



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CRECIMIENTO DE CEREALES DE
INVIERNO CON FINES FORRAJEROS EN ZONAS SEMIÁRIDAS

Por:

Tania Sherenie Alatraste Jiménez

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Diciembre de 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CRECIMIENTO DE CEREALES DE
INVIERNO CON FINES FORRAJEROS EN ZONAS SEMIÁRIDAS

Por:

Tania Sherenie Alatríste Jiménez

Asesor:

Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo

Co-asesores:

Dr. José Marín Sánchez

Dra. Camelia Alejandra Herrera Corredor

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Este trabajo titulado **“Comportamiento productivo y crecimiento de cereales de invierno con fines forrajeros en zonas semiáridas”** fue realizado por: **Tania Sherenie Alatraste Jiménez** como requisito parcial para obtener el título de “Ingeniero Agrónomo Zootecnista” y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis

Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo

Asesor

Dr. José Marín Sánchez

Co-asesor

Dra. C. Alejandra Herrera Corredor

Co-asesor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L.P. a los 11 días del mes de diciembre de 2012.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de terminar mi carrera y poder alcanzar una más de mis metas, por llenarme de gozo, salud y felicidad, por darme una hermosa familia que me ama y han apoyando en todo, por eso y mucho más, gracias.

A mis Padres

Por darme una vida llena de felicidad, protección, cariño y por toda la orientación que siempre me han otorgado, porque lo que soy hoy es gracias a ustedes, como una muestra de cariño y agradecimiento.

A mis Asesores

Por su disposición, tiempo, ánimo y ayuda brindada durante la realización de este proyecto así como mi paso por la Facultad de Agronomía. Especialmente al Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo por todo su apoyo, tiempo, dedicación y atenciones prestadas.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por darme la oportunidad de aprender, desarrollar mis capacidades y concluir mi carrera profesional.

Al programa PROMEP-SEP por el financiamiento del proyecto clave PROMEP/103.5/11/6650, y por el otorgamiento de la beca del cual se derivó esta investigación.

Al Dr. Karim Ammar, Investigador del CIMMYT y al Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir, Investigador del INIFAP, por facilitar el aporte de semilla de sus respectivos programas.

A mis asesores: Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo, Dra. Camelia Alejandra Herrera Corredor y Dr. José Marín Sánchez por su tiempo y dedicación brindada a la realización de este proyecto.

A mis profesores por todas sus enseñanzas, consejos y orientación en cada una de sus clases, con el único objetivo de terminar mejor preparada para así poder defenderme y enfrentar la vida profesional, especialmente al Dr. César Posadas Leal y Dra. Rosa Helena Santos por su amistad, cariño, apoyo y consejos.

A mi padre Dante Alatríste, por su valioso esfuerzo y dedicación con el único fin de darme la mejor educación, por todo su amor incansable, cariño, consejos y apoyo. Por ser un ejemplo de lucha y valentía en mi vida, por ser todo un guerrero ante las dificultades de la vida, no dejarse vencer y nunca rendirse pase lo que pase; porque este logro es suyo también.

A mi madre Teresa Jiménez, por su infinito amor y dedicación incansable, por cada uno de sus sabios consejos, por la hermosa vida que me ha dado, además de todo ser mi mejor amiga, mi confidente y mi cómplice. Por el apoyo que me ha dado a lo largo de mi vida, jamás podré agradecerle por todo lo que me ha dado.

A mis hermanas Nallely y Daniela, por su apoyo, cariño, ayuda, consejos y cuidarme como nadie más, gracias. A todos mis demás familiares que a pesar de la distancia siempre estuvo su cariño cerca.

A Antonio Gómez por ser parte fundamental de mi vida, una luz en mi camino, por ser mi persona especial, mi apoyo, mi ejemplo, mi confidente y mucho más que mi mejor amigo, por estar a mi lado a pesar de todo, por su amor y apoyo incondicional.

A mis mejores amigos Mauro Donjuán y Ana María Alonso, que me tendieron su amistad y cariño desde el principio de este trayecto, por sus consejos, confianza, apoyo, comprensión, escucharme, estar conmigo en las buenas y en las malas y regalarme tantos valiosos momentos que atesoraré en mi corazón para siempre. Así también a mis amigas Karina Rodríguez y Carmen Martínez por su confianza, amistad y cariño y a todos los demás amigos y compañeros de la generación 2008-2010.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis General.....	2
Objetivos.....	2
Objetivos Específicos.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Importancia de los Cereales de Grano Pequeño.....	3
Los Cereales en el Mundo.....	3
Los Cereales en México.....	4
Descripción Morfológica de los Cereales de Grano Pequeño.....	4
Triticale.....	5
Avena.....	5
Trigo.....	6
Cebada.....	6
Requerimientos Climáticos.....	7
Requerimientos Edafológicos.....	7
Requerimiento de Nutrientes.....	7
Periodo Vegetativo.....	9
Plagas de los Cereales.....	10
Principales Enfermedades de los Cereales.....	10
Rendimiento.....	12
Calidad Nutritiva de los Cereales.....	14
Relación Hoja-Tallo.....	16

Curvas de Crecimiento.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
Localización.....	18
Material Genético.....	18
Desarrollo de Campo.....	19
Muestreo.....	20
VARIABLES EVALUADAS.....	21
Diseño Experimental.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
Primer Muestreo a los 45 Días Después de la Siembra.....	24
Segundo Muestreo a los 60 Días Después de la Siembra.....	26
Tercer Muestreo a los 75 Días Después de la Siembra.....	28
Cuarto Muestreo a los 90 Días Después de la Siembra.....	32
Quinto Muestreo a los 120 Días Después de la Siembra.....	35
Productividad por Cultivo.....	39
Número de Hojas por Macollo.....	41
Número de Tallos por Macollo.....	42
Curvas y Tasa de Crecimiento.....	44
Fibra Detergente Neutra.....	47
Fibra Detergente Ácida.....	47
CONCLUSIONES.....	50
LITERATURA CITADA.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Distribución de parcelas.....	19
2	Croquis de ubicación de los Tratamientos (Genotipos) y Parcelas...	20
3	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 45 días después de la siembra.....	26
4	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 60 días después de la siembra.....	28
5	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 75 días después de la siembra.....	31
6	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 90 días después de la siembra.....	34
7	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados en estado de inicio de madurez fisiológica (120 dds).....	38
8	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de cuatro cultivos de cereales de grano pequeño cosechados en estado de inicio de madurez fisiológica.....	40
9	Número de hojas por macollo a diferentes días después de la siembra de genotipos de avena, triticale, cebada y trigo.....	41
10	Número de tallos por macollo a diferentes días después de la siembra de genotipos de avena, triticale, cebada y trigo.....	43
11	Tasa de crecimiento de genotipos de avena, triticale, trigo y cebada en invierno en diferentes días después de la siembra. 2011..	46
12	Fibra detergente neutra y ácida de 16 genotipos de cereales de grano pequeño en dos fechas de corte.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comportamiento del número de hojas por macollo de dieciséis genotipos de cereales de grano pequeño en invierno de 2011 en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P.....	42
2	Comportamiento del número de tallos por macollo de dieciséis genotipos de cereales de grano pequeño en invierno de 2011 en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P.....	44
3	Curva de crecimiento de dieciséis genotipos de cereales de grano pequeño en invierno de 2011 en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P.....	45

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento de materia seca y sus componentes morfológicos de cuatro cereales de grano pequeño para generar alternativas de alimentación para rumiantes en las épocas críticas de las zonas semiáridas. La investigación se realizó en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., ubicado a 22° 13' LN y 100° 50' LO, a 1,835 m.s.n.m. con clima semi-seco templado y temperatura media anual es de 17.1 °C, con 362 mm de precipitación. Se evaluaron siete genotipos de avena (Karma, Obsidiana, Agata, Cevamex, Turquesa, Avemex y Chihuahua), siete triticale (Triticale comercial, CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E2, CIIT-SLP-E3, CIIT-SLP-E4, CIIT-SLP-E5, CIIT-SLP-E6), Trigo comercial y Cebada Cantabra. La siembra se realizó el 2 de diciembre de 2011 bajo riego a una densidad de 100 kg de semilla ha⁻¹, fertilizando 100-46-00 (N-P-K). El diseño fue un bloque al azar con seis repeticiones, donde la parcela experimental fue de 3 x 3 m. Las variables medidas fueron; altura, rendimiento de materia verde (RMV), seca (RMS), de hoja (RMSH), tallo (RMST), material muerto (RMSMM) y espigas (RMSES), la relación hoja:planta (RHP), tallo:planta (RTP), número de hojas (NHOJAS), número de tallos (NTALLOS), fibra detergente neutra (FDN) y acida (FDA). El muestreo se realizó de forma escalonada dentro de la parcela con un cuadrante de 0.5x0.5 m en diferentes etapas de crecimiento a 45, 60, 75, 90 y 120 días después de la siembra (dds). A los 45 dds las variedades de triticale presentaron el mayor rendimiento, a 60 dds la producción fue semejante entre las avenas y el triticale, a 75 dds las variedades de triticale sobresalen con más de 5163 kg ha⁻¹ de MS, a 90 dds no existió diferencia significativa en la producción de FV y MS, a los 120 dds las avenas mostraron los mayores RMS, RMSH, RMST y RMSES. La RHP y RTP fue similar para todos los cultivos y etapas. Algunos genotipos de avena como Cevamex y Chihuahua y de triticale como CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E1 son aptos para producirse en zonas semiáridas en la época invernal sin ningún problema.

SUMMARY

The objective was to evaluate dry matter yield and morphological components of four small grain to generate alternatives of feeding in critical times on semi-arid areas. The research was realized in Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., located at 22 ° 13 '39.8 "LN and 100 ° 50' 58.3" LO, at 1,835 mamsl with semi-dry climate tempered and mean annual temperature is 17.1 ° C, with 362 mm of precipitation. We evaluated 16 genotypes of small grains: seven oats (Karma, Obsidian, Agata, CEVAMEX, Turquoise, Avemex and Chihuahua), seven triticale (Triticale commercial, CIIT-SLP-E1-E2 CIIT-SLP, SLP-CIIT- E3-E4 CIIT-SLP, SLP-CIIT-E5-E6-SLP CIIT), Wheat commercial and Barley Cantabra. The sowing was established on December 2, 2011 under irrigation at a density 100 kg ha⁻¹ of seed, fertilizing 100-46-00 (NPK). The design was a randomized block with six replications, where the experimental plot was 3 x 3 m. The variables measured were: height, green matter yield (RMV), dried (RMS), leaf (DMYL), stem (MRTS), dead material (RMSMM), spikes (RMSEs) and leaf-to-ground (RHP), stem, plant (RTP), number of leaf (NHOJAS), number of stems (NTALLOS), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). Sampling was carried out in the center of the parcel with a 0.5x0.5 m quadrant at different stages of the crop at 45, 60, 75, 90 and 120 days after planting (dds). At 45 dds triticale varieties had the highest yield, 60 dds production was similar between oats and triticale, 75 dds triticale varieties protrude more than 5163 kg ha⁻¹ DM, 90 dds not significant difference in the production of PV and MS, at 120 dds oats showed the highest RMS, DMYL, MRTS and RMSEs. The RHP and RTP was similar for all crops and stages. Some oat genotypes as CEVAMEX and triticale as Chihuahua and CIIT-SLP-E2 and CIIT-SLP-E1 are apt to settle in semiarid areas in the winter with no problem.

INTRODUCCIÓN

En México el 65% de la superficie terrestre nacional se encuentra ocupado por zonas áridas y semiáridas (Verbist *et al.*, 2010), donde la ganadería que ocupa estas regiones son bovinos, ovinos y caprinos que basan su alimentación en el pastoreo de agostaderos poblados con diferentes recursos vegetales de baja productividad y calidad nutritiva aunado a su baja disponibilidad a lo largo del periodo de sequía en los meses de octubre a junio y por la escasa precipitación en los meses de julio a septiembre; en las regiones donde se tiene disponibilidad de agua para riego no es rentable la producción de forraje debido al poco rendimiento de las especies provocadas por las bajas temperaturas de noviembre a febrero, tal es el caso del estado de San Luis Potosí, donde se siembran algunas especies forrajeras como avena (18, 959 ha) y sorgo forrajero (438 ha) a parte de la alfalfa con 13,799 ha, solo la avena es un cultivo de invierno que presenta un rendimiento de 9.39 a 15.1 t de materia verde (SIAP, 2012), y no se tienen datos de otros cereales de grano pequeño como fuentes de forraje que permitan a los productores tener alternativas para producir forraje para las épocas críticas, de ahí la importancia de estudiar otras especies e incluso variedades de la avena.

En la región norte del país y el norte de la zona centro, se practica principalmente el sistema de producción de becerros al destete, con una cosecha anual del 40 al 55%, de los cuales casi la totalidad son vendidos a los engordadores del país o exportadores. La baja productividad se debe en parte a la sobreutilización de los pastizales, la cual trae consigo subalimentación animal, que se agrava en el otoño-invierno por las bajas temperaturas. Se requiere así nuevas alternativas de especies forrajeras para producción invernal, así como al conocimiento de sus tecnologías de producción que lleven a una mayor disponibilidad de forraje de alta calidad (Ye *et al.*, 2001).

La cantidad y calidad de forraje disponible en el área de pastoreo varían de una estación a otra del año. En la época de lluvias el forraje es suficiente y de calidad variable para mantener al ganado en buena condición alimenticia, sin embargo, en la época seca y fría, el forraje es insuficiente y de pobre calidad, por lo que el rebaño pierde peso facilitando una mayor incidencia de enfermedades y parasitosis interna y con ello se reduce la productividad. Una opción para alimentar bien a los animales es conservar forraje para ofrecerlo a los animales en la época de escasas (Cortés *et al.*,

2011). Una alternativa es conservar el forraje de especies como los cereales de grano pequeño, pero debe buscarse una variedad con alto rendimiento y que aporten una excelente cantidad de energía para abaratar costos de producción.

Hipótesis General

De un grupo de variedades de cereales de grano pequeño, existe al menos una con buen comportamiento productivo y con excelente calidad nutritiva como alternativa de alimentación a bajo costo para rumiantes en las etapas críticas.

Objetivo

Evaluar el rendimiento de materia seca y sus componentes morfológicos de cuatro cereales de grano pequeño para generar alternativas de alimentación para rumiantes las épocas críticas de las zonas semiáridas.

Objetivos Específicos

- a) Estimar el rendimiento de materia seca y sus componentes morfológicos de variedades de cereales de grano pequeño, en cuatro estados de madurez de la planta.
- b) Realizar curvas de crecimiento de las variedades de cereales de grano pequeño en la época de invierno y determinar la disponibilidad de forraje.
- c) Estimar el contenido de fibra detergente neutra y ácida en algunas etapas de crecimiento, para establecer el momento óptimo de cosecha.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de los Cereales de Grano Pequeño

Los cereales son importantes en la dieta humana y animal por su alto valor alimenticio, son alimentos difíciles de sustituir por su elevado contenido de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales (Berlijin, 1984), y son fáciles de almacenar, transportar y conservar, además son una materia prima en la alimentación humana y animal (Hoseney, 1991).

Representan un papel esencial en la dieta para el hombre pues están incorporados desde un 25% en países más desarrollados hasta el 85% en países en vías de desarrollo pues cubren las necesidades energéticas y una porción de los requerimientos proteicos, aminoácidos esenciales, vitaminas y sales minerales. El consumo de cereales por el hombre es a base de harina y sometido a procesos de transformación, son consumidos principalmente como harina, sémola, pasta o en granos cocidos (Berlijin, 1984).

La principal utilización de los cereales en los países desarrollados es la alimentación animal como fuente energética ofreciendo una alternativa económica para que los productores desarrollen sistemas de producción animal sostenibles. Prácticamente toda la planta es utilizable cosechandola antes de su madurez para ofrecerla como forraje verde, en forma de ensilado, heno y el subproducto de la cosecha del grano como el rastrojo. Además del consumo del grano entero o el grano triturado incorporado en las raciones balanceadas (Santoyo y Quiroz, 2010).

También son utilizados en la industria para la producción de alcohol etílico, bebidas alcohólicas, combustibles, en la industria del papel y madera, industria química y materiales de construcción (Hoseney, 1991).

