

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de la Producción de Forraje y sus Componentes en Trigos Imberbes
Durante el Ciclo de Producción Primavera-Verano

Por:

JOSÉ FRANCO DELGADO AVILA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de la Producción de Forraje y sus Componentes en Trigos Imberbes
Durante el Ciclo de Producción Primavera-Verano

Por:

JOSÉ FRANCO DELGADO AVILA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Victor Manuel Zapora Villa
Asesor Principal


MC. Modesto Colín Rico
Coasesor


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez
Coasesor


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

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2020



Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2020

AGRADECIMIENTOS

A la **VIDA** y a **DIOS** por permitirme estar en este punto de mi vida, por guiarme a través de mi desarrollo profesional, por mandarme las cosas, personas o situaciones adecuadas para mí, por dejar compartir este logro con mis seres queridos y por hacerme tomar las mejores decisiones para ser feliz.

A mis padres Sabina Laura Avila Macilla y José Saúl Delgado Quintana

Gracias por haberme dado esta gran oportunidad, por los sacrificios y esfuerzos que tuvieron que pasar para que pudiera lograr una de mis metas en la vida, por aconsejarme, guiarme, enseñarme, educarme, corregirme, pero sobre todo gracias por estar siempre desde la tribuna echándome porras y apoyándome en mis decisiones.

A mi hermano José Adolfo Delgado Avila

Te agradezco por darme muchas lecciones de vida, por enseñarme a nunca rendirse a ir en contra de las adversidades, a disfrutar la vida, a ser uno mismo y a ser feliz.

A mis abuelitos Emelia Mancilla Reyes y Vicente Avila Villalba

Por brindarme su apoyo incondicional, por preocuparse y estar pendiente de mí, por brindarle su apoyo a mis papas durante todo el proceso de mi formación educativa, por aconsejarme, quererme y por las enseñanzas.

A mis tías y primas de la familia Avila Mancilla

Gracias por ser parte de mi vida, por estar presente en momentos importantes y apoyarme en mis decisiones.

A la familia Delgado Quintana

Gracias por el apoyo y las atenciones recibidas durante mi desarrollo profesional.

Al Fútbol Americano, Coaches

Gracias por darme demasiadas alegrías y enseñanzas de vida, por forjarme una disciplina, un carácter, por enseñarme a dar todo y luchar por lo que uno quiere, por tener la mejor actitud ante cualquier situación y por darme la oportunidad de conocer grandes amigos.

A mi “ALMA MATER”, ¡La NARRO!

Gracias por haberme abierto las puertas y acogerme durante mi desarrollo profesional, por ser tan noble y poder formar una segunda familia.

A mis profesores

Por tratar de dar lo mejor de sí, por transmitir sus conocimientos, por la paciencia y esfuerzos realizados para que pudiera lograr mi objetivo.

A mis Amigos

Por ser una segunda familia, por las vivencias, por las anécdotas, por brindarme su apoyo y sincera amistad.

A mis asesores de tesis Dr. Víctor Manuel Zamora Villa, MC. Modesto Colín Rico y Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez

Gracias por permitirme realizar este trabajo y por el tiempo invertido en la revisión del mismo para que esto sea posible.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar la producción de forraje verde, forraje seco y sus fracciones (hoja, tallo y espiga), de 22 genotipos de trigo forrajero imberbe, más tres testigos comerciales: triticale cv. Eronga, Avena cv. Cuauhtémoc y cebada NARRO 95 (registrada como GABYAN95), durante el ciclo primavera-verano de 2018.

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental Ing. Humberto Treviño Siller, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicado en Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León. Los genotipos se evaluaron mediante un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental constó de seis hileras de tres metros de longitud espaciadas a 36 cm. Para evaluar la producción de forraje, se obtuvo la biomasa en dos muestreos (a los 60 y 75 días después de la siembra). Se evaluaron las variables: forraje verde (FV), forraje seco de tallo (FST), forraje seco de hoja (FSH), forraje seco de espiga (FSE) y con la suma de estas tres fracciones se estimó el forraje seco total (FSTOT), las unidades usadas en las variables se registraron en gr y se transformaron a ton ha^{-1} . La información se analizó como Bloques completos al azar para cada muestreo y la información conjunta de los muestreos se analizó como parcelas divididas, considerando como parcela grande los muestreos y genotipos como parcela chica. La comparación de medias se hizo utilizando la prueba DMS. Los análisis se realizaron mediante el programa SAS (Statistical Analysis System).

