácido detergente (FAD): $\%MSD = 88.9 - (0.779 \times \%FAD)$ así, por ejemplo, si $FAD = 30\%$, $MSD = 88.9 - (0.779 \times 30) = 65.5\%$ (Béjar et al., 2000).

4.6 Consumo de materia seca (CMS)

El consumo se va a reducir a medida que el porcentaje de fibra Neutro Detergente se incrementa en los forrajes. El porcentaje de FNA se utiliza principalmente para la estimación del consumo de materia seca, la fórmula es: $CMS (\% \text{ de peso corporal}) = 120 / \% FND$, así, por ejemplo: Si $FND = 40\%$, $CMS = 120/40 = 3.0\%$ de peso corporal (Béjar et al., 2000).

4.7 Total de nutrientes digestibles (TND)

Su significado se refiere al contenido energético de los alimentos, como una suma que representa la digestibilidad de los diferentes nutrientes. En este término se pueden presentar variaciones ya que cada animal usa de manera diferente la energía disponible y esto depende del alimento y estatus de producción, es por eso que el sistema TND, se encarga de detallar la energía derivada de los forrajes con la relación de los granos (Béjar et al., 2000).

V- MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto dio inicio el 6 de enero 2021 en el campo experimental el Rincón del Buitre de la UAAAA en el municipio de San Pedro de La Colonias, Coahuila que forma parte de la región conocida como Comarca lagunera, la cual se ubica geográficamente entre los 24° 30 min. 27° latitud norte y 302° 105° longitud oeste a 1120 msnm. La siembra se realizó en seco con la semilla Bicentenario TCL de (ABT) con una densidad de 150 k/ha, se aplicó un riego de establecimiento el 8 de enero 2021 con una lámina de 20 cm y posteriormente se aplicaron tres riegos de auxilio el 29 de enero, el 28 de febrero y el 02 de abril del 2021, con una lámina de riego de 15 cm cada riego con una lámina total de 65 cm. Se aplicó por única ocasión el herbicida hierbamina en una dosis de 1 l / ha. Las fuentes fertilización utilizadas para el nitrógeno fueron urea acida y MAP, así como productos orgánicos (composta, super-magro, lixiviado de lombriz), para el fosforo fue el MAP y en el caso del zinc fue sulfato de zinc.

5.1 Conducción de los Tratamientos

Los tratamientos a estudiar fueron dos sistemas de producción; convencional y agricultura de conservación, y dos fuentes de fertilización: T1= NPK y T2= NPK +Zn

Factor sistemas de labranza:

C=Convencional

AC=Agricultura de conservación

Factor Fertilización:

F1= 100% inorgánico

F2= 100% inorgánico + zinc

Cuadro 9. Tratamientos establecidos.

Tratamiento	Sistema de producción + Fertilización
T1	C + F1
T2	C + F2
T3	AC + F1
T4	AC + F2

5.2 La siembra

Se llevó a cabo con Triticale AN-15, el cultivo se estableció en parcelas de 30 x10 metros. Aplicando 100 kg por hectárea de semilla. El cultivo tiene un ciclo de 120 días y es de porte homogéneo, la parcela experimental total será de 3600 m².

Las dosis de fertilización para este cultivo en la región son 125 kg /ha de nitrógeno utilizando el sulfato de amonio (20.5 00 00) como fuente y de 100 kg/ha de fosforo utilizando el MAP (11 52 00) como fuente. La fertilización se aplicará según el análisis de suelo para cada sistema de producción y en el caso del sistema de agricultura de conservación también habrá que considera la cantidad de residuo aplicando un % extra a la dosis aplicar.

5.3 Aplicación de los riegos.

Los riegos se aplicaron según lo establecido, utilizando un sistema de multi-compuertas con lamina de 15 cm programándose un riego de pre siembra y posteriormente dos riegos de auxilio en el ciclo invierno –primavera.

VI- RESULTADOS

Cuadro 10. Resultados nutricionales con el sistema de producción C.

TRATAMIENTO	%MS	%C	%PC	%FND	%FAD
T1	76	2.1	8.2	62.2	35
T2	80	2.2	8.9	63.4	35

C- Convencional.

Cuadro 11. Resultados nutricionales con el sistema de producción AC.

TRATAMIENTO	%MS	%C	%PC	%FND	%FAD
T1	78	1.9	8.3	64.4	34.3
T2	82	2.2	8.7	64.1	33.5

AC- Agricultura de Conservación

VII.- DISCUSIÓN.

El triticale es una alternativa de forraje que ofrece dos ventajas principales, que es tolerante a suelos secos y pobres en nutrientes, así como a bajas temperaturas ambientales. En el presente estudio se evaluó el valor nutritivo bajo dos fuentes de fertilización y dos sistemas de producción. Se llevaron a cabo análisis bromatológicos para la evaluación del valor nutritivo del forraje. En el caso del contenido de proteína cruda, el cual es un parámetro importante en la alimentación animal, el triticale presento valores adecuados que fueron entre 8.2 - 8.9 porciento, siendo relativamente más alta en el sistema de producción convencional.