Los cereales en el mundo

La superficie mundial cultivada de cereales, se sitúa en 688 millones de hectáreas, aproximadamente el 16% de la superficie agrícola útil y la mitad de las tierras arables en el mundo. En este mismo año, se produjeron aproximadamente 2,500 millones de toneladas de granos. Los principales países productores de cereales son: China, Estados Unidos, India, Francia, Rusia, Canadá, Brasil, Alemania, Argentina y Bangladesh. El trigo ocupa el primer lugar entre los cereales con un tercio de la producción mundial repartida principalmente en Europa y Asia. El arroz lleva el

segundo lugar producido 60% en Asia. El maíz es el siguiente en la lista concentrándose principalmente en Estados Unidos, relacionado directamente con la ganadería de este país. La avena y el centeno son aún muy cultivados en Europa. Existen cinco grandes exportadores de cereales: Estados Unidos, Canadá, Comunidad Económica Europea, Australia y Argentina, que en conjunto exportan el 87% de la producción mundial (FAO, 2012).

Los cereales en México

En México en el año 2011 se cultivaron 942,823.74 ha de avena forrajera, se cosecharon 633,761.42 ha con rendimientos de 9.89 t materia verde (MV) ha⁻¹. 34,613.70 ha de cebada forrajera fueron sembradas, 27,714.20 ha cosechadas con rendimientos de 13.59 t MV ha⁻¹. Para trigo forrajero se sembraron 2,377.55 ha, 2,368.55 ha cosechadas y se obtuvieron rendimientos de 26.92 t MV ha⁻¹. De triticale forrajero fueron sembradas 5,299.75 ha, 5,258.75 ha cosechadas y se obtuvieron rendimientos de 27.84 t MV ha⁻¹ (SIAP, 2011).

En total se producen 35 millones de toneladas de grano; 111,126 t de avena, 3,676,710 de trigo, 672,367 t de cebada y 1,398 t de triticale. El primer lugar de producción es el maíz, seguido por el trigo, producido principalmente en Sonora con 1.68 millones de toneladas equivalente al 48% de la producción nacional. Le siguen los estados de Guanajuato, Baja California, Michoacán y Jalisco. La cebada se encuentra producida principalmente en Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala y Estado de México. En el caso del triticale, se estima que se cultivan 8,000 hectáreas principalmente en Michoacán, Nuevo León, Puebla, Jalisco, Estado de México, Tlaxcala, Sonora y Chihuahua (FAO, 2010).

En San Luis Potosí, para el 2011 se reportaron 18,959 ha cultivadas de avena forrajera de las cuales solo 9,521 ha se cosecharon con rendimientos de 9.39 t MV ha⁻¹. Se cultivaron 516 ha de cebada forrajera, de las cuales se cosecharon 299 ha con rendimientos de 15.14 t MV ha⁻¹. Para trigo forrajero únicamente 6.0 ha sembradas y todas cultivadas, con rendimientos de 7.50t ha⁻¹, no se registraron producciones de triticale forrajero (SIAP 2011).

Descripción Morfológica de los Cereales de Grano Pequeño

Los cereales son especies anuales pertenecientes a la familia de las Poaceae o gramíneas.

Triticale

Reino: *Plantae*
Division: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida*
Orden: *Poales*
Familia: *Poaceae*
Subfamilia: *Pooideade*
Tribu: *Triticeae*
Género: *Triticosecale*
Especie: *Triticum secale*

La planta de triticale tiene una apariencia intermedia entre el trigo y el centeno. Es más alto y vigoroso que el trigo, de igual manera las hojas son más gruesas, más grandes y de mayor longitud. La lígula es pronunciada y semidentada, las aurículas son de tamaño mediano, semiabrazadoras y sin pelos o cilios. La zona del tallo próxima a la espiga presenta una franja con pubescencia o vellosidad, y cierto grado de curvatura (Mellado *et al.*, 2008).

Avena

Reino: *Plantae*
Division: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida*
Orden: *Poales*
Familia: *Poaceae*
Subfamilia: *Pooideade*
Tribu: *Aveneae*
Género: *Avena*
Especie: *Avena sativa*

La avena es una planta anual, posee una raíz fibrosa, el tallo es una caña herbácea y erguida con nudos llenos de entrenudos huecos generalmente va de 0.60 a 1.5 m las hojas son de color verde oscuro que alcanzan alrededor de 25 cm de largo y 1.6 de ancho. La inflorescencia es una panoja compuesta con ramificaciones largas y sostienen cada una un pequeño número de espiguillas (Robles, 1990).

Trigo

Reino *Plantae*
División *Magnoliophyta*
Clase *Liliopsida*
Orden *Poales*
Familia *Poaceae*
Subfamilia *Pooideae*
Tribu *Triticeae*
Género *Triticum*
Especie: *Triticum aestivum*

El trigo posee una raíz fasciculada con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 0.25 hasta 1 m de profundidad. El tallo es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior, alcanzando entre 0.5 a 2 m de altura. Las hojas del trigo tienen una forma alargada, recta y terminada en punta, con vaina, lígula y aurículas bien definidas. La longitud varía de 15 a 25 cm y 0.5 a 1 cm de ancho. La inflorescencia está formada por espiguillas dispuestas alternadamente en un eje central denominado raquis. Las espiguillas contienen de 2 a 5 flores (Robles, 1990).

Cebada

Reino *Plantae*
División *Magnoliophyta*
Clase *Liliopsida*
Orden *Poales*
Familia *Poaceae*
Subfamilia *Pooideae*
Tribu *Triticeae*
Género *Hordeum*
Especie: *Hordeum vulgare*

Planta anual que al germinar presenta un par de raíces primarias que sirven para anclarse al suelo, extraer agua y nutrientes durante las primeras semanas de vida. A partir del nudo de ahijamiento, sale el tallo principal y un número determinado de tallos secundarios, la cantidad depende de la variedad y condiciones en que se desarrolla. La hoja encargada además de las asimiladoras y excretorias, a sostener el

tallo y proteger la joven espiga. Posee dos partes claramente diferenciadas: la vaina que se inserta en el nudo y envuelve al entrenudo y el limbo que es divergente al tallo. La espiga se compone de un eje articulado, el raquis, compuesto de una serie de entrenudos, cada uno porta una traída de espiguillas unifloras (Cano, 1989).

Requerimientos Climáticos

Los cereales de invierno se cultivan principalmente en zonas con clima templado, sin embargo, pueden desarrollarse en zonas con temperaturas altas y condiciones de humedad baja. La temperatura adecuada para el cultivo de estas plantas varía de 15 a 31°C aunque depende principalmente de la etapa del desarrollo y la variedad. Lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica que resulta de la acumulación de los grados días. La integral térmica en los cereales es muy variable según la variedad que se cultive, comprende de los 1 850°C y 2 375°C (Santoyo y Quiroz, 2010).

En general, los cereales de invierno necesitan entre 300 y 400 milímetros de agua por año. Una alta humedad del aire y altas temperaturas limitan el cultivo de los cereales pues estas condiciones propician el desarrollo de enfermedades (Berlinjin, 1984).

Requerimientos Edafológicos

Los cereales de grano pequeño se pueden cultivar en una gran variedad de condiciones y tipos de suelo, pero, para obtener una buena cosecha, es necesario que la condición física del suelo tenga las siguientes características: 1) una estructura granular, que le permita la aireación y el movimiento del agua en el suelo, 2) una capa arable de hasta unos 30 cm, para un enraizamiento adecuado, 3) que no sea susceptible a la formación de costras que dificulten la germinación y la aireación y 4) alto contenido materia orgánica. Antes de cultivarles, es necesario analizar el suelo para determinar su fertilidad, acidez y salinidad. Los mejores resultados se obtienen con un pH alrededor de 7 aunque pueden desarrollarse desde un pH (Santoyo y Quiroz, 2010).

Requerimiento de Nutrientes

El nitrógeno es el principal elemento mineral y el de mayor influencia en el rendimiento de los cereales. Sin embargo, cada uno de los tres elementos principales

(nitrógeno, fósforo y potasio) no produce su pleno efecto si no están presentes cantidades suficientes de los otros dos. La interacción entre el nitrógeno y el potasio es probablemente la más importante. Dosis elevadas de nitrógeno en ausencia de una fertilización potásica suficiente hace a los cereales sensibles a las enfermedades y accidentes, en especial al encamado, y limita los rendimientos. Gracias al potasio la productividad del nitrógeno puede aumentar en más de un 50%. El fósforo mejora la precocidad de los cereales y favorece el desarrollo radicular, teniendo un papel esencial en la formación de la espiga y del grano. El potasio tiene especial importancia en las funciones que aseguran el crecimiento de la planta. La resistencia de los cereales a las heladas, al encamado y a las enfermedades es mayor si disponen de una alimentación mineral rica en potasio. Asimismo, el peso específico y el peso de 1,000 granos aumentan gracias al potasio. Además de nitrógeno, fósforo y potasio, los cereales absorben también cantidades importantes de calcio y magnesio, y sobre todo de azufre, aunque nunca a niveles tan elevados como primeros tres elementos. La absorción de elementos minerales de los cereales es intensa a partir del ahijamiento ya lo largo del encañado, hasta la aparición de la espiga. Por lo general el nitrógeno y el potasio son absorbidos más intensa y precozmente que el fósforo (López, 2010).

Para determinar la dosis de fertilización es necesario considerar las extracciones por cultivo y los nutrientes contenidos en el suelo. La Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes de España (ANFFE) en el 2010, elaboró una tabla para la aplicación de nutrientes en base a distintos niveles de la producción esperada.

En dicha tabla, se expresa que para rendimientos de forraje verde (FV) menores a 2 000 kg ha⁻¹, son necesarios de 15 a 20 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 30 a 50 kg ha⁻¹ de fósforo y de 20 a 30 kg ha⁻¹ de potasio. Para rendimientos de 2 000 a 3 000 kg ha⁻¹ de (FV), es necesario dosificar de 20 a 25 kg ha⁻¹ de nitrógeno, de 45 a 70 kg ha⁻¹ de fósforo y de 25 a 45 kg ha⁻¹ de potasio. Rendimientos de (FV) de 3 000 a 4 000 kg ha⁻¹ se necesitan dosis de 25 a 35 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 60 a 90 kg ha⁻¹ de fósforo y 45 a 65 kg ha⁻¹ de potasio. Para rendimientos mayores a 4 000 kg ha⁻¹ de (FV) se necesitan de 35 a 45 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 80 a 130 kg ha⁻¹ de fósforo y 60 a 90 kg ha⁻¹ de potasio (ANFFE, 2010). Romo *et al.* (2010), evaluó el efecto combinado de diferentes dosis de inoculante y fertilización nitrogenada en la producción de forraje en otoño-invierno 1997-1997 el estado de Chihuahua. Las especies forrajeras utilizadas fueron: avena coker, ballico anual, trigo rojo, aplicaron al voleo 60 kg ha⁻¹

¹de cada especie. La fertilización nitrogenada se realizó con tres niveles de nitrógeno: 0, 30, 60 kg N ha⁻¹ aplicado después de cada corte de forraje. Se consideró un tratamiento testigo al que no se le aplicó inoculante ni fertilizante alguno. En producción de forraje, la avena resultó ser el cereal con el mayor rendimiento, independientemente del tratamiento de inoculación con valores que fluctuaron desde 4.90 t MS ha⁻¹ en el tratamiento testigo y hasta 15.37 t cuando se aplicaron 60 kg N ha⁻¹. Los rendimientos del ballico anual fueron de 3.5, 8.15 y 11.31 t de MS ha⁻¹ para las dosis de 0, 30 y 60 kg de N, el trigo fue el cereal con menor productividad e irregularidad, con la dosis de 30 y 60 kg de N se obtuvo 8.46 y 7.1 t ha⁻¹ respectivamente.

Ledesma *et al.* (2010), evaluó en cuatro variedades de trigo los efectos de cuatro métodos de labranza, dos tipos de siembra, tres dosis de nitrógeno y dos calendarios de riego durante el ciclo otoño-invierno 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007. Las dosis de nitrógeno de 160 y 240 kg N ha⁻¹ superaron la dosis de 120 kg ha⁻¹ sin ser afectadas por el método de barbecho-rastra. Se obtuvieron rendimientos más altos con cuatro riegos con las dosis de 160 y 240 kg N ha⁻¹, que con la dosis de 120 kg ha⁻¹. En cambio, con el calendario de tres riegos se obtuvo el mismo rendimiento con las tres dosis de nitrógeno.

Periodo Vegetativo

El periodo vegetativo puede dividirse en tres fases: a) Germinación – emergencia, b) emergencia - inicio del ahijamiento y c) Ahijamiento – periodo del encañado (López, 1991).

Germinación – emergencia: La germinación corresponde a la entrada de la semilla en vida activa y al comienzo del crecimiento del embrión. (Gillet, 1984). Se traza un rápido crecimiento de los meristemos presentes en el embrión y la movilización de las reservas del grano. La primera aparición visible al exterior es la emergencia, con la aparición de la primera hoja por encima del suelo, de forma enrollada (López, 1991). Para la inhibición de la semilla es necesario el contacto con un soporte húmedo y la presencia de oxígeno (Gillet, 1991).

Emergencia – inicio del ahijado: El coleóptilo es un órgano protector encargado de perforar el suelo, más tarde dejara salir por su extremidad las hojas en crecimiento (Gillet, 1991). Una vez perforado el coleóptilo por la primera hoja, se produce el alargamiento y aparición de las siguientes. Estas hojas salen de nudo del ahijamiento

y se encuentra unido a la semilla por un pequeño tallo, la planta hasta ahora se nutre de sus reservas y del sistema de raíces seminales (López 1991).

Ahijado – Encañado: Cuando la planta tiene cuatro hojas, se inicia el crecimiento de las yemas diferenciadas, es decir un proceso de ramificación. Todos estos tallos se denominan primarios, a partir de los cuales se emiten tallos secundarios y terciarios, se inicia también, la emisión de raíces secundarias. (López 1991). A medida que estas crecen los tallos se distancian y se reparten alrededor del eje de la planta, utilizando el mayor espacio posible. La temperatura es un factor esencial sobre el brote, el cual es óptimo en un rango entre 8 y 15°C (Gillet, 1984).

Plagas de los Cereales

Las larvas de numerosos insectos que viven en el suelo parasitan las semillas o las jóvenes plántulas, durante el proceso de germinación y emergencia (López 1991). Entre las especies de insectos de suelo más importantes se encuentran:

Gallinas ciegas: las gallinas ciegas pueden cortar parcial o totalmente las raíces de las plantas huéspedes provocando su marchitez o muerte. Cuando no destruyen completamente las raíces, las plantas sufren enanismo y no producen espigas (Santoyo y Quiroz, 2010).

Gusanos de alambre (*Agriotes spp.*): Se encuentran como los insectos más nocivos que infestan el suelo por que la larva puede permanecer de 1 a 6 años sin importar las labores de labranza. Se alimentan de las raíces y del cuello de la planta produciendo la muerte en las jóvenes, en las plantas adultas provoca debilitamiento generalizado, marchitez y retraso en el crecimiento (Robles, 1990).

Pulgones o piojillos (*Aphis spp.*, *Sitobion spp.*): provocan amarillamiento de las hojas, granos arrugados, poco desarrollo, espigas cubiertas de fluido blanco (Santoyo y Quiroz, 2010).

Principales Enfermedades de los Cereales

Los hongos son los organismos patógenos más dañinos, pues disminuyen el rendimiento de los cereales a los que atacan. Entre esos hongos el género *Puccinia* (royas), *Ustilago* (carbones desnudos), *Tilletia* (Carbones cubiertos), *Erysiphe* (mohos polvorientos), *Septoria*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium* y *Pythium* son los más comunes pues ocurren con regularidad y son potencialmente los más peligrosos del mundo (Stubbs *et al.*, 1986).

Roya UG-99: Este hongo de color marrón rojizo representa una amenaza recurrente para los cultivos de cereales en todo el mundo. Existen 3 tipos de roya: la del tallo, la amarilla de los cereales y parda de las hojas. Son enfermedades que más daños económicos causan (Santoyo y Quiroz, 2010).

Roya lineal (*Puccinia striiformis*): También llamada roya amarilla, se encuentra en muchas regiones del mundo. Se presenta en las partes más elevadas y frescas, y en las latitudes más altas. El síntoma característico es la disposición lineal de las pústulas amarillas sobre las hojas de la planta (Stubbs *et al.*, 1986). Las infecciones graves pueden causar una disminución en el rendimiento de grano y calidad de granos (Santoyo y Quiroz, 2010).

Roya del tallo (*Puccinia graminis*): También conocida como roya negra presenta una distribución universal, es considerada la más devastadora. Se caracteriza por la aparición de pústulas de color café rojizo, que se presentan primero como pequeñas manchas cloróticas sobre todas las partes de la planta. Las infecciones graves causan una considerable pérdida del rendimiento, principalmente por la reducción del número de granos (Stubbs *et al.*, 1986).