Los resultados mostraron que existen genotipos de trigos harineros sin aristas que pueden superar la producción de biomasa de la avena, la especie forrajera más empleada. El ciclo de producción primavera-verano comparado con otoño-invierno de otros trabajos produce efectos sobre el rendimiento de los genotipos y el corte a 65 y 75 dds modifica las fracciones de forraje.

En el muestreo uno (60 dds) hubo mayor producción de forraje verde con respecto al segundo; los genotipos con más rendimiento de forraje verde fueron: NARRO 95, AN-236-99 y AN-241-13. NARRO 95 y AN-228-09 produjeron mayor cantidad de

forraje seco a 60 dds; Las fracciones de forraje demostraron que los trigos poseen mayor porcentaje de tallo, seguido de hoja y espiga, mientras que en la cebada, avena y triticale la proporción de hojas estuvo en último lugar, es deseable que exista mayor proporción de hoja seguido de tallo y espiga, como se muestra en los trigos, debido que para el animal es más fácil obtener los nutrientes de las hojas, sin embargo eso no quiere decir que la mayor cantidad de nutrientes que requiere el animal se encuentren en ellas.

En el muestreo dos (75 dds), la producción de forraje seco total se incrementó en todos los genotipos excepto la cebada; en la fracción de forraje el peso seco de las espigas representó la mayor proporción seguido del tallo y hoja para los genotipos de trigo, cebada y triticale; en la avena la proporción de las fracciones de forraje fue igual entre los muestreos, los materiales con mayor producción de forraje seco total fueron NARRO 95, AN-217-09, AN-246-13 y AN-236-99.

La producción y la proporción de hoja se redujeron en el segundo muestreo, pero la producción y el porcentaje de espigas aumentaron en el segundo muestreo, esto se debe al estado fenológico de la planta, a los 60 dds las hojas aún siguen realizando su fotosíntesis, a los 75 dds algunas hojas empiezan a senescer, la planta no produce hojas nuevas y la espiga esta en llenado de grano.

El ciclo de producción primavera-verano, comparado con otros trabajos donde se realizaron las investigaciones en el ciclo otoño-invierno y se usaron la mayoría de los genotipos de este trabajo, se observó afecta considerablemente el rendimiento de los genotipos; sin embargo hay genotipos como AN-236-99 que se desarrollan mejor en primavera-verano que en el otoño-invierno como lo es el caso de AN-268-99, al igual que hay materiales como NARRO 95 que en cualquier ciclo tiene buena producción.

Palabras clave: trigos sin aristas, forraje verde, forraje seco, fracciones de forraje.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO.....	2
HIPÓTESIS	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades de las especies evaluadas	3
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	3
Avena (<i>Avena sativa</i>).....	6
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).....	10
Triticale (<i>X triticosecale</i> Wittmack)	13
Producción de forraje	16
Los forrajes	16
Producción de forraje en México.....	16
Producción de forraje con cereales de grano pequeño de invierno	17
Valor nutritivo del forraje de cereales.....	18
Conservación de los forrajes.....	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Localización y descripción del sitio experimental	21
Preparación del terreno	21
Parcelas experimentales	21
Densidad	21
Fecha de siembra.....	21
Fertilización	21
Muestreos.....	22
Diseño experimental.....	23
Análisis estadístico	24
Comparación de medias.....	25
Coeficiente de variación	25

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
Muestreo 1.....	26
Muestreo 2.....	31
Análisis combinado.....	36
5. CONCLUSIONES	48
6. LITERATURA CITADA.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Genotipos utilizados en el presente trabajo de investigación.	22
Cuadro 3.2. Cuadro de análisis de varianza	24
Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas en el primer muestreo.....	27
Cuadro 4.2. Resultados de la comparación de medias para las variables evaluadas en el primer muestreo	29
Cuadro 4.3. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total en el primer muestreo (60 dds).....	30
Cuadro 4.4. Cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas en el segundo muestreo.	32
Cuadro 4.5. Resultados de la comparación de medias para las variables evaluadas en el segundo muestreo.....	34
Cuadro 4.6. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total en el segundo muestreo (75 dds).	35
Cuadro 4.7. Cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas en el análisis combinado	37
Cuadro 4.8. Resultados de la comparación de medias para las variables evaluadas en el análisis combinado.....	40
Cuadro 4.9. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total en el análisis combinado.....	41
Cuadro 4.10. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total de los genotipos con mayor producción de FSTOT a través de los muestreos y el análisis combinado	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Forraje verde promedio y de los dos muestreos realizados	43
Figura 4.2. Forraje seco de tallo promedio y de los dos muestreos realizados.....	44
Figura 4.3. Forraje seco de hoja promedio y de los dos muestreos realizados	45
Figura 4.4. Forraje seco de espiga promedio y de los dos muestreos realizados.	46
Figura 4.5. Forraje seco total promedio y de los dos muestreos realizados	47