Por otro lado, el zinc es un nutriente esencial necesario para las plantas, su deficiencia puede causar serios problemas en los cultivos, ya que se encuentra implicado en procesos fisiológicos y bioquímicos como la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, función antioxidante, polinización y crecimiento. (Cakmak et al, 1989).

El Tratamiento T2 (AC + Zn) obtuvo el mayor rendimiento en la producción de forraje verde. La AC incrementa el aprovechamiento del agua y una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes, así como ayudan a disminuir la emisión de gases efecto invernadero.

VIII.- CONCLUSIONES.

En la alimentación animal, el triticale se utiliza como fuente de energía en la formulación de dietas, en forma de granos secos, como forrajes verdes o ensilados. El triticale representa una opción viable e importante para el sector ganadero, debido a su valor nutritivo parecido al trigo y centeno, con respecto a proteína cruda, grasa, carbohidratos totales y cenizas, así como el bajo costo de producción y alto rendimiento. El triticale es una alternativa utilizada en la AC en la rotación de cultivo. En el caso del zinc, se recomienda realizar una evaluación de la utilización de este elemento de manera única más la aplicación de los elementos tradicionales nitrógeno, fosforo y potasio contra el sistema de agricultura de conservación y la aplicación de los elementos tradicionales NPK para evaluar su impacto en el rendimiento de forraje verde.

IX LITERATURA CITADA

- Baier, Ac.** (1997). Uso potencial de triticale para ensilaje Passo Fundo. Embrapa Trigo, 38.
- Bejar, H.M., Ammar, K., y Lechuga, M.M.** (2000). Comportamiento de genotipos de triticale bajo condiciones de temporal en el sur de Chihuahua. III Encuentro nacional académico de educación tecnológica agropecuaria. Guadalajara, Jalisco.
- Belaid.** (1994). Nutritive and economic value of triticale as feed grain for poultry. CIMMYT. Economics working paper. México, D.F.
- Bennett, D., and J, Kaltsikes.** (1973). The duration of meiosis in a diploid rye, a tetraploid wheat, and a hexaploid triticale derived from them. Canadian Journal of Genetics and Cytology. 15:671-679.
- Carney, J.** (1992). La producción de Triticale en la meseta de Tarasca de México: Experiencias de los minifundistas y lecciones útiles para la investigación. Monografías en economía del CIMMYT. No 2. México, D.F.48.
- CIMMYT.** 1989. Toward the 21 Century: CIMMYT's Strategy. México, D.F.
- Cornejo, Y.I., Cinco, F.J., Ramírez, F., Rosas, E.C., Osuna, P.S., Wong, F.J., Flores, J.B., y Cota, A.G.** (2015). Physicochemical characterization of starch from hexaploid triticale (*X Triticosecale Wittmack*) genotypes. CyTA – Journal of Food, 13(3). 420-426.
- Correa, Z.N., González, P.A., Solorzano, S.C., Zúñiga, A., Sabino, M.A., y Jiménez, J.L.** (2019). Physico-chemical and mechanical thermo-rheological characterization of three varieties of triticale starches. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales, 32. 1-5.
- Coutiño, A.** (2008). Triticale una alternativa de forraje en la Comarca Lagunera en época de invierno. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila. 5p.
- FAOSTAT,** 2020. Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.

- Gustafson, P., and D, Bennett.** (1976). Preferential selection for wheat-rye substitutions in 42-chromosome triticale. *Crop Science*. 16:688-693.
- Herrera y Saldaña, R.** (1999). La importancia de los maíces y sorgos para producción de ensilaje. Memorias del 2º taller de especialidades de maíz. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Hewstone, C.** (1990). Triticale Investigations in Chile. In Proceedings of the second International Triticale Symposium, Paso Fundo, Rio grande do sul, Brasil. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México, D.F.586-592.
- Hinojosa, M.B., A, Hede., S, Rajam., J, Lozano del Rio., A, Valderrabano González.** (2002). Triticale: an alternative forage crop under fainfed conditions in Chihuahua, México. Proceedings of the 5th international triticale symposium supplement, plant breeding and acclimatization institute (IHAR), Radzikow, polan, june 39-july 5, 2002.
- Karmeli, D.J.** (1997). Water Distribution Patterns for Sprinkler and Surface Irrigation Systems Proceedings National Conference on Irrigation Return Flow Quality Management Colorado State University. Fort Collins Colorado. 233-251.
- Kitchey, T., Hirel, B., Heumez, E., Dubois, F., and Le Gouis, J.** (2007). In Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) Post-anthesis nitrogen uptake and remobilisation to the grain correlaties with agronomic traits and nitrogen physiological markers. *Field crops. Res.* 102:22-32.
- Kohli, M.** (1980). Métodos de mejoramiento genético de triticale. Actas IV Congreso Latinoamericano de Genética. Vol. 2. 279-290.
- Lance, R. G., Jeremy, W. S., Ronald, J. V., y Brock, C. B.** (2008). Optimum stand density of spring triticale for grain yield and alfalfa establishment. *Agron. J.* 100, 911-916.
- Lorenz, K., y Kulp, K.** (1991). Handbook of Cereal Science and Tecnology. Marcel Dekker inc. 373-400.