Roya de la hoja (*Puccinia recóndita*): También es conocida como roya café o naranja. Se caracteriza por pústulas de color café rojizo circulares u ovaladas aisladas en las hojas (Stubbs *et al.*, 1986). Las infecciones graves pueden provocar la disminución significativa del rendimiento, al reducir en número y tamaño de los granos y su calidad (Santoyo y Quiroz, 2010).

Enfermedades por *Septoria*: En estas enfermedades se incluyen la mancha foliar (*Septoria tritici*) y el tizón de la gluma (*Septoria nodorum*). Afectan principalmente las hojas, glumas, nudos y vainas foliares, al principio de la infección aparecen como manchas cloróticas pero conforme se desarrolla la enfermedad, las lesiones se vuelven necróticas llegando a matar en su totalidad a la planta (Stubbs *et al.*, 1986).

Carbones comunes y causantes de enanismo: El carbón común o carbón apestoso (*Tilletia tritici*, *Tilletia laevis*) y el carbón causante de enanismo (*Tilletia controversa*) se produce en la etapa de plántula y el hongo se desarrolla dentro de la planta. La enfermedad se vuelve evidente al espigamiento cuando el grano es reemplazado por una estructura fugosa que contiene esporas. En el carbón común son esporas mal olientes, el carbón causante del enanismo se distingue del anterior por el enanismo que causa en la planta (Stubbs *et al.*, 1986). Tienen importancia pues producen pérdidas considerables del rendimiento de grano (Santoyo y Quiroz, 2010).

Mal del pie (*Ophiobolus graminis*): tiene una distribución mundial que afecta principalmente a los cultivos de invierno. Las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y están descoloridas, con una coloración negra en las partes inferiores. El sistema radicular es gravemente reducido podrido provocando su muerte, si logran sobrevivir, producen espigas vacías o granos muy arrugados (Stubbs *et al*, 1986).

Rendimiento

Tomaso (2009) evaluó el rendimiento de materia seca por corte de distintas variedades de cereales de invierno, sembrados en el ciclo otoño-invierno en Buenos Aires, Argentina. Se fertilizó con 14.4 kg ha⁻¹ de N y 36.8 kg ha⁻¹ de P. A los 120 días después de la siembra (dds) la avena produjo alrededor del 40% del forraje en el primer corte, la cebada forrajera casi el 45%, el triticale el 32% y el trigo 50% del total producido en todo el ciclo. Para el segundo corte la avena produjo el 24% del total, la cebada el 28%, el triticale un 34% y el trigo un 30%. En el tercer corte, la avena produjo el 37%, la cebada el 28%, el triticale el 34% y el trigo el 20%, concluyendo que la cebada forrajera es el cereal de mayor producción inicial. En el segundo corte se destaca el triticale y en el tercer corte la avena aumenta su producción.

Núñez *et al.* (2010), evaluaron las características agronómicas y nutricionales de variedades de maíz, sorgo forrajero y cereales de invierno cosechados en la etapa lechoso-masoso, en Matamoros, Coahuila durante otoño-invierno 2003, la fertilización fue de 160 kg de N, densidad de siembra de 150 kg ha⁻¹ y tres riegos de a los 8, 35, y 77 dds. La altura de la avena fue de 136.96 cm, del triticale 125.46 cm, del trigo 115.9 cm y de cebada 116.43 cm. El promedio del rendimiento de materia seca por hectárea para la avena fue de 13.47 t ha⁻¹, 11.56 t ha⁻¹ de triticale, 12.96 t ha⁻¹ de trigo y 11.36 t ha⁻¹ de cebada.

En el estado de Coahuila, se evaluaron 55 líneas experimentales de triticale y variedades comerciales de triticale y avena. La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹, 72.5 kg N y 52 kg P la siembra y una lámina de riego de 40 cm. Se realizaron a 75 y 95 dds. Los rendimientos de FV en el primero y segundo muestreo fue de 28.252 y 41.761 ton ha⁻¹, respectivamente; esto es, un 47.8% más FV en el segundo muestreo. Con respecto a MS, los valores medios fueron 4.473 y 6.790 t ha⁻¹ en el primero y segundo muestreo, respectivamente, esto es un, 51.7% más MS en el

segundo muestreo. La relación hoja:tallo, disminuyó un 15% en promedio de todos los genotipos (Lozano *et al.*, 2009).

En la región Lagunera de México en otoño-invierno 2005-2006 y 2006-2007 se evaluaron 26 líneas experimentales de cebada forrajera más tres variedades comerciales como testigos de cebada, triticale y avena y una línea experimental de trigo forrajero. La siembra se realizó a chorrillo, con una densidad de 85 kg ha⁻¹, la fertilización fue de 82 kg N y 46 kg P aplicando todo el P y la mitad de N a la siembra, y el resto del nitrógeno en el primer riego. El primer muestreo se realizó a los 86 dds y el segundo muestreo a los 112 dds. El rendimiento de MS para avena fueron 9.10 t ha⁻¹, el triticale 9.30 t ha⁻¹ y la cebada comercial 11.74 t ha⁻¹. El trigo experimental 8.59 t ha⁻¹ (Colín *et al.*, 2009).

En Matamoros, Coahuila se evaluaron 86 variedades de triticale comparadas con variedades comerciales de avena, ryegrass y cebada. La densidad de siembra de 120 kg ha⁻¹, una fertilización de 120 kg N y 80 kg P suministrando la mitad de N y todo el P en la siembra, el resto del nitrógeno en el primer riego. Se observó que las variedades de triticale presentaron en promedio 5.32 t ha⁻¹ de materia seca, el ryegrass 4.59 t ha⁻¹ y la avena 5.30 t ha⁻¹ (Zamora *et al.*; 2002).

En Xalapa, Veracruz se han realizado pruebas de genotipos de triticales observándose que el rendimiento de FV fue de 37.9 a 57.5 t ha⁻¹, en cambio para forraje seco los rendimientos fueron de 8.6 a 15.0 t ha⁻¹ (Cruz, 2009).

En Bordenave, Argentina se evaluó el rendimiento de MS de *Avena sativa* con tres niveles de fertilización nitrogenada (0N, 30N y 60N), donde no se vio el efecto del nitrógeno obteniendo 1129, 1404 y 1424 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente (Bolletta *et al.*, 2006).

En la Comarca Lagunera Trujano *et al.* (2008) evaluó el rendimiento de MS de avena bajo riego a una densidad de 180 kg ha⁻¹ de semilla, usando abonos orgánicos y químicos; el rendimiento promedio fue de 7,371 kg ha⁻¹ de MS. Con 9 toneladas de abono orgánico el rendimiento fue de 8,336 kg ha⁻¹ de MS.

Otros cultivos de interés son la *festuca* y el *dactylis*, que fueron evaluados por Ramírez (2011) en Temuco, Chile, evaluó 11 cultivares y sus mezclas. El promedio de tres temporadas fue 9.17 t ha⁻¹ de MS (6.39 t ha⁻¹ de MS primera temporada, 9.52 t ha⁻¹ de MS en la segunda temporada y 11.6 t ha⁻¹ de MS en la tercera), donde la altura promedio de los corte fue de 30 cm en todos los cultivares. En cambio Luna *et al.* (2010) evaluaron alfalfa, ebo, festulolium, avena y ballico anual en el Estado de

México, donde se realizaron cuatro cortes a los 100 dds, 142 dds, 176 dds y 207 dds. Se observó que la alfalfa tuvo un promedio total 19.4, ballico 18.4 y avena 15.5 kg ha⁻¹ de FV. El rendimiento de materia seca para *Festulolium* fue de 1,558, ebo 1,835, avena 2,260 y alfalfa 5,141 kg ha⁻¹ de MS. La media total del porcentaje de FND y FDA fue de 49.11 y 28.46% respectivamente.

Calidad Nutritiva de los Cereales

Los cereales pueden cultivarse con dos propósitos, como fuente de forraje o para la obtención y aprovechamiento del gano. Como forraje, los cereales son ricos en carbohidratos y pobres en proteínas y su valor nutricional depende del grado de crecimiento en el momento de la cosecha. El contenido de proteína de la materia seca de los cereales forrajeros generalmente va del 8 al 12%. En el momento de la formación de la espiga, el porcentaje de fibra bruta se incrementa como consecuencia al gran aumento de los carbohidratos solubles (McDonald *et al.*, 1979).

Las semillas de cereal presentan altas concentraciones de carbohidratos, el principal es el almidón, la proteína varía del 8 al 12%. Carecen de aminoácidos esenciales como la lisina y metionina. Los aceites de cereales son no saturados, siendo los principales el ácido linoleico y el oleico. El contenido de fibra bruta es más alto en los granos cubiertos por la gluma como la avena, y más bajo en los llamados granos desnudos como el trigo. Todos los cereales son deficientes en calcio con menos de 0.1%, de fósforo varía entre 0.3 y 0.5%, son deficientes en vitamina D y vitamina A, son buenas fuentes de vitamina E y tiamina (McDonald *et al.*, 1979).

Se evaluó la calidad nutritiva de 86 variedades de triticale y variedades comerciales de avena, ryegrass y cebada, establecidos en Coahuila, donde se observó que las variedades de triticale en promedio presentaron 19.8% Proteína cruda (PC), 28.8% fibra detergente neutra (FDA), 50.26% fibra detergente ácida (FDN), 66.34% Digestibilidad de la materia seca (DMS), Energía neta de lactancia (ENL) 1.2Mcal kg⁻¹ Energía neta de ganancia (ENg) 0.96 Mcal kg⁻¹. La avena 19.15% PC, 32.43% FDA, 47.81% FDN, 63.63% DMS, ENL 1.55 Mcal kg⁻¹, Eng 0.98 Mcal kg⁻¹. El Ryegrass 19.71% PC, 27.75% FDA, 40.23% FDN, 67.28% DMS, 1.66 Mcal kg⁻¹ ENL y Eng 1.1 Mcal kg⁻¹. La cebada 19.47% PC, 25.91% FDA, 52.41% FDN, 68.71 % DMS, 1.55 Mcal kg⁻¹ ENL, ENg 0.97 Mcal kg⁻¹ (Zamora *et al.*, 2002).

En la región Lagunera de México, se evaluaron 26 líneas experimentales de cebada forrajera más tres variedades comerciales de cebada, triticale y avena y una

línea experimental de trigo forrajero en otoño-invierno 2005-2006 y 2006-2007, con una densidad de 85 kg ha⁻¹. Se fertilizó con 82 kg nitrógeno y 46 kg de fósforo. Durante los dos ciclos de estudio, el trigo mostró el mayor contenido de PC (20.0 %), seguido por el triticale y avena con 18.3 y 17.8 %, en tanto las cebadas imberbes variaron del 12.7 a 17.2 % de PC, con una media general de 15.2 %. El primer muestreo tuvo mayor contenido de minerales y fibras, una digestibilidad de 71.6 %, con un promedio de 4.2 % de lignina. El segundo muestreo reportó un ligero incremento en el contenido de lignina alcanzando el 4.7 %, pero disminuyó su digestibilidad hasta 65.9 %, mostró mayor total de nutrientes digestibles y valor relativo del forraje, proporcionando un forraje más energético, con disminución de la PC en todos los genotipos, registrando una media de 9.8 %, con avena 8.8 %, triticale 9.45 y trigo 9.9 %, mientras las cebadas imberbes se ubicaron en el rango de 7.7 al 12.2 % de PC. En el segundo muestreo el trigo, avena y triticale continuaron como los más tardíos, con mayor contenido de fibras y cenizas, menos energía, proteína cruda y materia seca, pero de buena digestibilidad 69.2 %; la gran mayoría de las cebadas se comportaron como las de mayor MS, PC, Etapa, Total de Nutrientes Digestibles (TND), RFV y energías, mostrando una digestibilidad de 65.9 %. (Colín *et al.*, 2009).

Nuñez *et al.* (2010), evaluaron la calidad nutritiva de variedades de maíz, sorgo forrajero y cereales de invierno encontrando que el maíz presentó 7.37 ± 0.59 % PC, FDN y FDA fue de 63.37 ± 2.36 y 37.11 ± 1.82 %, respectivamente, lignina 6.13 ± 0.47 %, digestibilidad *in vitro* 71.50 ± 2.18 %, la digestibilidad de la fibra detergente neutro 55.06 ± 2.48 % y la concentración de ENL $1.52 \pm .05$ Mcal kg⁻¹ MS. El sorgo forrajero mostró una PC de 6.07 ± 0.72 %, FDN 64.43 ± 6.11 %, FDA 39.20 ± 2.2 %, concentración de lignina 7.98 ± 0.4 %, digestibilidad de la fibra detergente neutro 44.80 ± 8.63 %, digestibilidad *in vitro* 64.90 ± 4.07 % y en ENL de 1.35 ± 0.10 . Para los cereales de invierno la PC fue de 10.59 ± 0.55 %, la concentración de FDN fue 61.04 ± 2.83 , de FDA 40.33 ± 2.55 %, la de lignina 7.21 ± 0.80 %, la DI fue 71.30 ± 1.99 % y la ENL de 1.50 ± 0.04 Mcal kg⁻¹ MS.

Bolleta *et al.*, (2006) en avena observó que la Proteína Bruta, FDN y FDA varía en diferentes estados de madurez de la planta, siendo de la siguiente manera; Inicio de elongación de entrenudos (14.1% PC, 36.2% FDN, 15.5% FDA), Elongación de entrenudos (14.1 PC, 42.3% FDN, 18.5% FDA), Inicio de encañazon (13.5% PC, 42.1% FD, 17.1% FDA), Inicio de Panojamiento (11.1% PC, 49% FDN, 22.4%

FDA), Grano Lechoso Pastoso (8.1% PC, 51.4% FDN, 26.2% FDA) y Grano Duro (8.8% PC, 54.5% FDN, 27.5% FDA).

En la Comarca Lagunera Trujano *et al.* (2008) evaluó la calidad de la materia seca de avena bajo riego a una densidad de 180 kg de semilla ha⁻¹, usando abonos orgánicos y químicos; la mayor cantidad de PC se obtuvo con la fertilización de 3 t de abono orgánico (13.6%), observándose un decremento al aplicar 6 y 9 t de abono orgánico. La FDN se observó un valor de 60%, siendo variable de acuerdo a la cantidad de abono orgánico.

Relación Hoja-Tallo

Lozano *et al.* (2002), evaluaron cinco genotipos de triticale y dos testigos comerciales en seis etapas fenológicas diferentes durante otoño-invierno 2001-2002 en Coahuila. La relación hoja tallo en promedio para 75 dds fue de 1.311, 94 dds 0.566, 108 dds 0.532, 127 dds 0.396, 144 dds 0.333 y a los 159 dds 0.256.

Este parámetro es importante, ya que una mayor proporción de hojas está correlacionada con una mayor digestibilidad y contenido de proteína del forraje, a medida que aumenta la etapa de madurez de la planta, aumenta la producción de materia seca y la proporción hoja-tallo disminuye. (Lozano *et al.*, 2002).

En Xalapa, Veracruz se han realizado pruebas de genotipos de triticale observándose relaciones hoja:tallo de 0.36 a 1:22 (Cruz, 2009).

Curvas de Crecimiento

Pagliaricci *et al.* (1998), realizaron un experimento en Córdoba, Argentina, para caracterizar el crecimiento y la producción de centeno, avena y triticale. La evaluación se efectuó durante cuatro años, de 1993 a 1996. Las variedades de centeno presentaron a los 65 dds 3, 500 kg MS ha⁻¹, a los 95 dds 5,000 kg MS ha⁻¹, a 125 dds 6,000 kg MS ha⁻¹ y a 155 dds 4, 300 kg MS ha⁻¹. La avena a los 65 dds 4,000 kg MS ha⁻¹, a los 95 dds 4,500 kg MS ha⁻¹, a 125 dds 4,500 kg MS ha⁻¹ y a 155 dds 3,600 kg MS ha⁻¹. El triticale mostró a 65 dds 2,500 kg MS ha⁻¹, a los 95 dds 4,500 kg MS ha⁻¹, a 125 dds 4,200 kg MS ha⁻¹ y a 155 dds, 4,000 kg MS ha⁻¹.

Bolleta *et al.*, (2006) en avena observó que la producción de materia seca en diferentes estados de madurez de la planta varía en forma creciente, siendo de la siguiente manera Inicio de elongación de entrenudos (IEE, 301 kg MS ha⁻¹), Elongación de entrenudos (EE, 504 kg MS ha⁻¹), Inicio de encañazon (IE, 787 kg MS

ha⁻¹), Inicio de Panojamiento (IP, 1206 kg MS ha⁻¹), Grano Lechoso Pastoso (GLP, 2406 kg MS ha⁻¹) y Grano Duro (GD, 2711 kg MS ha⁻¹).