1. INTRODUCCIÓN

Las gramíneas son uno de los grupos vegetales más importantes en la historia del ser humano, ya que han estado presentes durante la formación y evolución de las grandes civilizaciones. Varias culturas sustentaron su alimentación en algunas gramíneas como lo son, sorgo, cebada, avena, arroz, trigo, maíz, etc.

Las gramíneas se han usado para consumo humano y animal desde la antigüedad, el heno es el forraje conservado que se conoce desde la antigüedad.

Actualmente la forma de uso de las gramíneas en la alimentación de ganado, es a través de sus diferentes productos como lo son forraje verde, ensilados, henificados, grano, en alimentos balanceados, entre otros

La producción de forrajes cultivados se considera una actividad importante porque son la base de alimentación de muchos sistemas pecuarios.

En México las gramíneas más usadas para la producción de forraje son maíz, sorgo, avena, entre otros pastos; sin embargo también son usados cereales de grano pequeño como la cebada, trigo, triticale y centeno. El problema de los cereales de grano pequeño es que muchas de sus especies poseen aristas o barbas, que pueden ocasionar daños en el hocico del animal, asfixia o son menos palatables a los animales que las consumen si no se cortan en la etapa fenológica adecuada.

En la actualidad existen programas de mejoramiento en las instituciones de educación superior, gubernamentales o de iniciativa privada que se dedican a la investigación, producción y desarrollo de variedades imberbes (sin aristas) de cereales pequeños, con la finalidad de que estos materiales sean más atractivos para los productores de forraje.

La mayoría de los forrajes de grano pequeño en México se siembran en el ciclo otoño-invierno en el norte del país, esto debido a que en algunas de sus etapas fenológicas resisten temperaturas bajo cero °C y el frío ayuda a amacollamiento, son eficientes en el uso de agua y sus ciclos de producción son más cortos que otros cereales.

A pesar de que los cereales de grano pequeño se desarrollan mejor en climas fríos hay variedades que pueden ser usadas en el ciclo primavera-verano o en los dos ciclos de cultivo.

El principal uso de estos forrajes es para ser suministrados en verde, realizar ensilados y pacas de forraje seco que serán suministradas al ganado; sin embargo en muchas ocasiones no siempre se puede contar con forraje verde debido a las condiciones climáticas o a la estación del año, por eso es importante el forraje seco y los ensilados ya que estos facilitan el almacenamiento, porque pueden ser usados en la estación improductiva.

OBJETIVO

Evaluar la producción de forraje verde y materia seca de 22 genotipos de trigo forrajero imberbe y tres testigos comerciales en el ciclo primavera-verano para identificar aquellos genotipos de mayor potencial de rendimiento y la fecha más adecuada de corte.

HIPÓTESIS

Al menos un genotipo evaluado será igual o superior en la producción de forraje verde y materia seca en comparación con los testigos comerciales para el ciclo primavera-verano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de las especies evaluadas

Trigo (*Triticum aestivum*)

Origen geográfico

Vavilov mencionado por López (1991) afirma que las especies del genero *Triticum* han tenido su centro de diferenciación en Turquía, Afganistán e India. La evolución del trigo a partir de gramíneas silvestres tuvo lugar, en algún lugar del Cercano Oriente, posiblemente en el área conocida como Creciente Fértil, entre los ríos Tigris y Éufrates. La mayor diversidad genética de trigos silvestres ocurre particularmente en Irán, Israel y países limítrofes (López, 1991)