- Lozano del Rio, A.J.** (1990). Studies on triticale forage production under semiarid condition of northern México. Proceeding of the second international Triticale Symposium. Passo Fundo, Rio Grande do sul, Brazil.
- Luginbuhl, J.** (1998). Establecimiento y características del crecimiento temprano de *Paulownia* spp, para ramoneo de cabras. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". Matanzas. Cuba. 97.
- Lukaszewski, A.** (2006). Cytogenetically engineered rye chromosome 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale. *Crop Science*. 46:2183-2194.
- Mendoza, O.A.** (1985). Causas y consecuencias del deterioro de las semillas. Curso sobre calidad de semillas y control de enfermedades transmitidas por semillas. Centro internacional de agricultura tropical. Cali, Colombia.
- Mengel, K., and E. Kirkby.** (1987). Principles of plant nutrition, 4th ed. 686 P. International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland.
- Montemayor, J.A., Segura, M.Á., Munguía, J., y Woo, J.L.** (2015). Productividad del agua en el cultivo de triticale (*X. Tritico secale Wittmack*) en la Comarca Lagunera de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(7), 1533-1541.
- Mounier, D., T. Kearney., G.S. Pettygrove., K. Brittan., M. Mathews, and L. Jakson.** (2006). Fertilization of Small Grains. Part 4. Small Grain Production Manual. University of California Cooperative Extension.
- Myer, R., and A, Lozano.** (2004). Triticale as animal feed. In Mergoum, M., and H. Gómez-Macpherson. Triticale Improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 49-58.
- Natarén, I.** (2012). Composición química de 15 genotipos de Triticale forrajero (*X Tricosecale Wittmack*) Cosechados en la localidad "Campo Sagrado". Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 1p.
- Peña, R.** (2004). Food uses of triticale. In mergoum, M., H. Gómez- Macpherson, Triticale Improvement and production. Food an agriculture Organization Of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 37-48.

- Pérez, G.E., Bemahaja, M. (1992).** Caracterización y perspectivas de rotaciones en los arenosos del noreste de Uruguay. *Investigaciones Agronómicas*, 2, 205-214.
- Pomeranz, Y. (1980).** *Advance in Cereal Science and Technology*. Edited American Association Cereal Chemists. St. Paul Minn. 115-151.
- Robles, S.R. (1986).** Producción de granos y forrajes. 1ra Edición. LIMUSSA.267-284.
- Rojas, C., A, Catrileo. (1998).** Ensilaje de triticale en la engorda invernal de novillos Hereford. (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.
- Rojas, C.A., A, Catrileo y A, Letelier. (1991).** Niveles de triticale en raciones para engorda de novillos Hereford. *Agri. Tec.* 51. 9-14.
- Roy, R.N., Finch, A., Blair, G.J and H.I.S. Tandon. (2006).** Plant nutrients and basies of plant nutrition. *FAO Fertilizer and plant Nutrition Bulletin* 16. Plan nutrition for integrated nutrient management., Rome, Italy. Pp 25-42.
- Royo, C. (1992).** El triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Royo, C., and M. Aragay. (1998).** Spring Triticale grown for different end-uses in a Mediterranean-Continental área. *Proceedings*, Volumen #2.
- Salas, C. (2003).** Nutrición mineral de plantas y el uso de fertilizantes. In. Meléndez, G. y Molina, E. (Eds). *Fertilizantes: Características y Manejo*. Centro de Investigaciones Agronómicas, UCR. San José. 1-19.
- Skovmand, B., P.N. Fox and R.L. Villareal. (1984).** Triticale in commercial agriculture: Progress and promise. *Advances in Agronomy* 37: 1-45.
- Van Duinkerken, G., R, L. Zoom and J.M. Bleumer. (2000).** The effects of replacilg maize silage by triticale whole crop silage in a roughage mixture with grass silage on feed intake and milk production by dairy cows. *Publication* 142. Research Institute for Animal Husbandry, 36.
- Varughese, G., Barkert, T y Saari, E. (1987).** Triticale. *CIMMYT*. México, D.F. 32p.

Weiss, W.P., Koch, M.E., and Steiner, T.E. (1993). Comparison of diets base don triticales silage, sorghum. Soybean and pea silage or alfalfa abd con silage when fed to dairy cows.

Wilson, C.Y., López, N.E., Álvarez, Perpetuo., Ventura, J., Ortega, M.E., y Venegas, M.I. (2020). Acumulación de forraje, composición morfológica e intercepción luminosa en Triticale 118 (*X Tricosecale Wittmack*), Revista mexicana de ciencias agrícolas. 11(24). 222-229.

Wolff, A.I. (1982). Handbook of proceding and utilization in agriculture, Vol. II. Part I. CRC press USA.

Zillinsky, F.J. (1985). Triticale: An update on yiel, adaptation and world production. Cap. 1.R.A. Fosberg, Triticale. Madison: Sociedad Americana de Agronomía y la Sociedad de Ciencias Agrícolas de América. pp 1.7.