Scheneiter y Rimieri (2009) en Buenos Aires, Argentina evaluaron el crecimiento neto de forraje, características estructurales y variables morfogenéticas, en cultivares de avena y cebadilla durante 3 periodos. La densidad de semilla varió entre 250 y 295 semillas viables m⁻² con una fertilización de 36 kg ha⁻¹ N y 92 kg ha⁻¹ P. La tasa de crecimiento foliar en el primer muestreo obtuvo un promedio de 18.32, en el segundo 34.37 y para el tercero 291.25 kg MS día⁻¹. La densidad de macollos del primer muestreo fue de 820.5, en el segundo 1101.25 y 934.5 para el tercero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se realizó en el campo experimental y unidad de producción de bovinos de carne de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., en el Km. 14.5 No. 57 de la Carretera San Luis Potosí-Matehuala, que se ubica a 22° 13' 39.8" de Latitud Norte y a 100° 50' 58.3" de Longitud Oeste y a 1,835 m.s.n.m. El clima que predomina en el Municipio es el seco templado, con una franja al suroeste de clima semi-seco templado. La temperatura media anual es de 17.1 °C, la temperatura cálida comprende los meses de marzo a octubre y el periodo frío es de noviembre a febrero. Su precipitación pluvial es de 362 mm.

Material genético

- Seis variedades en estudio no comerciales de triticale proporcionadas por el Programa de Mejoramiento Genético de Triticale y Trigo Blanco del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Siete variedades comerciales de avena proporcionadas por la Red de Cereales Pequeños del INIFAP.
- Una variedad comercial de triticale.
- Una variedad comercial de trigo.
- Una variedad comercial de cebada.

Las variedades comerciales se adquirieron en las casas expendedoras de semilla de la región. A cada variedad se le asignó un número del 1 al 16 correspondiente al número de tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de Tratamientos

TRAT	GENOTIPO
1	Avena Karma
2	Avena Agata
3	Avena Obsidiana
4	Avena Cevamex
5	Avena Turquesa
6	Avena Avemex
7	Avena Chihuahua
8	Triticale comercial
9	Triticale CT11-SLP-E1
10	Triticale CT11-SLP-E2
11	Triticale CT11-SLP-E3
12	Triticale CT11-SLP-E4
13	Triticale CT11-SLP-E5
14	Triticale CT11-SLP-E6
15	Trigo comercial
16	Cebada Cantabra

Desarrollo de Campo

La preparación del terreno se llevó a cabo con un barbecho seguido de rastreo ocho días antes de sembrar, posteriormente se trazaron surcos y se regó por gravedad, y a los tres días se rastreo para proceder a la siembra. Se trazaron 96 parcelas con dimensiones de 3 m de largo por 3 m de ancho (Cuadro 2). La siembra se realizó al voleo el 2 de diciembre de 2011, a una densidad de 100 kg de semilla por hectárea, aplicando 90 g de semilla por parcela o unidad experimental. La fertilización fue de 64-46-00, aplicándose 18 kg de nitrógeno (N) y todo el fósforo (P) a la siembra, el resto del N se aplicó al mes y medio después de la siembra. El riego se aplicó en promedio cada 20 días por gravedad. No se realizó control de plagas, enfermedades y malezas.

Cuadro 2. Croquis de ubicación de los Tratamientos (Genotipos) y Parcelas

Tratamientos

T5	T3	T1	T8	T11	T9	T16	T13	T7	T6	T10	T4	T15	T12	T14	T2
T9	T6	T3	T7	T1	T8	T5	T11	T2	T4	T15	T10	T14	T13	T16	T12
Pasillo															
T16	T10	T5	T1	T3	T9	T7	T12	T13	T4	T2	T8	T11	T6	T14	T15
T16	T1	T14	T15	T10	T11	T12	T9	T2	T3	T7	T5	T4	T8	T13	T6
Pasillo															
T6	T13	T2	T16	T5	T8	T7	T12	T15	T3	T10	T4	T9	T11	T14	T1
T12	T4	T16	T13	T6	T11	T3	T9	T1	T10	T7	T15	T2	T14	T8	T5

Parcelas

P96	P95	P94	P93	P92	P91	P90	P89	P88	P87	P86	P85	P84	P83	P82	P81
P65	P66	P67	P68	P69	P70	P71	P72	P73	P74	P75	P76	P77	P78	P79	P80
Pasillo															
P64	P63	P62	P61	P60	P59	P58	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50	P49
P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43	P44	P45	P46	P47	P48
Pasillo															
P32	P31	P30	P29	P28	P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20	P19	P18	P17
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16

Muestreo

Antes de las mediciones se identificaron 5 plantas por parcela, cada una se marcaron con tiras de rafia para su fácil identificación. A partir de ahí, aproximadamente cada 15 días se realizó la medición de las plantas identificadas en las que se contó el número de hojas, tallos y se midió la altura.

El muestreo se realizó colocando un cuadrante de acero de 50 cm de largo por 50 cm de ancho, en la parte lateral de la parcela aproximadamente a 20 cm de la orilla; cada corte se ubicó en forma escalonada para poder realizar cinco mediciones durante el ciclo de crecimiento del cultivo; se cortó el material vegetal contenido en el cuadrante a 5 cm del ras del suelo. Los cortes se realizaron a los 45 días después de la siembra (dds), 60 dds, 75 dds, 90 dds, 105 dds y 120 dds. Todo el forraje cosechado sin malezas se pesó en una báscula digital Marca Torrey Modelo EQ5. Para cada corte se tomó una submuestra de 100 g excepto para el segundo que fue de 50 g, a partir de la cual se separaron los componentes morfológicos presentes: hoja, tallo, material muerto y espigas. Todas las muestras se colocaron en bolsas de papel estraza en forma separada y se llevaron a una estufa de aire forzado a 55° C durante

72 h; una vez secas se pesaron y se determinó el porcentaje de materia seca y el porcentaje de cada componente de la submuestra para después aplicarla a la materia verde obtenida por hectárea y calcular por conversión el rendimiento de materia seca total y de cada componente

Variables Evaluadas

Rendimiento de materia verde (RMV): Se obtuvo al pesar el forraje cosechado de los cuadrantes de 0.50 x 0.50 m de cada parcela, multiplicado por 4 para obtener el rendimiento por metro cuadrado y después por 10,000 para obtener el rendimiento por hectárea.

Rendimiento de materia seca (RMS): se obtuvo a partir de una submuestra de 100 g de la muestra en verde obtenida del cuadrante de 0.50 x 0.5, la cual se separó en los componentes morfológicos: hoja, tallo, material muerto y espigas; a las que se les pesó en forma separada y se les determinó su materia seca en la estufa de aire forzado a 55° C durante 72 h, los datos obtenidos se sumaron para obtener el RMS total, para posteriormente con este dato se calculó el rendimiento de materia seca total por metro cuadrado y posteriormente por hectárea.

La materia seca de cada componente se pesó por separado en una balanza digital marca Ohaus y se hicieron los cálculos respectivos para obtener el rendimiento por metro cuadrado y por hectárea de cada uno de los siguientes componentes:

Rendimiento de materia seca de hoja (RMSH)

Rendimiento de materia seca de tallo (RMST)

Rendimiento de materia seca de espiga (RMSE)

Rendimiento de material muerto (RMSMM)

Relación Hoja:Planta (RHP): el rendimiento de materia seca de hoja se dividió entre el rendimiento de materia seca de la planta entera.

Relación Tallo:Planta (RTP): el rendimiento de materia seca del tallo se dividió entre el rendimiento de materia seca de la planta entera.

Altura de Planta: se midió la altura promedio de la planta con una cinta métrica desde la base del tallo a ras del suelo hasta la última hoja emergida y/o de la espiga cuando la hubo en el estrato medio.

Número de hojas (NHOJAS): se contabilizaron el número de hojas por macollo de las 5 plantas identificadas al inicio del experimento.

Número de tallos (NTALLOS): Se contaron el número de tallos por macollo de las 5 plantas identificadas al inicio del experimento.

Fibra Detergente Neutra (FDN).

Fibra Detergente Ácida (FDA).

Las dos variables anteriores, se calcularon mediante la metodología modificada de fraccionamiento de fibras de Van Soest que se describe a continuación:

Para determinar la fracción de fibra fue necesario moler las muestras en un molino tipo Wiley con una criba de 1 mm de diámetro. Se molieron las 16 muestras uniformizadas de cada tratamiento. Posteriormente se pesó 1g de muestra molida en una balanza analítica proporcionada por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, tal cantidad se depositó en bolsas filtrantes F57 Ankom previamente secas, pesadas y marcadas del 1 al 16 correspondientes al primer corte y del 17 al 32 del corte antes de la floración.

Para la determinación de la fibra detergente neutra se dejó hervir las muestras en un equipo extractor de fibra Ankom, dentro de 2 litros de una solución buffer (pH 7) de lauril sulfato (detergente neutro) durante una hora y después se filtró e introdujo a la estufa de aire forzado durante 24 h a 55° C y posteriormente se pesaron.

Fibra detergente ácida se determino luego de hervir las muestras ya pesadas a una solución de detergente ácido (ácido sulfúrico y bromuro de acetil-trimetil-amonio) durante una hora para su posterior filtraje y secado en estufa de aire forzado durante 24 h a 55° C y posteriormente se pesaron.

Diseño Experimental

El diseño experimental fue completamente al azar con seis repeticiones, donde la parcela experimental fue de 3 m de largo y 3 m de ancho.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = *valor de la variable respuesta*

μ = *media general*

$T_i = \text{efecto del genotipo}$

$E_{ij} = \text{error experimental.}$

Los datos obtenidos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS® versión 9.3. y se realizó la prueba de tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer Muestreo a los 45 Días Después de la Siembra

La variable altura mostró diferencias significativas (Cuadro 3), donde los genotipos CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E4, CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E3, mostraron los mayores valores con 31.2, 30.3, 28.8 y 27.7 cm, los cuales corresponden a la especie del triticale, en cambio los genotipos Avemex, Agata, Obsidiana y Turquesa presentaron valores bajos de 18.5, 18.8, 19.0 y 19.3 cm, y que corresponden a la especie de avena. En esta fase de crecimiento de los cereales de grano pequeño es evidente que los triticales mostraron mayor altura por su capacidad de crecimiento en invierno, época en que fueron evaluados, ya que esta respuesta se debe a su hábito de crecimiento invernal (Lozano, 2004).

El RMV mostró diferencias entre genotipos (Cuadro 3), siendo CIIT-SLP-E2, CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E4, Triticale com, CIIT-SLP-E3, CIIT-SLP-E5, 2,380, 1,993, 1,850, 1,660, 1,380 y 1,327 kg ha⁻¹ de MV, respectivamente, que corresponden a Triticale; en cambio Karma, Turquesa y Chihuahua mostraron los valores más bajos con 112, 647 y 700 kg ha⁻¹ de MV, respectivamente, que corresponden a genotipos de avena. Los resultados muestran que los triticales fueron los más rendidores, y sus valores fueron mucho menores a los reportados por Lozano (2004) quien cosechó a mayor número de días después de la siembra (75), ya que en esta investigación fue a los 45 días.

El RMS total presentó diferencias (Cuadro 3), CIIT-SLP-E2, CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E4, Triticale com y CIIT-SLP-E3 mostraron los mayores valores con 481, 403, 374, 355 y 312 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente, en cambio Turquesa, Avemex, Agata, Cantabra, Obsidiana y Chihuahua mostraron los menores valores con 145, 177, 179, 179, 186 y 197 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente. Relacionado a la cantidad de FV esta variable fue mayor para los triticales, pero los datos obtenidos fueron menores a los observados por Lozano (2004), ya que en esta investigación se cosechó 30 días antes (45 días después de la siembra).

Para RMSH los datos mostraron diferencias significativas (Cuadro 3), los genotipos más rendidores fueron CIIT-SLP-E2, CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E4, Triticale com y CIIT-SLP-E3 con 369, 299, 277, 247 y 211 kg de MSH ha⁻¹, respectivamente; en cambio Turquesa, Avemex, Agata y Obsidiana mostraron los valores más bajos con 87, 105, 115 y 115 t ha⁻¹ de MSH, respectivamente. Es

evidente que en esta fase de crecimiento los genotipos de triticales muestran mayor cantidad de hoja, lo cual es debido a su mayor crecimiento y por lo tanto a una mayor aparición de hojas.

La variable RMST no mostro diferencias significativas (Cuadro 3), existiendo una tendencia a que CIIT-SLP-E2, Triticale com, CIIT-SLP-E1 y CIIT-SLP-E3 los de mayor RMS al ser muy superiores a la media de 82 kg ha⁻¹. En congruencia a la variable de RMSH en esta etapa de crecimiento los triticales mostraron mayor rapidez de crecimiento y por lo tanto mayor elongación de tallo, es por ello e indudablemente que hayan presentado mayor cantidad de tallo.

La RHP y RTP no mostraron diferencias significativas (Cuadro 3), pero la tendencia fue a que Cantabra, CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E2, Trigo com, Cebamex y CIIT-SLP-E4 mostraron la mayor cantidad de hoja en un rango de 70 a 73% mayor al promedio de 67%, y la menor cantidad de tallo en un rango de 30 a 27%. Es evidente que en esta etapa temprana de crecimiento los genotipos mostraran una mayor cantidad o proporción de hoja que de tallo, ya que se encuentran en crecimiento vegetativo y el tallo no ha elongado en toda su plenitud. La mayor cantidad de hoja en esta etapa también fue observada por Lozano (2004), pero en esta más avanzada de crecimiento. Al igual Gillet (1984) menciona que durante las primera etapas de crecimiento entre el ahijado–encañado, cuando la planta tiene cuatro hojas, se inicia el crecimiento de las yemas diferenciadas, es decir un proceso de ramificación y a medida que estas crecen los tallos se distancian y se reparten alrededor del eje de la planta, utilizando el mayor espacio posible, por lo que las hojas predominan en esta etapa.

Cuadro 3. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 45 días después de la siembra.

Genotipos	Altura (cm)	RMV (kg ha ⁻¹)	RMS (kg ha ⁻¹)	RMSH (kg ha ⁻¹)	RMST (kg ha ⁻¹)	RHP	RTP
Karma	20.8 defg	112 bc	237 abc	153 bc	83 a	0.65 a	0.34 a
Obsidiana	19.0 efg	867 bc	186 bc	115 bc	71 a	0.61 a	0.39 a
Agata	18.8 fg	813 bc	179 bc	115 bc	63 a	0.62 a	0.38 a
Cevamex	20.2 defg	1160 abc	239 abc	174 abc	65 a	0.71 a	0.29 a
Turquesa	19.0 efg	647 c	145 c	87 c	57 a	0.59 a	0.41 a
Avemex	18.5 g	873 bc	177 bc	105 bc	72 a	0.58 a	0.42 a
Chihuahua	24.3 bcdef	700 c	197 bc	131 bc	66 a	0.66 a	0.34 a
Triticale com	25.3 abcde	1660 abc	355 abc	247 abc	108 a	0.69 a	0.31 a
CIIT-SLP-E1	31.2 a	1993 ab	403 ab	299 ab	105 a	0.73 a	0.27 a
CIIT-SLP-E2	28.8 abc	2380 a	481 a	369 a	113 a	0.73 a	0.26 a
CIIT-SLP-E3	27.7 abc	1380 abc	312 abc	211 abc	101 a	0.66 a	0.34 a
CIIT-SLP-E4	30.3 ab	1850 abc	374 abc	277 abc	97 a	0.70 a	0.30 a
CIIT-SLP-E5	24.0 bcdef	1327 abc	283 abc	188 abc	95 a	0.64 a	0.36 a
CIIT-SLP-E6	23.3 cdefg	1200 abc	257 abc	161 bc	97 a	0.63 a	0.37 a
Trigo com	25.0 abcdef	960 bc	268 abc	192 abc	76 a	0.72 a	0.28 a
Cantabra	26.0 abcd	844 bc	179 bc	136 bc	47 a	0.75 a	0.28 a
Promedio	23.9	1236	267	185	82	0.67	0.33
D M S	6.4	1233	245	198	68	0.17	0.17

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes. DMS=Diferencia mínima significativa, RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RHP=Relación hoja:planta, RTP=Relación tallo:planta.

Segundo Muestreo a los 60 Días Después de la Siembra

La variable Altura mostró diferencias significativas (Cuadro 4), donde los mayores valores lo obtuvieron los genotipos CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E4 y CIIT-SLP-E3, CIIT-SLP-E2, con 45.0, 44.2, 42.3, 42.0 y 31.2 cm, respectivamente, en cambio los genotipos Obsidiana, Agata, Avemex y Turquesa presentaron los menores valores con 31.2, 31.3, 31.3 y 31.7 cm, respectivamente. Es claro que en esta etapa de

crecimiento los triticales muestran una mayor capacidad para crecer aspecto que se refleja en la altura.