La producción nacional de trigo forrajero en verde del año 2018 para el ciclo otoño-invierno fue de 18,741.73 t, teniendo un rendimiento promedio de 16.34 t ha⁻¹. Los tres estados con mayor rendimiento fueron Durango con 2,502 t y un rendimiento promedio de 30 t ha⁻¹, Coahuila con 4,060.53 t y un rendimiento de 19.35 t ha⁻¹ y Sonora con 3,557.7 t con 15.17 t ha⁻¹ de rendimiento. (SIAP 2019)

Para el ciclo de primavera-verano 2018 los únicos dos estados que tienen producción son Coahuila con 359 t y un rendimiento promedio de 35.9 t ha⁻¹ y Chihuahua con 4,047.8 t con un rendimiento de 37 t ha⁻¹. (SIAP 2019)

La FAO reporta que en el año 2017 se sembraron 243,053.461 ha de trigo a nivel mundial, siendo los mayores productores China, India, Rusia y USA, México se encuentra en el lugar 32 según datos de la. (FAO STAT, 2017)

Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Genero	<i>Triticum</i>
Especie	<i>aestivum</i>

Fuente: Natural Resources Conservation Service. (2019)

Descripción botánica

Raíz

El sistema de la raíz es fasciculado y se forma según a algunas variables como textura, época de siembra, cantidad de lluvia, etc. En los primeros 25 cm de profundidad podemos encontrar el 50% de las raíces, el resto pueden llegar a medir un metro o más (Guerrero, 1999).

Tallo

Robles (1990) menciona que según las variedades el tallo crece de 120 a 160 cm. El tallo se alarga durante el encañado y lleva 7 u 8 hojas envainadoras a lo largo de la longitud de un entrenudo. En casi todas las variedades, el tallo, que es al principio macizo, se vuelve después hueco, salvo en los nudos, donde permanece macizo (Guerrero, 1999)

Hoja

Las hojas están dispuestas sobre el tallo alternamente en dos hileras verticales opuestas, cada una de las hojas tiene una divergencia de 180°. Las hojas de las gramíneas constan de las siguientes partes: vaina, lámina, lígula y un par de aurículas en la base de la lámina (Moreno *et al.*, 2001).

Macollamiento

Moreno *et al.* (2001) mencionan que los macollos nacen de las yemas que se encuentran en los nudos basales del tallo principal. A su vez, cada macollo que nace del tallo principal puede dar lugar a la formación de nuevos macollos y estos también pueden originar macollos, de manera que en la misma planta existen macollos nacidos del tallo principal o de tallos secundarios.

Los factores que influyen para el macollamiento son varios, como la variedad, época de siembra, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, densidad de siembra, etc.

Inflorescencia

Guerrero (1999) menciona que la inflorescencia es una espiga que está constituida por un eje llamado raquis, el cual tiene insertas las espiguillas alternadas. Estas

espiguillas se encuentran unidas directamente al raquis. Su número puede llegar hasta 25 y se recubren unas a otras. El trigo es una planta autógama, es decir que la fecundación ocurre antes de su apertura. Cuando las anteras aparecen al exterior, ya la flor está fecundada, por lo que cada variedad de trigo conserva sus características agronómicas y hereditarias notablemente constantes.

Fruto

El fruto se empieza a formar después de que ocurrió la polinización, llegando al tamaño máximo entre los 30 y 45 días. El fruto es un grano o cariósipide de forma ovoide con una ranura en la parte ventral, en uno de los extremos lleva el germen y el otro tiene una pubescencia que generalmente se llama brocha. (Robles 1990)

El grano está protegido por el pericarpio, de color rojo o blanco según las variedades, el resto que es en la mayor parte del grano está formado por el endospermo.

Requerimientos del cultivo

El trigo se produce en regiones templadas y frías situadas desde unos 15° a 60° de latitud norte y de 27 a 40 ° latitud sur (Robles, 1990).

Temperatura

Körber-Grohne citado por la OCDE (1999) menciona que la temperatura mínima para la germinación de las semillas de *T. aestivum* es entre 3 y 4° C. La floración comienza por encima de 14 °C.

Periodo vegetativo

El periodo vegetativo es de 120 a 145 días para el trigo de primavera y de 280 a 350 días para el trigo de invierno (Körber-Grohne citado por la OCDE, 1999).Densidad de siembra.

Las recomendaciones para la densidad de siembra, por lo general, están entre 100-150 kg/ha, lo cual es más de lo necesario pero considera las pérdidas posibles por mala preparación del suelo, mala semilla y pobre distribución de la misma como

ocurre cuando se siembra al voleo. Una alta densidad de plantas puede favorecer las enfermedades pero reduce los efectos de las malezas en razón de una mejor competencia, un hecho muy importante en algunas regiones. Una densidad alta puede favorecer también el encamado (Rawson y Gómez, 2001).

Avena (*Avena sativa*)

Origen geográfico

Las avenas al igual que el centeno se han originado como una planta agrícola de origen secundario, apareciendo en primer lugar a base de malas hierbas en los cultivos de trigo y cebada en el sur oeste de Asia, quizás hace unos 2,000 años y extendiéndose más allá del oeste y del norte. Bajo las condiciones más frías y húmedas del norte de Europa las formas de *Avena sativa* llegaron a ser las avenas predominantemente cultivadas (Gill y Vear, 1965)

En una avena para forraje, conviene tener una anchura máxima en las hojas, una alta proporción de hojas a tallos, y un fuerte ahijamiento (Hughes *et al.*, 1970).

El SIAP (2019) reporta que en el cultivo de avena forrajera en verde para el ciclo otoño-invierno del año 2018 a nivel nacional se sembró una superficie de 116,752.5 ha, teniendo un rendimiento promedio de 21.38 t ha⁻¹. Los estados con mayor producción son Coahuila con 545,470.67 t y un rendimiento de 22.31 t ha⁻¹, Durango con 531,884.69 t con un rendimiento de 22.51 t ha⁻¹ y Jalisco con 243,998.76 t teniendo un rendimiento de 23.29 t ha⁻¹.

Para el ciclo primavera-verano del 2018 para el cultivo avena forrajera en verde en el territorio nacional se tuvo una producción de 10, 400,872.9 t con un rendimiento de 15.56 t ha⁻¹, siendo lo estados con mayor producción, Aguascalientes con 3, 032,797.64 t y un rendimiento de 14.95 t ha⁻¹, Chihuahua con 2, 708,064.83 t con un rendimiento de 13.74 t ha⁻¹ y Durango con una producción de 1, 254,501.07 t y un rendimiento por ha de 17.04 t. (SIAP, 2019)

Según datos de FAO STAT en el año 2017 a nivel mundial se sembraron 10, 556,798 ha de avena. Siendo los países más productores Rusia, Canadá y Australia. México ocupa el lugar número treinta y tres.

Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Aveneae
Genero	<i>Avena</i>
Especie	<i>sativa</i>

Fuente: Robles (1990)

Descripción botánica

Raíz

El sistema radical de la avena es muy similar al del trigo. El gran desarrollo de sus profundas raíces fibrosas, que en el trigo penetran de 60 a 90 cm. de la superficie del suelo, son algo más profundas en la avena pues llegan a profundidades de 90 a 120 cm (Cazares, 1999).

Weaver citado por Cazares (1999) encontró que el promedio del trabajo de profundización de las raíces de la avena, en las llanuras de zacates cortos y en las verdaderas praderas, es de 81 a 102 cm., respectivamente, y que el máximo de profundización es, en cada caso de 102 y 135 cm.

Tallo

Los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco, tienen un buen valor forrajero. La longitud de estos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos (Dendy y Bogdan, 2001).

Hoja

La avena produce gran número de hojas; la vaina es cerrada y la lígula corta y ovalada, con dientes bien definidos y distinta, por lo tanto, de la del trigo, centeno y cebada. Las hojas jóvenes están enrolladas hacia la izquierda y carecen de aurículas, carácter que distingue a la avena de los demás cereales (Cazares, 1999).

Inflorescencia

La inflorescencia es en forma de panícula, es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, como consecuencia se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas (Dendy y Bogdan, 2001).

Fruto

Charley citado por Cruz (2007) menciona que el fruto es en forma de cariósipide, con glumillas adheridas.

Requerimientos del cultivo

La FAO citado por Jurado y Lara (2014) menciona que el cultivo de avena se desarrolla en altitudes de arriba de 1,500 msnm en zonas tropicales y de 1,000 a 3,000 msnm en zonas templadas. Los requerimientos de precipitación son de 250 a 800 mm/ciclo, con un óptimo de 500 mm, mientras que el rango de temperatura donde se puede desarrollar la avena es de 5 a 30 °C, con un óptimo de 17.5 °C. La avena prefiere suelos arcillo-limosos y franco-arcillosos, no calcáreos, con una textura limosa como la óptima para su crecimiento y desarrollo. Se adapta mejor a suelos profundos de entre 40 y 60 cm y con pH de 4.5 a 7.5, con un óptimo entre 5 y 6. Además, la avena se desarrolla en suelos planos con baja pendiente hasta un máximo de 8%.