El RMV presentó diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 4), siendo los genotipos CIIT-SLP-E1, Triticale com y CIIT-SLP-E2 los de mayor valor con 5367, 4333 y 4267 t ha⁻¹ de MV, respectivamente; en cambio los genotipos con menor valor fueron Trigo, Cantabra, Obsidiana y CIIT-SLP-E5 con 1993, 2100, 2053 y 2073 kg ha⁻¹ de MV, respectivamente. Es evidente los mayores rendimientos para los triticales, aspecto que demuestra su capacidad para producir forraje verde en este estado fenológico antes del embuche.

El RMS total presentó diferencias significativas (Cuadro 4), los genotipos con los valores más altos fueron CIIT-SLP-E1, Triticale com y CIIT-SLP-E2 con 1600, 1384 y 1325 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente. Los menores valores los presentaron los genotipos Cantabra, Trigo com, Obsidiana, Turquesa y Avemex con 618, 628, 629, 721, y 743 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente. Al igual que la materia verde se muestra un mayor rendimiento de materia seca para los triticales en esta etapa fenológica antes del embuche.

Para RMSH los datos mostraron diferencias significativas (Cuadro 4), siendo los genotipos CIIT-SLP-E1 y Triticale com con los mayores rendimientos con 1199 y 1053 kg ha⁻¹ de MSH, respectivamente; en cambio el Trigo com, Cantabra, Obsidiana y CIIT-SLP-E5 mostraron los valores más bajos con 448, 450, 455 y 487 t ha⁻¹ de MSH, respectivamente. La variable RMST presentó diferencias significativas (Cuadro 4), donde el genotipo sobresaliente fue CIIT-SLP-E1 con 490 kg ha⁻¹ de MST, en cambio Turquesa, CIIT-SLP-E5, Cantabra, Obsidiana, Trigo com y Chihuahua presentaron los valores más bajos con 152, 160, 169, 174, 180 y 195 kg ha⁻¹ de MST, respectivamente. Como es de observarse en esta etapa de crecimiento los rendimientos de materia seca de hoja son mayores a los de tallo en forma general para todos los genotipos de cereales de grano pequeños por la mayor elongación de hojas en esta etapa como lo menciona Gillet (1984), durante la fase de ahijado–encañado, los tallos apenas se distancian y se reparten alrededor del eje de la planta, utilizando el mayor espacio posible, por lo que no existe una gran acumulación de tallos para esta fase porque están en crecimiento.

La RHP y RTP no mostraron diferencias significativas (Cuadro 4), sin embargo, existen genotipos que numéricamente son sobresalientes como la Turquesa, Triticale com, CIIT-SLP-E5 y Chihuahua que presentaron 0.78, 0.76, 0.7, y 0.71 de RHP

superior a la media de 0.72, en cambio Avemex, CIIT-SLP-E3, CIIT-SLP-E2, Agata y Cevamex presentaron la mayor RTP con 0.33, 0.31, 0.30 y 0.30, respectivamente, obteniéndose un rango de RHP de 0.67 a 0.78 y la RTP fue de 0.22 a 0.33. En esta etapa se observa que las hojas predominan con respecto al tallo en relación a la planta total debido a que los tallos apenas se están expandiendo y creciendo Gillet (1984).

Cuadro 4. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 60 días después de la siembra.

Genotipo	Altura (cm)	RMV (kg ha ⁻¹)	RMS (kg ha ⁻¹)	RMSH (kg ha ⁻¹)	RMST (kg ha ⁻¹)	RHP	RTP
Karma	34.0 cd	3266 ab	1012 ab	746 ab	266 ab	0.72 a	0.27 a
Agata	31.1 d	2053 b	628 ab	455 b	174 b	0.72 a	0.27 a
Obsidiana	31.3 d	2973 ab	896 ab	654 ab	243 ab	0.69 a	0.30 a
Cevamex	34.1 cd	2433 ab	787 ab	564 ab	223 b	0.70 a	0.29 a
Turquesa	31.6 d	2153 b	721 b	569 ab	152 b	0.78 a	0.21 a
Avemex	31.3 d	2153 ab	743 b	514 ab	229 b	0.67 a	0.32 a
Chihuahua	36.6 abcd	2580 ab	780 ab	585 ab	195 b	0.73 a	0.26 a
Triticale com	39.5 abcd	4266 ab	1384 ab	1053 ab	331 ab	0.76 a	0.23 a
CT11-SLP-E1	45.0 a	5366 a	1689 a	1199 a	490 a	0.71 a	0.28 a
CT11-SLP-E2	42.0 abc	4333 ab	1324 ab	969 ab	356 ab	0.70 a	0.29 a
CT11-SLP-E3	42.3 abc	3126 ab	882 ab	617 ab	265 ab	0.68 a	0.31 a
CT11-SLP-E4	44.1 ab	3759 ab	1167 ab	835 ab	331 ab	0.71 a	0.28 a
CT11-SLP-E5	35.8 bcd	2073 b	646 b	486 b	159 ab	0.75 a	0.24 a
CT11-SLP-E6	36.1 abcd	3306 ab	1142 ab	817 ab	324 ab	0.71 a	0.28 a
Trigo com	37.6 abcd	1993 b	627 b	447 b	179 ab	0.71 a	0.28 a
Cantabra	34.3 abcd	2100 b	618 b	449 b	168 b	0.72 a	0.27 a
Promedio	36.7	3016	940	685	255	0.72	0.27
D M S	8.9926	3067.4	920.32	702.74	249.81	0.1183	0.1182

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes. DMS=Diferencia mínima significativa, RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RHP=Relación hoja:planta, RTP=Relación tallo:planta.

Tercer Muestreo a los 75 Días Después de la Siembra

La variable altura mostró diferencias significativas (Cuadro 5), los genotipos con resultados superiores fueron CIIT-SLP-E4, triticale com, CIIT-SLP-E1 y CIIT-SLP-E5 con 72, 65, 65 y 62 cm, respectivamente, en cambio los genotipos de trigo comercial, avena Karma, cebada Cántabra y avena Obsidiana presentaron valores bajos de 35.5, 39.83, 40.92 y 42.92 cm, respectivamente.

El RMV no mostró diferencias entre genotipos (Cuadro 5), con una media de 12,538 kg ha⁻¹ de MV, pero numéricamente los genotipos con mayores rendimientos fueron los triticales CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E6 y avena Chihuahua con valores de 20,560, 16,580 y 15,993 kg ha⁻¹ de MV, respectivamente; en cambio las variedades trigo, cántabra, avena Avemex y Turquesa mostraron los valores más bajos e inferiores a la media con 6,367, 6,487, 8,073 y 9,433 kg ha⁻¹ de MV, respectivamente. Rendimientos por debajo de los obtenidos por Lozano *et al.* (2009) que fue de 28,252 kg ha⁻¹ de MV, en triticales y avena cosechadas los 75 dds con 75 kg de N y bajo riego en Coahuila.

El RMS total presentó diferencias (Cuadro 5), las variedades de triticales CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E3, CIIT-SLP-E6 y CIIT-SLP-E2 mostraron los mejores resultados con 5,163, 4,582, 4,230, 4,121 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente, comparadas con las variedades de Cantabra, trigo, avemex y turquesa que mostraron los menores valores: 1, 718, 2,095, 2,180 y 2,330 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente. Rendimientos semejantes a los obtenidos por Lozano *et al.* (2009) que fue de 4,473 kg ha⁻¹ de MS, en triticales y avena cosechadas los 75 dds con 75 kg de N y bajo riego en Coahuila.

Para RMSH los datos no mostraron diferencias significativas (Cuadro 5), obteniéndose una media de 2,424 kg ha⁻¹ de MSH, y numéricamente los mayores rendimientos fueron triticales CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E3 y CIIT-SLP-E6 con valores superiores a la media: 3,887, 3,287 y 3,157 kg ha⁻¹ de MSH, respectivamente; en cambio la cebada cántabra, el trigo y la avena Avemex presentaron los valores más inferiores con 1,194, 1, 518 y 1,692 kg ha⁻¹ de MSH, respectivamente. La variable RMST no mostró diferencias significativas (Cuadro 5), las variedades con rendimientos superiores fueron los triticales CIIT-SLP-E3, CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E1 con valores superiores a los 1, 200 kg ha⁻¹. En comparación con las variedades de trigo, cebada Cantabra y avena Turquesa y Avemex que presentaron rendimientos menores a 550 kg ha⁻¹.

Cuando inicio la emergencia de espigas no todos los genotipos fueron homogéneos y solo algunos en este corte de medición iniciaban la emergencia por lo que no hubo diferencias significativas para RMSES (Cuadro 3) y solo iniciaba en las variedades de triticales CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E3, Trigo com y Cantabra con rendimientos en promedio de 26.75%.

La RHP y RTP no mostraron diferencias significativas (Cuadro 3) observándose una media que fue de 0.726 y 0.268 para RHP y RTP, respectivamente excepto la avena Obsidiana, el triticale seco, CIIT-SLP-E2, CIIT-SLP-E4, CIIT-SLP-E5, avena Cevamex y cebada Cantabra, valores que equivalen a una relación hoja:tallo (RHT) de 2.7, valor mucho más alto que el observado por Lozano *et al.* (2002) de 1.943 para esta etapa.

Cuadro 5. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 75 días después de la siembra.

Genotipo	Altura (cm)	RMV (kg ha ⁻¹)	RMS (kg ha ⁻¹)	RMSH (kg ha ⁻¹)	RMST (kg ha ⁻¹)	RMSES (kg ha ⁻¹)	RHP	RTP
Karma	39.8 f	13460 a	3690 a	2807.7 a	897 a	0 a	0.75 a	0.24 a
Agata	43.3 def	10767 a	2815 a	1968.5 a	846 a	0 a	0.70 a	0.29 a
Obsidiana	43.0 def	14733 a	3588 a	2601.0 a	987 a	0 a	0.73 a	0.26 a
Cevamex	44.3 def	11180 a	2989 a	2053.3 a	935 a	0 a	0.69 a	0.30 a
Turquesa	43.8 def	9433 a	2330 a	1817.3 a	512 a	0 a	0.77 a	0.23 a
Avemex	45.2 cdef	8073 a	2180 a	1629.5 a	550 a	0 a	0.73 a	0.26 a
Chihuahua	48.5 bcdef	15993 a	4005 a	2973.5 a	1031 a	0 a	0.73 a	0.26 a
Triticale com	65.0 ab	13660 a	3418 a	2460.2 a	957 a	0 a	0.70 a	0.29 a
CT11-SLP-E1	65.0 ab	20560 a	5163 a	3887.2 a	1211 a	64 a	0.74 a	0.23 a
CT11-SLP-E2	57.8 abcde	14920 a	4121 a	2856.2 a	1265 a	0 a	0.69 a	0.30 a
CT11-SLP-E3	59.8 abcd	14593 a	4582 a	3287.8 a	1294 a	63 a	0.72 a	0.27 a
CT11-SLP-E4	72.0 a	12614 a	3543 a	2484.5 a	1058 a	0 a	0.71 a	0.29 a
CT11-SLP-E5	62.0 abc	11187 a	3019 a	2089.7 a	863 a	66 a	0.70 a	0.27 a
CT11-SLP-E6	60.0 abcd	16580 a	4230 a	3157.2 a	1072 a	0 a	0.74 a	0.25 a
Trigo com	35.5 f	6367 a	2095 a	1518.3 a	479 a	97 a	0.74 a	0.24 a
Cantabra	41.0 ef	6487 a	1718 a	1194.5 a	390 a	137 a	0.70 a	0.25 a
Promedio	51.5	12537.96	3342.854	2424.146	897	26.7	0.72	0.26
DMS	17.1	15472	3996.4	2910.5	1147	215.79	0.1033	0.1086

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes, DMS=Diferencia mínima significativa, RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSES = Rendimiento de materia seca de material muerto, RMSES=Rendimiento de materia seca de espigas, RHP=Relación hoja:planta, RTP=Relación tallo:planta.

Cuarto Muestreo a los 90 Días Después de la Siembra

La variable altura mostró diferencias significativas (Cuadro 6), todas las variedades mostraron altos valores de altura, desde 77 hasta 96 cm excepto las variedades trigo, avena Avemex y Cantabra con alturas menores a los 70 cm.

Para RMV los datos del Cuadro 6 no muestran diferencias significativas entre las variedades con una media de 24,163, donde numéricamente los mejores rendimientos fueron la avena Chihuahua, Agata y Cevamex con 32,660, 31,753 y 30,887 kg ha⁻¹ de MV, respectivamente, en contraste con el Trigo com que presentó el valor más bajo con solo 14,800 kg ha⁻¹ de MV. Rendimientos por debajo de los obtenidos por Lozano *et al.* (2009) que fue de 41,761 kg ha⁻¹ de MV, en triticales y avena cosechadas los 95 dds con 75 kg de N y bajo riego en Coahuila.

El RMS no mostró diferencias significativas (Cuadro 6), con una media entre genotipos de 9464 kg ha⁻¹ de MS, observándose numéricamente una tendencia a que los genotipos con rendimientos mayores fueron CIIT-SLP-E2, Agata y CIIT-SLP-E1 con 12,285, 11,508 y 11,294 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente; en cambio el Trigo com, avena Karma y Cantabra presentaron los menores valores con 6,529, 7,362 y 7,673 kg de MS ha⁻¹, respectivamente. Rendimientos mayores a los obtenidos por Lozano *et al.* (2009) que fue de 6,790 kg ha⁻¹ de MS, en triticales y avena cosechadas los 95 dds con 75 kg de N y bajo riego en Coahuila. Rendimientos semejantes a los de Colin *et al.* (2009) en trigo, cebada, triticales y avena cosechados los 86 dds bajo riego, con una densidad de 85 kg ha⁻¹ y una fertilización de 82 kg N y 46 kg P, 9.26 t ha⁻¹ de MS en un segundo ciclo.

La variable RMSH no mostró diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 6), únicamente la avena Agata y Avemex presentaron valores superiores, de 6,351 kg de ha⁻¹ MSH cada uno, en cambio Trigo com, avena Karma y Cantabra mostraron los valores más bajos con 3,420, 3,772 y 3,773 kg de ha⁻¹ MSH, respectivamente.

El RMST no mostró diferencias significativas (Cuadro 6), sin embargo, Cevamex, Chihuahua, CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E4 mostraron rendimientos numéricamente más altos, superiores a los 4,000 kg ha⁻¹. Las variedades con rendimientos más bajos fueron el Trigo com, CIIT-SLP-E3, Avemex, Obsidiana y Karma con menos de 2,600 kg ha⁻¹.

El RMSMM contenido en el Cuadro 6 no mostraron diferencias significativas, únicamente las variedades sobresalientes fueron CIIT-SLP-E2 y Agata, con 842.3 y 817.5 kg ha⁻¹, la variedad de menor rendimiento fue el Trigo com con 450.5 kg ha⁻¹.

RMSES mostró diferencias significativa (Cuadro 6), las variedades con mejores rendimientos fueron triticales CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E5 y Secano con 1,530, 1,292 y 1,218 kg ha⁻¹, en cambio el Trigo mostró el menor valor con apenas 58.8 ha⁻¹.

Las variables RHP y RTP no mostraron diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 6), con una media de 0.51 de hoja y 0.49 de tallo que equivale a una relación H:T de 1.04, valor semejante al observado por Lozano *et al.* (2002) de 1.1 para triticales esta etapa.

Cuadro 6. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados a los 90 días después de la siembra.

Genotipo	Altura (cm)	RMV (kg ha-1)	RMS (kg ha-1)	RMSH (kg ha-1)	RMST (kg ha-1)	RMSMM (kg ha-1)	RMSES (kg ha-1)	RHP	RTP
Karma	73.1 abc	18693 a	7362 a	3772 a	2208 a	446 a	936 abc	0.52 a	0.28 a
Agata	78.8 abc	31753 a	11508 a	6351 a	3337 a	817 a	1002 abc	0.55 a	0.29 a
Obsidiana	83.6 abc	25113 a	8415 a	4468 a	2529 a	654 a	763 abc	0.52 a	0.28 a
Cevamex	78.5 abc	30887 a	10173 a	5390 a	4079 a	564 a	138 bc	0.53 a	0.38 a
Turquesa	80.8 abc	24573 a	9217 a	4757 a	2708 a	745 a	1006 abc	0.51 a	0.29 a
Avemex	64.5 bc	18127 a	6229 a	6351 a	2266 a	524 a	154 bc	0.51 a	0.38 a
Chihuahua	77.6 abc	32660 a	11212 a	6072 a	4396 a	744 a	0 c	0.54 a	0.39 a
Triticale com	86.7 abc	26820 a	10957 a	5552 a	3487 a	699 a	1218 abc	0.51 a	0.31 a
CT11-SLP-E1	96.3 a	24907 a	11294 a	5659 a	3390 a	714 a	1530 a	0.49 a	0.30 a
CT11-SLP-E2	83.0 abc	29527 a	12285 a	6188 a	4135 a	842 a	1118 abc	0.52 a	0.34 a
CT11-SLP-E3	91.8 ab	19947 a	8418 a	4190 a	2683 a	487 a	1058 abc	0.50 a	0.30 a
CT11-SLP-E4	92.6 a	23493 a	10824 a	5520 a	4096 a	695 a	513 abc	0.51 a	0.36 a
CT11-SLP-E5	86.8 abc	24827 a	10426 a	4809 a	3681 a	644 a	1292 ab	0.45 a	0.33 a
CT11-SLP-E6	82.3 abc	20553 a	8899 a	4497 a	2853 a	563 a	979 abc	0.52 a	0.30 a
Trigo com	62.1 c	14800 a	6529 a	3420 a	2281 a	450 a	378 abc	0.54 a	0.35 a
Cantabra	69.6 abc	19933 a	7673 a	3773 a	3324 a	516 a	59 bc	0.51 a	0.40 a
Promedio	80.5	24163	9464	4856	3216	632	759	0.51	0.33
DMS	27.96	25982	10845	5294.2	4403.6	729.35	1256.5	0.1057	0.1285

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes, DMS=Diferencia mínima significativa, RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto, RMSES=Rendimiento de materia seca de espigas, RHP=Relación hoja:planta, RTP=Relación tallo:planta.

Quinto Muestreo a los 120 Días Después de la Siembra

La variable altura mostró diferencias significativas (Cuadro 7), donde todos los genotipos mostraron buenas alturas en un rango de 105.8 a 88.8 cm, excepto Karma, Chihuahua y Trigo com, y éste último fue el más bajo con 53.3 cm. En esta etapa final de desarrollo de los genotipos de cereales de grano pequeño las plantas ya llegaron a su mayor elongación de tallo y espiga, donde fue factible observar que el resultado fue diferente a las etapas de 45, 60 y 75 días después de la siembra, donde los triticales fueron alcanzados en altura por las avenas y la cebada.

Para RMV los datos del Cuadro 7 muestran diferencias significativas, siendo que Cevamex mostró el mayor valor con 41,953 kg ha⁻¹ de MV, seguida de Avemex, Chihuahua, CIIT-SLP-E1 y CIIT-SLP-E2 en un rango de 27,523 a 27,027 kg ha⁻¹ de MV, en cambio Trigo com, Karma, Cantabra y CIIT-SLP-E5 rindieron menos en un rango de 12,140 a 16,560 kg ha⁻¹ de MV. Los resultados obtenidos en esta etapa cambiaron la tendencia que había en la etapa de 45 días después de la siembra, destacando algunos genotipos de la avena como más rendidoras, datos que son menores a los observados por (Lozano, 2004) en etapa semejante a la cosechada en esta investigación. En cambio Murillo *et al.* (2001), obtuvo rendimientos de forraje de 31 t ha⁻¹, mucho mayores a los observados en esta investigación. Sin embargo, Cruz (2009) reportó que en Xalapa, Veracruz se han realizado pruebas de genotipos de triticales observándose que el rendimiento de forraje verde fue de 37.9 a 57.5 t ha⁻¹, muchos mayores a los de esta investigación.

El RMS mostró diferencias significativas (Cuadro 7), Cevamex mostró el mayor valor con 16,819 kg ha⁻¹ de MS, a la que le siguieron Chihuahua, CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E1 con 11,095, 10,956 y 10,794 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente; en cambio Trigo com, Karma, CIIT-SLP-E5 y Cantabra mostraron los menores valores con 4,439, 6,093, 6,202 y 6,508 kg de MS ha⁻¹, respectivamente. Los datos obtenidos en esta etapa fueron mucho menores a los observados por Lozano (2004) y cabe mencionar que la avena Chihuahua por su adaptación a climas fríos logro sobresalir en rendimiento al final del ciclo. Pero semejantes a los obtenidos por Colín *et al.* (2009), quienes obtuvieron para avena 9.10 t ha⁻¹ de MS, triticales 9.30 t ha⁻¹ de MS, cebada comercial 11.74 t ha⁻¹ de MS, y en el trigo experimental 8.59 t de ha⁻¹ MS, con una densidad de 85 kg ha⁻¹, fertilización de 82 kg N y 46 kg P bajo riego en otoño-invierno cosechados a los 112 dds en la Región Lagunera, y semejantes a los de Trujano *et al.* (2008) en avena en la Comarca Lagunera bajo riego a una densidad de

180 kg ha⁻¹ de semilla, usando abonos orgánicos y químicos; el rendimiento promedio fue de 7,371 kg ha⁻¹ de MS. Con 9 toneladas de abono orgánico el rendimiento fue de 8,336 kg ha⁻¹ de MS.

En cambio Zamora *et al.* (2002) en Matamoros, Coahuila obtuvieron menores rendimientos con 5.32 t ha⁻¹ de MS para triticale, 4.59 t ha⁻¹ de MS rye grass anual y 5.30 t ha⁻¹ de MS para avena bajo una densidad de siembra de 120 kg ha⁻¹, una fertilización de 120 kg N y 80 kg P bajo riego. Pero Cruz (2009) reportó que en Xalapa, Veracruz se han realizado pruebas de genotipos de triticales observándose que el rendimiento de forraje seco fue de 8.6 a 15.0 t ha⁻¹, muchos mayores a los de esta investigación. En cambio Bolletta *et al.* (2006) en *Avena sativa* en Bordenave, Argentina reportó valores mucho menores a los de esta investigación con 1,129, 1,404 y 1,424 kg ha⁻¹ de MS, con tres niveles de fertilización nitrogenada (0N, 30N y 60N), respectivamente.

La variable RMSH mostró diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 7), siendo Cevamex la que mostró el mayor valor con 4,089 kg ha⁻¹ de MSH, en orden numérico le siguieron Chihuahua, CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E1 con 3,527, 3,088 y 3,065 kg ha⁻¹ de MSH, respectivamente, en cambio Trigo com, Karma y CIIT-SLP-E5 mostraron los valores más bajos con 1,297, 1,713 y 1,767 kg ha⁻¹ de MSH, respectivamente. Observando los datos de RMST es factible deducir que la cantidad de hoja en esta etapa disminuyó en relación a la cantidad de tallo y que fue inversa a lo sucedido en la etapa de 45 días después de la siembra, ya que al final del ciclo fenológico se puede observar la elongación completa del tallo, además de las pérdidas de hoja por material muerto como se observa en esta variable más adelante.

El RMST también mostró diferencias significativas (Cuadro 7), Cevamex mostró el valor más alto con 7,178 kg ha⁻¹, seguida de CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E1, Avemex y Chihuahua con 4,777, 4,770, 4,683 y 4,665 kg ha⁻¹, respectivamente; pero Trigo com, Karma, CIIT-SLP-E5 y Cantabra con 1,988, 2,640, 2,781 y 2,845 kg de MST ha⁻¹, respectivamente. Como se mencionó en el párrafo anterior la cantidad de tallo fue mayor en esta etapa por la mayor elongación de los tallos y por pérdidas de hojas como material muerto y por la presencia de espigas y granos que conforman un componente más al final del ciclo fenológico de los cereales de grano pequeño. Para RMSMM los datos del Cuadro 7 mostraron diferencia significativa, donde Cevamex mostró el mayor valor con 1,718 kg ha⁻¹, y el menor fue el Trigo com con 462 kg ha⁻¹. Los datos muestran que algunos genotipos mostraron mayor RMSMM,

lo cual puede deberse a la duración del ciclo fenológico, ya que las plantas secan más pronto y se acumula mayor material muerto en algunos genotipos.

RMSES mostró diferencias significativas (Cuadro 7), donde Cebamex mostró el mayor valor con $2,934 \text{ t ha}^{-1}$, y en cambio el Trigo com mostró el menor valor con 692 t ha^{-1} . La mayor cantidad de espiga observada en algunos genotipos puede deberse a una mayor temprana aparición de esta por finalización del ciclo fenológico más temprano o a menor número días, destacando así las avenas por su ciclo más corto y por su tamaño de panoja.

Las variables RHP y RTP no mostraron valores significativos entre genotipos (Cuadro 7), pero fue evidente que numéricamente CIIT-SLP-E4, Chihuahua y Turquesa mostraron una mayor cantidad de hoja con 0.31, 0.31 y 0.30. Estos datos son evidentes y de esperarse, ya que las plantas al llegar a su estado fenológico de madurez presentan mayor cantidad de hojas muertas y presencia de espigas, de tal forma que las hojas se ven disminuidas y el tallo se incrementa como lo reflejan los resultados en las distintas variables medidas. La media en esta investigación fue de 0.28 para RH:P y 0.44 para RT:P que equivalen a una RH:T de 0.64, que fue menor a la observada por Lozano (2004) de 0.81 para triticales en la misma etapa, pero semejantes a Cruz (2009), quien reporta en Xalapa, Veracruz relaciones hoja:tallo de 0.36.

Cuadro 7. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de doce genotipos de cereales de grano pequeño cosechados en estado de inicio de madurez fisiológica (120 dds).

Genotipo	Altura	RMV (kg ha-1)	RMS (kg ha-1)	RMSH (kg ha-1)	RMST (kg ha-1)	RMSMM (kg ha-1)	RMSES (kg ha-1)	RHP	RTP
Karna	84.5 ab	15660 b	6093 b	1713 ab	2640 b	667 b	1072 b	0.27 a	0.44 a
Agata	92.5 a	24433 ab	9281 ab	2571 ab	419 ba	870 b	1651 ab	0.27 a	0.45 a
Obsidiana	90.7 a	23613 ab	8905 b	2327 ab	4074 ba	829 b	1673 ab	0.26 a	0.46 a
Cevamex	89.1 a	41953 a	16819 a	4089 ab	7178 a	1718 a	2933 ab	0.26 a	0.42 a
Turquesa	92.1 a	24100 ab	9538 ab	2889 ab	4152 ba	893 b	1602 ab	0.30 a	0.43 a
Avemex	88.8 a	27533 ab	9964 ab	2602 ab	4683 ba	984 ab	1694 ab	0.26 a	0.47 a
Chihuahua	79.8 ab	27473 ab	11095 ab	3526 ab	4665 ba	1186 ab	1717 ab	0.31 a	0.42 a
Triticale com	105.8 a	24060 ab	9539 ab	2834 ab	4079 ba	938 ab	1687 ab	0.27 a	0.43 a
CT11-SLP-E1	94.8 a	27647 ab	10794 ab	3065 ab	4770 ba	1150 ab	1808 ab	0.28 a	0.44 a
CT11-SLP-E2	94.8 a	27027 ab	10956 ab	3088 ab	4776 ba	1186 ab	1904 ab	0.27 a	0.44 a
CT11-SLP-E3	97.5 a	24987 ab	9776 ab	2904 ab	4162 ba	1015 ab	1693 ab	0.29 a	0.42 a
CT11-SLP-E4	90.3 a	17823 b	7233 b	2324 ab	3030 b	725 b	1153 ab	0.31 a	0.43 a
CT11-SLP-E5	92.8 a	16560 b	6202 b	1766 ab	2781 b	637 b	1029 ab	0.27 a	0.45 a
CT11-SLP-E6	93.8 a	20353 b	7879 b	2213 ab	3569 b	782 b	1314 b	0.27 a	0.45 a
Trigo com	53.3 b	12140 b	4439 b	1297 ab	1987 b	462 b	691 b	0.27 a	0.44 a
Cantabra	92.5 a	16400 b	6508 b	1971 b	2844 b	623 b	1068 b	0.29 a	0.44 a
Promedio	89.59	23235.2	9063.7	2574.1	3973.8	916.8	1543.5	0.28	0.44
DMS	33.381	19041	7794.5	2624.1	3312.8	812.76	1415.1	0.1142	0.0865

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes, DMS=Diferencia mínima significativa, RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto, RMSES=Rendimiento de materia seca de espigas, RHP=Relación hoja:planta, RTP=Relación tallo:planta.

Productividad por Cultivo

Para la variable altura por cultivo se observaron diferencias significativas (Cuadro 8), donde el triticale mostró el mayor valor con 95.7 cm, seguida de cebada y avena con 92.5 y 88.2 cm, respectivamente, aspecto importante para relacionar el crecimiento con el rendimiento, el cual no fue congruente en este trabajo, ya que el cultivo con mayor altura no fue el de mayor rendimiento. Datos menores a los observados por Nuñez *et al.* (2010), donde la altura de la avena fue de 136.96 cm, del triticale 125.46 cm, del trigo 115.9 cm y de cebada 116.43 cm, además de observarse que la avena mostró mayores alturas, contrario a la presente investigación donde las mayores alturas se presentaron en los triticales.

El RMV por cultivo mostró diferencias significativas (Cuadro 8), avena mostró el mayor valor con 26,395 t ha⁻¹, seguida por triticale con 22,637 t ha⁻¹, en cambio el trigo mostró un valor más bajo con 12,140 t ha⁻¹. A pesar de que el triticale obtuvo la mayor altura no mostro el mayor rendimiento en verde, lo cual puede deberse al arqueotipo de la planta. En cambio Murillo *et al.* (2001), obtuvo rendimientos de forraje de 31 t ha⁻¹, mucho mayores a los observados en esta investigación.

Para RMS los datos entre cultivos observaron diferencias significativas (Cuadro 8), siendo la avena la más rendidora con 10,242 kg ha⁻¹, seguida por triticale con 8,911 kg ha⁻¹, y el trigo con el menor rendimiento con 4,439 kg ha⁻¹. A pesar de que el triticale obtuvo la mayor altura no mostro el mayor RMS, caso contrario a lo que observó Ye *et al.* (2001), pero con rendimientos ligeramente mayores a los de ésta investigación de 12,770 kg ha⁻¹, para triticales y 10,390 kg ha⁻¹, para avenas y ballicos. Nuñez *et al.* (2010), observó rendimientos mayores de materia seca por hectárea, donde la avena presentó también un valor más alto de 13,470 kg ha⁻¹, 11,560 kg ha⁻¹ para triticale, 12,960 kg ha⁻¹ de trigo y 11,36° kg ha⁻¹ la cebada. En cambio Zamora *et al.* (2002), en Zaragoza y Matamoros, Coahuila, observó rendimientos de triticales de 4,830, 4,200 y 6,370 kg ha⁻¹ para los cortes primero, segundo y tercero, respectivamente, mientras que las avenas mostraron 5,380, 3,530 y 5,580 kg ha⁻¹, para los cortes primero, segundo y tercero, respectivamente, siendo mucho menores a los de este trabajo.

Los datos de RMSH entre cultivos mostraron diferencias significativas (Cuadro 8), donde la avena mostró el mayor valor con 2,817 kg ha⁻¹, seguida por triticale con 2,599 kg ha⁻¹, y trigo el menor valor con 1,297 kg ha⁻¹. Esta variable es importante

tanto para el rendimiento como para la calidad nutritiva de la materia seca, lo cual puede estar muy relacionada a los altos rendimientos de la avena.

La variable RMST entre cultivos mostro diferencias (Cuadro 8), avena mostro el mayor valor con 4,511 kg ha⁻¹, seguida por triticale con 3,881 kg ha⁻¹, y trigo el menor rendimiento con 1,988 kg ha⁻¹. Al igual que el RMSH puede estar muy relacionada a los altos rendimientos de la avena, al aportar mayor volumen como componente morfológico de las plantas.

Cuadro 8. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde, seca, de hojas y tallos; y relaciones hoja:planta y tallo:planta de cuatro cultivos de cereales de grano pequeño cosechados en estado de inicio de madurez fisiológica.

Cultivo	Altura (cm)	RMV (kg ha⁻¹)	RMS (kg ha⁻¹)	RMSH (kg ha⁻¹)	RMST (kg ha⁻¹)	RMSMM (kg ha⁻¹)	RMSES (kg ha⁻¹)
Triticale	95.7 a	22637 ba	8911 a	2599 a	3881 ba	919 a	1513 a
Avena	88.2 a	26395 a	10242 a	2817 a	4511 a	1021 a	1764 a
Trigo	53.3 b	12140 c	4439 b	1297 b	1988 c	462 b	692 b
Cebada	92.5 a	16400 bc	6508 ba	1972 ba	2845 bc	623 ba	1068 ba
Promedio	89.6	23235	9064	2574	3974	917	1543

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes, RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto, RMSES=Rendimiento de materia seca de espigas.