Método y densidad de siembra

Jurado y Lara (2014) mencionan que cuando el terreno es plano se recomienda sembrar en hileras utilizando sembradora de granos pequeños, la distancia puede variar según las condiciones, lo más común es una distancia de 11 a 25 cm entre hileras y una profundidad de 6 cm.

Para el caso de terrenos con pendiente, se recomienda uso de surcos de 70-80 cm de separación usando una sembradora convencional de grano pequeño. Otro método de siembra es al voleo, utilizando la "voleadora" que distribuye la semilla en un ancho de 8 a 12 metros. Se recomienda usar de 90 a 110 kg ha⁻¹ con un porcentaje mínimo de germinación del 85% (Jurado y Lara, 2014)

Fertilización

La fertilización para avena forrajera de temporal debe realizarse al momento de la siembra con una formula 60-40-00 para buenos temporales de 300-400 mm y de 30-40-00 para malos temporales de menos de 300 mm (Jurado y Lara, 2014)

Cosecha

La cosecha del forraje de avena se hace comúnmente en la etapa de madurez fisiológica del grano, con rendimientos de 5.0 a 6.0 t de forraje seco ha⁻¹. Dependiendo de la variedad, la cosecha se realiza entre 87 a 109 días después de la siembra en etapa de madurez fisiológica con segadora mecánica o de manera manual con hoz y se deja secar en el suelo en hileras durante dos a tres días, dependiendo del tiempo. Posteriormente se voltea para que se seque por el otro lado y se procede a empacarlo (Jurado y Lara, 2014).

Cebada (*Hordeum vulgare*)

Origen geográfico

Vavilov mencionado por Robles (1990) describe dos centros de origen de la cebada. De un centro en Etiopia y África del Norte proceden muchas variedades cubiertas con barbas largas, mientras que del otro centro, China, Japón y el Tíbet proceden las variedades desnudas, barbas cortas o sin barbas, y los tipos con granos cubiertos por caperuzas. Una cebada para heno debe ser de barbas suaves o sin barbas, o de espiga cubierta. Las variedades de primavera rinden un 15% más que las del grupo de invierno (Hughes *et al.*, 1970).

El SIAP (2019) reporto que para el cultivo de cebada forrajera en verde para el ciclo otoño-invierno de 2018 se obtuvo una producción nacional de 232, 712.13 t, con un rendimiento promedio de 23.78 t ha⁻¹, los estados con mayor producción son Sonora con una producción de 93,369.16 t ha⁻¹ y rendimiento promedio de 24.14 t ha⁻¹, en segundo lugar se encuentra Coahuila con una producción de 42, 788.63 t, con un rendimiento promedio por ha de 24.06 t.

Para el ciclo primavera-verano de 2018 para el mismo cultivo el SIAP reporto una producción de 53, 534.06 t, con un rendimiento promedio de 13.55 t ha⁻¹, siendo los siguientes estados los más productores; Hidalgo con 33, 205.99 t y un rendimiento de 20.72 t ha⁻¹, Jalisco con 5, 699.76 t y un rendimiento promedio de 20.54 t ha⁻¹ y Guanajuato con 5, 645.87 t y un rendimiento de 13. 83 t ha⁻¹ (SIAP, 2019).

En 2017 la FAO reporto que a nivel mundial se sembraron 47, 476,690 ha, los países con mayor producción son Rusia, Australia y Alemania, México ocupa el lugar número veintiocho (FAO STAT, 2017).

Clasificación Taxonómica

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales

Familia
Genero
Especie

Gramineae
Hordeum
vulgare

Fuente Robles (1990)

Descripción botánica

Raíz

La cebada tiene dos tipos de sistemas de raíz, seminal y adventicio. La profundidad que alcanzan las raíces depende de la condición, textura y estructura del suelo, así como de la temperatura. Las raíces más profundas son generalmente de origen seminal y las capas superiores del suelo tienden a estar repletas de raíces adventicias que se desarrollan más tarde (Briggs citado por Box, 2008).