Para RMSMM entre cultivos los datos del Cuadro 5 mostraron diferencias, donde avena mostro el mayor valor con 1,021 kg ha⁻¹, seguida de triticale con 919 kg ha⁻¹, y el menor valor fue para trigo con 462 kg ha⁻¹. Esta variable puede estar muy relacionada con la madurez fisiológica de la planta, de tal forma que al llegar más pronto a su madurez las avenas presenten mayor cantidad de hojas muertas o senescentes aportándole mayor valor al RMSMM.

RMSES mostro diferencias significativa entre cultivos (Cuadro 5), siendo avena y triticale los más rendidores con 1,764 y 1,513 kg ha⁻¹, respectivamente, en cambio el trigo mostro el valor más bajo con 692 kg ha⁻¹. La morfología de la espiga, en este caso la panícula de la avena es más extendida y de mayor volumen, lo que posiblemente le aporte mayor materia seca a la espiga.

Número de Hojas por Macollo

El número de hojas mostró diferencias estadísticas significativas dentro de las cuatro fechas de corte (Cuadro 9), siendo que el triticale CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E6 los genotipos que mostraron los valores más altos en todos los cortes, observándose que solo en el corte realizado a los 60 DDS sobresalió la avena Avemex y en el corte realizado a los 90 DDS sobresalió la avena Karma. Comportamiento que puede apreciarse en la Grafica 1, donde también es notorio el comportamiento del triticale CIIT-SLP-E4 con bajo número de hojas en todas las fechas de cortes, en cambio Avemex aunque mostró un alto NHOJAS en la segunda fecha de corte cayó drásticamente en la tercera y cuarta fecha de corte.

Cuadro 9. Número de hojas por macollo a diferentes días después de la siembra de genotipos de avena, triticale, cebada y trigo.

Genotipos	45 DDS	60 DDS	75 DDS	90 DDS
Karma	15.4 d	22.1 bcde	28.4 abc	28.4 abc
Obsidiana	15.4 d	21.9 bcdef	24.4 bcd	24.3 bcd
Agata	17.3 bcd	24.4 abc	22.5 cd	23.0 cd
Cevamex	16.9 bcd	23.8 bcd	23.6 cd	20.5 d
Turquesa	16.7 bcd	22.4 bcde	25.3 abcd	25.3 abcd
Avemex	15.8 bc	28.1 ab	22.6 cd	22.1 cd
Chihuahua	16.0 bc	24.7 abc	24.8 abcd	22.4 cd
Triticale com	16.2 bc	20.9 cdef	25.1 abcd	25.1 abcd
CIIT-SLP-E1	19.6 abc	24.5 abc	21.7 cd	21.7 cd
CIIT-SLP-E2	21.7 a	31.1 a	32.2 a	32.2 a
CIIT-SLP-E3	19.5 abc	22.3 bcde	25.3 abcd	25.3 abcd
CIIT-SLP-E4	17.0 bcd	17.2 def	20.0 d	21.6 cd
CIIT-SLP-E5	18.6 abcd	23.9 bcd	23.1 cd	22.3 cd
CIIT-SLP-E6	20.2 ab	27.7 abc	31.5 ab	31.5 ab
Trigo com	-	15.0 f	22.4 cd	25.2 abcd
Cantabra	-	15.6 ef	25.6 bdac	22.8 cd
Promedio	17.6	22.8	24.9	24.6
D M S	3.98	6.95	7.6	7.8

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes, DMS=Diferencia Mínima Significativa, DDS=Días después de la siembra.

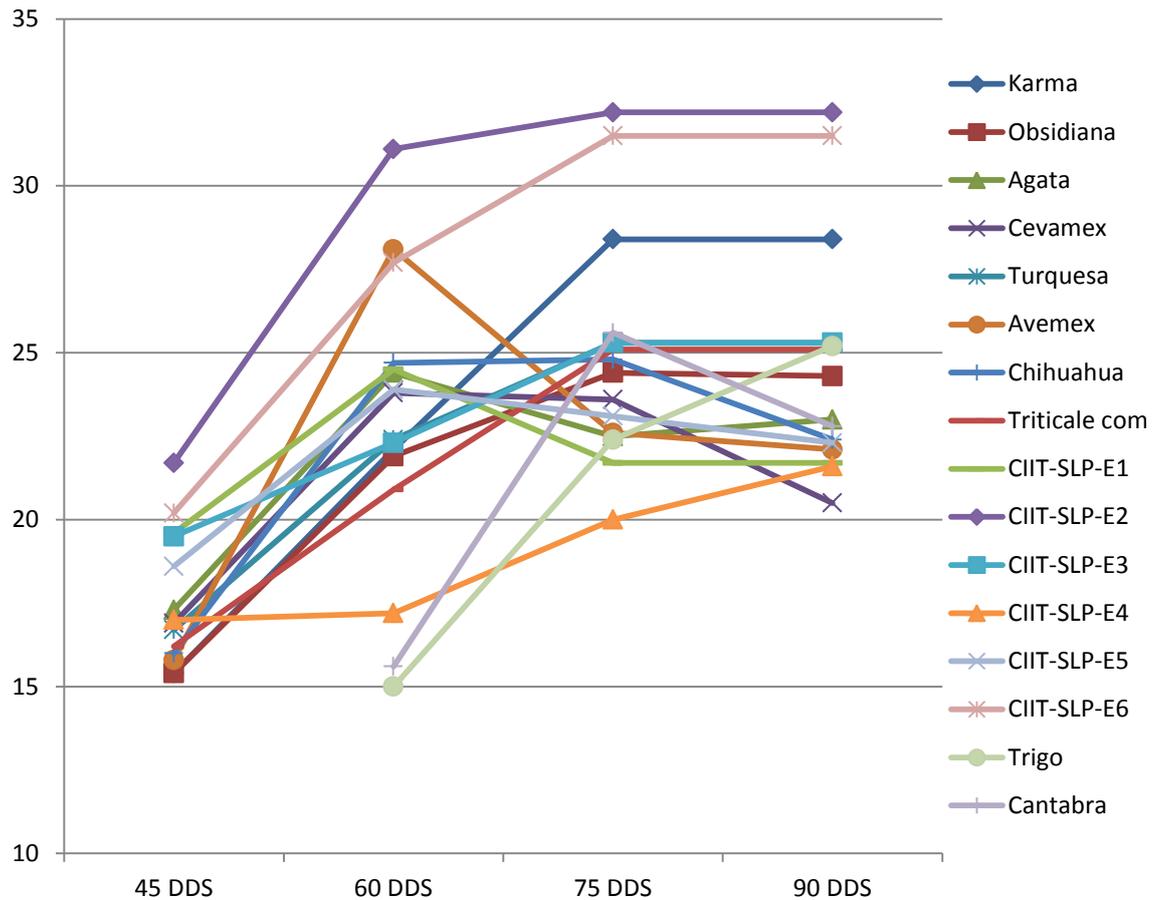


Figura 1. Comportamiento del número de hojas por macollo de dieciséis genotipos de cereales de grano pequeño en invierno de 2011 en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P.

Número de Tallos por Macollo

El número de tallos por macollo mostró diferencias estadísticas significativas dentro de las cuatro fechas de corte (Cuadro 8), siendo que el triticale CIIT-SLP-E6 mostró el mayor NTALLOS en la primera y segunda fecha de corte y con buen comportamiento en la tercera y cuarta fecha de corte junto con la avena Agata; en cambio el CIIT-SLP-E2 superó a todos los genotipos en la tercera y cuarta fecha de corte, en cambio los triticales CIIT-SLP-E3 y CIIT-SLP-E4 mostraron el menor comportamiento en número de tallos por macollo en forma general en todas las fechas de corte (Fig. 2).

Cuadro 10. Número de tallos por macollo a diferentes días después de la siembra de genotipos de avena, triticale, cebada y trigo.

Genotipos	45 DDS	60 DDS	75 DDS	90 DDS
Karma	3.2 bc	4.7 abced	5.2 ab	5.2 ab
Obsidiana	3.3 bc	4.3 cde	4.6 abc	4.6 ab
Agata	3.2 bc	4.7 abcde	4.5 abc	4.5 ab
Cevamex	3.4 ba	5.1 abc	4.6 abc	4.5 ab
Turquesa	3.2 bc	4.4 abcde	4.5 abc	4.5 ab
Avemex	2.9 c	5.8 ab	4.7 abc	4.5 ab
Chihuahua	3.1 bc	4.4 abcde	4.4 abc	4.4 ba
Triticale com	3.4 bac	4.3 cde	4.2 bc	4.2 ab
CIIT-SLP-E1	3.6 ba	4.8 abcd	4.3 abc	4.3 ab
CIIT-SLP-E2	3.6 ba	5.4 abc	5.6 a	5.6 ab
CIIT-SLP-E3	3.4 ba	4.0 cde	4.1 bc	4.1 b
CIIT-SLP-E4	3.5 ba	3.6 de	3.5 c	4.3 ab
CIIT-SLP-E5	3.6 ba	4.1 cde	4.5 abc	4.3 ab
CIIT-SLP-E6	3.9 a	5.9 a	5.1 ab	5.1 ab
Trigo com	-	3.3 e	4.6 abc	4.7 ab
Cantabra	-	3.5 de	5.2 ab	4.3 ab
Promedio	3.414286	4.564583	4.63125	4.60625
D M S	0.5536	1.4553	1.4223	1.4213

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes, DMS=Diferencia Mínima Significativa, DDS=Días después de la siembra.

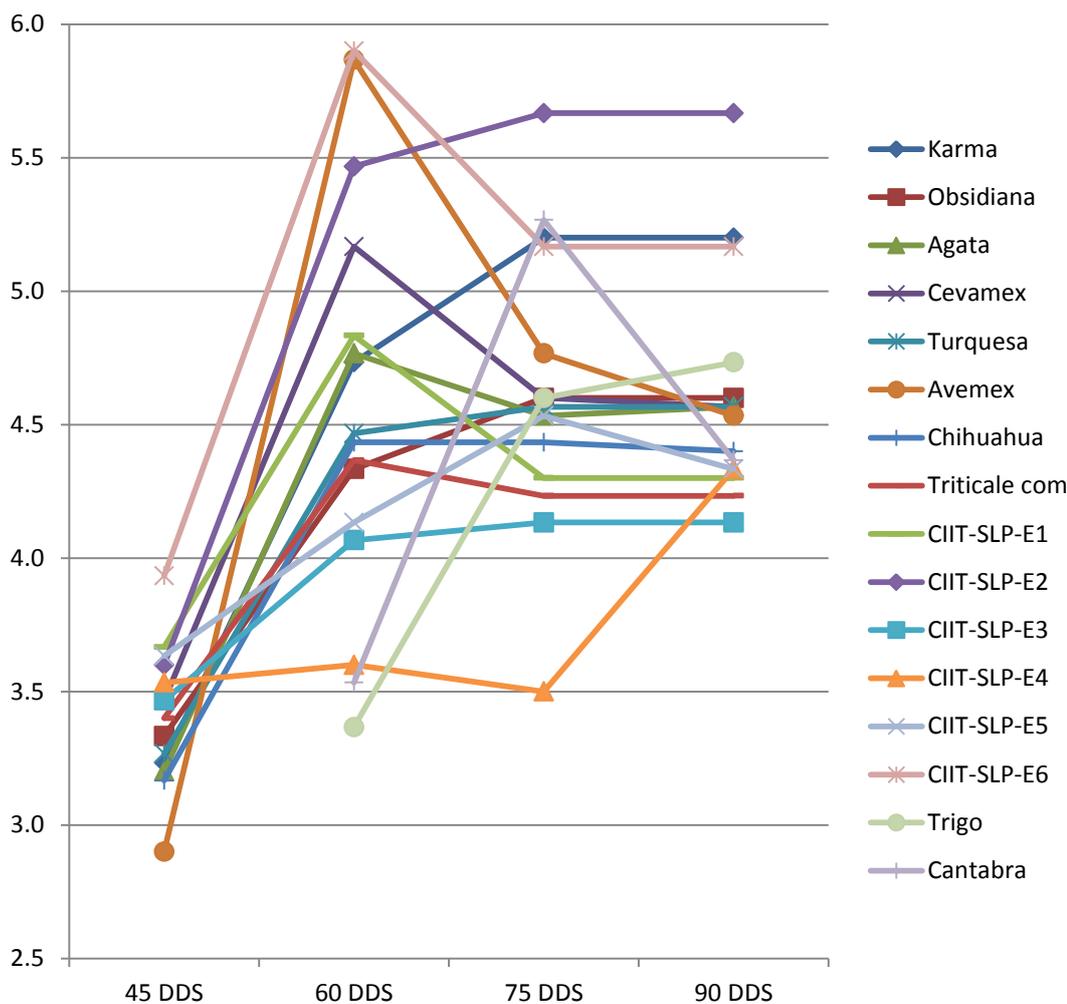


Figura 2. Comportamiento del número de tallos por macollo de dieciséis genotipos de cereales de grano pequeño en invierno de 2011 en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P.

Curvas y Tasa de Crecimiento

Como se observa en la Fig. 3 todos los genotipos en forma individual muestran un crecimiento compacto a los 45 días de crecimiento después de la siembra con 145 a 481 (promedio 245) kg ha^{-1} de MS; a los 60 días el crecimiento acumulado fue en un rango de 618 a 1689 (promedio 940) kg ha^{-1} de MS, observándose un incremento promedio de 705 kg ha^{-1} de MS en 15 días; para el corte tres realizado a los 75 días DDS el crecimiento acumulado fue del rango de 1,718 a 4,582 (promedio 3343) kg ha^{-1} de MS, con un incremento promedio de 2403 kg ha^{-1} de MS en 15 días; para el corte cuatro a los 90 DDS el rango fue de 6229 a 12285 (promedio 9464) kg ha^{-1} de MS, con un incremento promedio de 6121 kg ha^{-1} de MS en 15 días; y para el corte realizado a los 120 días en estado de madurez cerca a la madurez fisiológica el rango fue de 4439 a 16819 (promedio 9064) kg ha^{-1} de MS, con un decremento promedio de

400 kg ha⁻¹ de MS en 30 días, observándose de esta manera que los rendimientos de materia seca son menores en las primeras etapas de crecimiento en cambio antes de los 90 DDS los crecimientos se triplican y disminuyen después de los 90 DDS debido a la llegada a la madurez fisiológica donde se van perdiendo hojas por la senescencia y material muerto, solo la avena Cevamex mostró crecimiento de MS a los 120 DDS.

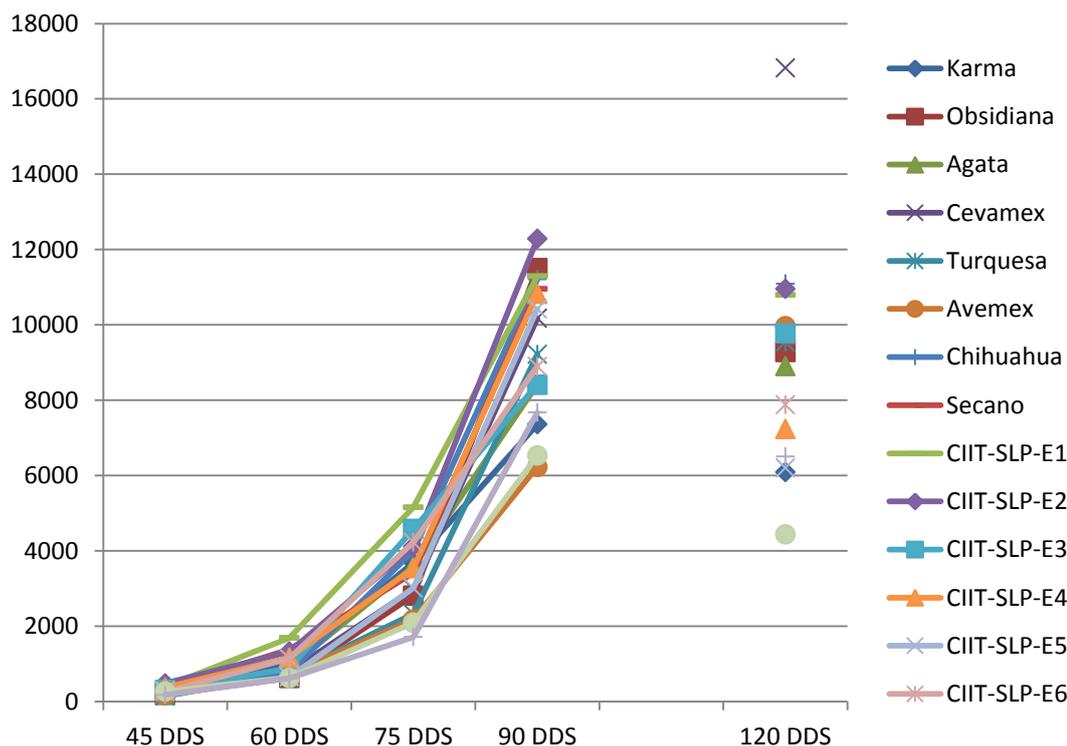


Figura 3. Curva de crecimiento de dieciséis genotipos de cereales de grano pequeño en invierno de 2011 en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P.

Los datos de esta investigación fueron mayores y con el mismo comportamiento creciente a los observados por Bolleta *et al.* (2006) en avena siendo para inicio de elongación de entrenudos (IEE, 301 kg ha⁻¹de MS), elongación de entrenudos (EE, 504 kg ha⁻¹de MS), inicio de encañazon (IE, 787 kg ha⁻¹de MS), inicio de panojamiento (IP, 1206 kg ha⁻¹de MS), Grano Lechoso Pastoso (GLP, 2406 kg ha⁻¹de MS) y Grano Duro (GD, 2711 kg ha⁻¹de MS).

Cuadro 11. Tasa de crecimiento de genotipos de avena, triticale, trigo y cebada en invierno en diferentes días después de la siembra. 2011.

Genotipo	45 DDS	60 DDS	75 DDS	90 DDS
Karma	5.3	51.7	178.5	244.8
Obsidiana	4.1	29.5	145.7	579.5
Agata	4.0	47.9	179.4	321.8
Cevamex	5.3	36.6	146.8	478.9
Turquesa	3.2	38.4	107.2	459.1
Avemex	3.9	37.8	95.8	269.9
Chihuahua	4.4	38.9	215.0	480.5
<i>Promedio</i>	<i>4.3</i>	<i>40.1</i>	<i>152.6</i>	<i>404.9</i>
Triticale com	7.9	68.6	135.6	502.6
CIIT-SLP-E1	9.0	85.7	231.6	408.7
CIIT-SLP-E2	10.7	56.2	186.4	544.3
CIIT-SLP-E3	6.9	38.1	246.6	255.7
CIIT-SLP-E4	8.3	52.8	158.4	485.4
CIIT-SLP-E5	6.3	24.3	158.2	493.8
CIIT-SLP-E6	5.7	59.0	205.8	311.3
<i>Promedio</i>	<i>7.8</i>	<i>55.0</i>	<i>188.9</i>	<i>428.8</i>
Trigo com	6.0	24.0	97.8	295.6
Cebada	4.0	29.3	73.3	397.0
Promedio General	5.9	45.2	161.3	409.0

DMS=Diferencia Mínima Significativa, DDS=Días después de la siembra.

Los mayores rendimientos de materia seca a los 90 y 75 DDS se debieron a la mayor tasa de crecimiento (TC) que presentaron en forma numérica y general, siendo de 409 kg día⁻¹ de MS y 161 kg día⁻¹ de MS (Cuadro 11). Donde numéricamente los triticales y las avenas mostraron los mayores valores a los 90 DDS con 428.8 y 404.9 kg día⁻¹ de MS, respectivamente, y el trigo mostró la menor TC con 295.6; en cambio a los 75 DDS los triticales mostraron numéricamente mayor TC, seguida por las avenas con 188.9 y 152.6 kg día⁻¹ de MS; en cambio cebada y trigo presentaron menor TC con 73.3 y 97.8 kg día⁻¹ de MS, respectivamente. Valores mucho mayores a los reportados por Pagliaricci *et al.* (1998), quienes observaron en promedio 50 kg ha⁻¹ día⁻¹ de MS para etapas similares.

Fibra Detergente Neutra

La FDN mostró diferencias significativas (Cuadro 10) entre genotipos para ambas fechas de corte, donde es factible observar que en el corte a los 45 DDS el Trigo com mostro el más alto valor con 48.9% de FDN seguida de Avena Turquesa, Triticale CIIT-SLP-E6, Cebada Cantabra y Avena Agata con 45.4, 44.7, 44.0 y 43.8% de FDN, respectivamente; en cambio la Avena Cebamex, los Triticales CIIT-SLP-E2, CIIT-SLP-E5 y Trigo com, mostraron los menores valores con 37.7, 38.5, 38.5 y 38.9% FDN, respectivamente. Para el corte a los 90 DDS los mayores valores fueron para los Triticales CIIT-SLP-E1, CIIT-SLP-E3 y CIIT-SLP-E4 con 62.5, 61.6 y 60.3% de FDN, respectivamente; en cambio los menores valores fueron para las Avenas Chihuahua, Avemex y Cebamex con 50.1, 51.3 y 51.6% de FDN, respectivamente. De tal forma que puede decirse que en forma general para el primer corte el Trigo com fue más fibroso que todos los genotipos y que podría presentar una menor digestibilidad y por lo tanto una menor calidad nutritiva, mientras que para el corte a los 90 DDS (Cercano a la madurez fisiológica) los Triticales mostraron mayor contenido de FDN y que podrían presentar una menor digestibilidad y por lo tanto una menor calidad nutritiva.

Fibra Detergente Ácida

La FDA solo mostró diferencias significativas para el primer corte realizado a los 45 DDS (Cuadro 10), donde es factible observar que los datos son muy estrechos mostrándose un rango de 91.4 a 99.5% de FDA entre todos los genotipos, sin embargo las Avena Avemex y Agata, y el Trigo com presentaron los menores valores de FDA con 91.4, 93.2 y 93.6% de FDA, respectivamente, considerándose que pudieran tener mayor digestibilidad y por lo tanto mayor calidad nutritiva por presentar menor fibra indigestible; en cambio para el corte a los 90 DDS los datos fueron muy cerrados sin diferencias, de donde se puede observar que numéricamente la Avena Avemex presentó el menor valor con 90.0% de FDA, de lo que puede decirse que a poca diferencia de Avemex, todos los genotipos tanto de Avena, Triticale, Trigo y Cebada cosechadas cerca a la madurez fisiológica tienen elevada cantidad de FDA (mayor a 97.0%) que se considera de muy baja digestibilidad y que podría afectar considerablemente su calidad nutritiva.

Cuadro 12. Fibra detergente neutra y ácida de 16 genotipos de cereales de grano pequeño en dos fechas de corte.

Tratamiento	Corte a los 45 DDS		Corte a los 90 DDS	
	FDN	FDA	FDN	FDA
Karma	39.1 cde	97.9 ab	54.7 bcde	97.9 a
Obsidiana	40.9 bcde	97.4 ab	56.9 abcd	97.8 a
Agata	43.8 abcde	93.2 ab	53.6 cde	98.9 a
Cevamex	37.7 e	98.0 ab	51.6 de	99.0 a
Turquesa	45.4 ab	97.2 ab	53.9 cde	97.7 a
Avemex	41.7 bcde	91.4 b	51.3 cde	90.0 a
Chihuahua	41.2 bcde	98.8 a	50.1 e	98.3 a
<i>Promedio</i>	<i>41.4</i>	<i>96.3</i>	<i>53.1</i>	<i>97.9</i>
Triticale com	38.9 cde	97.9 ab	58.1 abc	99.6 a
CIIT-SLP-E1	40.3 bcde	96.8 ab	62.5 a	98.5 a
CIIT-SLP-E2	38.5 cde	98.8 a	57.0 abcd	98.6 a
CIIT-SLP-E3	39.5 bcde	99.3 a	61.6 a	99.2 a
CIIT-SLP-E4	40.4 bcde	99.5 a	60.3 ab	98.0 a
CIIT-SLP-E5	38.5 de	97.4 ab	57.5 abcd	98.9 a
CIIT-SLP-E6	44.7 abc	96.4 ab	54.2 bcde	98.7 a
<i>Promedio</i>	<i>40.1</i>	<i>98</i>	<i>58.7</i>	<i>98.6</i>
Trigo	48.9 a	93.6 ab	54.2 bcde	97.8 a
Cantabra	44.0 abcd	96.3 ab	53.2 cde	96.95 a
Promedio				
General	41.5	96.84	55.6	98.2
D M S	6.2	6.7	6.2	7.4

a,b,c,... letras diferentes por columna son estadísticamente diferentes, DMS=Diferencia Mínima Significativa, DDS=Días después de la siembra, FDN=Fibra Detergente Neutra, FDA=Fibra Detergente Ácida.

Los datos de FDN y FDA de esta investigación fueron muy elevados en comparación a los reportados por Zamora *et al.* (2002), quienes observaron que variedades de triticale en promedio presentaron 28.8% FDA y 50.26% FDN con 66.34% Digestibilidad de la materia seca (DMS), la avena 32.43% FDA y 47.81% FDN, con 63.63% DMS, y la cebada 25.91% FDA, 52.41% FDN con 68.71 % DMS. E igual para con los de Nuñez *et al.* (2010), quienes observaron para los cereales de invierno 61.04 ± 2.83 de FDN y 40.33 ± 2.55 % de FDA.

CONCLUSIONES

En etapas iniciales de crecimiento los genotipos de triticale fueron los de mayor rendimiento de materia seca, que bien pueden aprovecharse para pastoreo o corte y tener una mayor eficiencia de uso del forraje en caso que éstos muestren rebrote.

En etapas finales de desarrollo o madurez fisiológica de las plantas las avenas mostraron los mayores rendimientos de materia seca total como de hoja, tallos y espigas.

La relación hoja planta y tallo planta fue similar para todas los cultivos en la etapa inicial de crecimiento como en la final.

Algunos genotipos de avena como Cevamex y Chihuahua y de triticale como CIIT-SLP-E2 y CIIT-SLP-E1 son aptos para producirse en zonas semiáridas en la época invernal sin ningún problema.

Las variedades de triticale presentaron un mayor número de hojas y se mantuvieron durante los 4 periodos de medición. En general a los 45 dds se presentaron el mayor número de hojas por planta.

De manera general, las variedades de triticale y avena presentaron un número similar de tallos por macollo, presentando la mayor cantidad a los 75 dds destacando principalmente las variedades de avena Cevamex y Avemex.

La mayor tasa de crecimiento se registró a los 90 dds en las 4 especies de cereales de grano pequeño.

La menor cantidad de FDN y FDA se registró a los 45 dds, destacando las variedades de triticale con el menor porcentaje de fibras, sin embargo, para los 120 dds presentó la mayor cantidad de fibras mientras que la avena tuvo valores inferiores.

LITERATURA CITADA

- Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, 2010. En: <http://www.anffe.com/>
- Berlijin, D.J. (1984). Trigo, Cebada, Avena. Manuales para la educación agropecuaria. Editorial trillas. México. 58 p.
- Bolletta, A., Lagrange, S., Tulesi, M., Dupouy, M. (2006). Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y calidad en avena sativa. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave, Buenos Aires, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En: [www.inta.gob.ar/...avena.../21.%20fertilizacion nitrogenada avena sativa](http://www.inta.gob.ar/...avena.../21.%20fertilizacion%20nitrogenada%20avena%20sativa). [8/12/2012].
- Cano, M.J. (1898). La Cebada: morfología, genética, agronomía y usos industriales. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación servicio de extensión agraria. Ediciones Mundi-Prensa. 155 p.
- Colín, R.M., Zamora, V.V., Torres, T.M., Jaramillo, S. M. (2009). Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la Región Lagunera de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47(1). 40 p.
- Cruz, C.S. (2009). Triticale, una alternativa real de producción forrajera de calidad en el ciclo otoño – invierno. <http://www.engormix.com/MA-agricultura/pasturas/articulos/triticale-alternativa-real-produccion-t2280/089-p0.htm>. [8/12/2012].
- Gillet, M. (1984). Las gramíneas forrajeras: descripción, funcionamiento, aplicaciones al cultivo de la hierba. Editorial Acribia. España. 258 p.
- Hoseney, C.R. (1991). Principios de la ciencia y tecnología de los cereales. Editorial Acribia S.A. España. 355 p.
- Jiménez M.A. (1989). La producción de forrajes en México. Universidad Autónoma Chapingo, Banco de México-FIRA. Chapingo, México. 100 p.
- Ledesma, R.L., Solís, M. E., Suaste, F.M., Rodríguez, G.F. (2010). Relación de métodos de labranza, siembra, riego y dosis de nitrógeno con el rendimiento de trigo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(2). 63.p.
- López B.L. (1991). Cultivos herbáceos: Cereales. Ediciones Mundi-Prensa. España. 539 p.
- Lopez, B.L. (2010). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España, Parte II. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 278 p.

- Lozano del Río, J.A., Colín, R.M. y Zamora, V.V. 2009. Rendimiento de forraje y patrones de producción en triticales de diferentes hábitos de crecimiento en la región lagunera. Cereales de grano pequeño. Departamento de Fitomejoramiento, Saltillo, Coahuila. 183 p.
- Lozano, R. J., Garcia, S.R., Clín, R.M., Zamora, V.V., Santana, R. J. 2002. Producción de forraje y relación hoja-tallo en variedades de Triticale de diferente hábito de crecimiento en la Región Lagunera. En: http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances_2002/Ceral/Triticale.pdf
- Luna, G. M., Ramírez, J. M., Alarcón, Z. B. (2010). Evaluación de rendimiento, calidad y composición botánica de asociaciones y monocultivos en Chapingo, México. 138 p.
- McDonald, P., Edwards, R.A. y Greenhalgh, J.F. (1979). Animal nutrition. Editorial Oliver and Boyd. Edinburgh. 458 p.
- Mellado, Z. M., Matus, T. I., Madarriaga, B. R. (2008). Antecedentes sobre el triticale en Chile y otros países. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA No. 183.
- Murillo A. B; Escobar H. A; Fraga M. H.; Pargas L. R. (2001). Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en baja california sur, México. *Revista. Fitotecnia. Mexicana*, 24.153p.
- Núñez, H. G., Payán G. J., Peña, R.A., González, C. F., Ruiz, B.O., Arzola A.C. (2010). Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1 (2). 123 p.
- Pagliaricci, H.R., Gonzalez, S., Ohanian, A.E., Pereyra, T.W. (1998). Caracterización del crecimiento y la producción de cereales invernales en Córdoba, Argentina. *Revista Agricultura Técnica*, 60(3). En http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072000000300003&script=sci_arttext
- Quiroz J.; Sandaña P; Calderini D.F. (2010). Rendimiento y producción de biomasa de trigo, cebada y triticale bajo riego y secano durante el llenado de grano en condiciones. Tesis de Maestría. Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Ramírez, F. H. (2011). Producción de *Festuca arundinacea* schreb. Sembrada sola y en mezcla con *Dactylis glomerata* L. en un andisol de la región de la Araucanía. Tesis de licenciatura. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales.
- Robles, S. R. (1990). Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. 660 p.

- Romo, C. R, Esqueda, C. M., Báez, G. A., Reyes, L.G., Royo, M. M., Ibane, G.J. (2010). Uso de inoculante y fertilización nitrogenada en la producción de forraje de avena, ballico y trigo. *Revista Científica Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1 (2). 143 p.
- Santoyo, C. E, Quiroz M. J. (2010). Guía para el cultivo de cereales en el Estado de México. Instituto de Investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México, 2. 22 p.
- Scheneiter, O., Rimieri, P. (2009). Crecimiento y características estructurales de la pastura en cultivares de cebadilla criolla y avena. Informe técnico 2009 del Centro Regional Buenos Aires norte. Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria. Argentina. 122 p.
- Stubbs, R.W. Prescott, J. M., Saari, E. E., Dubin, H.J. (1986). Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) México. 89 p.
- Tomaso J.C. (2009). Cuadernillo clásico de forrajeras No. 149. *Revista Argentina de Producción Animal*, 149. 112 p.
- Trujano S., D., González P., A., Jaimes J., J., Cueto W., J, A. y Hernández S., J. R. (2008). Evaluación de fertilizantes sobre la avena forrajera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7. 82.
- Verbist K., Santibañez, F., Gabriels, D., Soto, G. 2010. Atlas de Zonas Áridas de América Latina y El Caribe. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHILAC. 54 p.
- Ye C. W. E.; Días S. H; Lozano R. A. J.; Zamora V. V. M.; Ayala O. M. J. (2001). Agrupamiento de germoplasma de triticale forrajero por rendimiento, ahijamiento y gustocidad. *Revista Tecnología Pecuaria.*, 39. 29p.
- Zamora, V.V., Lozano-del-Río, J.A., López, B.A., Reyes, V.M., Diaz, S.H., Martínez, R.J., Fuentes, R.J. 2002. Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. *Revista científica Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*, 40(3), 242.