Tallo

El tallo es una estructura cilíndrica con entre nudos huecos, separados por entrenudos sólidos o articulaciones transversales con septos. En la planta hay entre seis y siete entrenudos, observándose hasta 10 u 11 entre nudos. El entrenudo basal es el más corto, mientras que el diámetro de los entrenudos disminuye hacia la parte superior de la planta. El pedúnculo es la última parte del tallo entre el entrenudo y el collar que marca la transición hacia el raquis en la espiga (Newman y Newman, 2008).

Hoja

Gómez-Macpherson citado por Box (2008) menciona que las hojas son lineales midiendo de 5-15mm de ancho, ubicándose alternadamente en el tallo. La hoja presenta en su estructura: envoltura, lámina, aurículas y lígula. La vaina rodea completamente el tallo. La lígula y aurículas distinguen la cebada de otros cereales y son muy útiles para la identificación ya que son lisas, envuelven al tallo y pueden ser pigmentados con antocianinas.

Macollamiento

Los macollos o tallos secundarios aparecen de las yemas axilares del primer tallo. El número de macollos por planta es influenciado por la densidad y la genética del

cultivar, así como también de factores ambientales. Por lo general una planta desarrolla entre uno y seis tallos sin embargo dentro de lugares favorables se presentan ocho (Briggs *et al.*, 2004).

Inflorescencia

Las inflorescencias corresponden a espigas, las cuales se caracterizan por ser compactas y generalmente barbadadas, La espiga es una extensión del tallo, tiene un raquis en forma de zigzag de 2.5 a 12.7 cm de longitud el cual tiene de 10 a 30 nudos. La espiga está conformada por estructuras llamadas espiguillas, cada una integrada por el grano y dos glumas con barbas de longitud variable, lisas o aserradas, las espiguillas son alternas y están adheridas al raquis. Las variedades de 6 hileras (*Hordeum vulgare*) tienen de 25 a 60 granos por espiga mientras que las de 2 hileras tienen de 15 a 30 (Warren y Martin, 1970).

Grano

Zúñiga citado por Ramírez (2018) menciona que el grano es un cariósipide, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y cubierta seminal (testa), están estrechamente unidas, siendo generalmente inseparables; el fruto, por lo tanto es de carácter indehisciente. El grano está conformado por pericarpio, endospermo y embrión, el cual está localizado en la parte dorsal del mismo, y su color puede ser crema, blanco negro, rojo o azul.

Requerimientos del cultivo

La cebada se adapta a diversos tipos de suelo, en general, se desarrolla bien en suelos ligeros bien drenados y en migajones con buena fertilidad. La textura óptima es de tipo franco (medio). Para un buen desarrollo radical son suficientes 30 cm de profundidad. El pH óptimo es de 6.5 a 8.0. Durante el ciclo de cultivo requiere de 380 a 660 mm de agua de lluvia bien distribuidos, tanto lluvias abundantes como sequias persistentes afectan el cultivo (Beltrán *et al.*, 2011).

Densidad de siembra

Al voleo 150-180 kg/ha, con sembradora de 120-150 kg/ha con un mínimo de germinación del 85% (ICAMEX, 2020).

Fertilización

Una fertilización fraccionada por etapas de desarrollo ofrece mejores resultados de aprovechamiento por planta, por ejemplo: Aplicar la mitad del N, todo el P y K en la siembra, y el resto del N en la etapa de encañe. La fórmula con mayor respuesta a reserva de un análisis de suelo previo es 150-60-30 (ICAMEX, 2020).

Triticale (*X triticosecale* Wittmack)

Origen

El triticale (*X triticosecale* Wittmack) fue obtenido artificialmente por el hombre a partir del cruzamiento de trigo con centeno. El nombre de triticale es una combinación del prefijo tritico derivado de *Triticum* y el sufijo secale. Es una planta que comparte características de los dos progenitores, tiene la rusticidad del centeno y mayor rendimiento y mejor llenado de grano, además de la altura que son aportados por el trigo (Solís, 2016).

Para obtener esta nueva especie de planta se ha utilizado como madre al trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), o el trigo duro (*Triticum durum* Desf.), y como padre al centeno (*Secale* ssp.) (Mellado citado por Solís, 2016).

En 1875 un científico llamado Wilson Informo acerca de una planta estéril resultante del cruzamiento del trigo con centeno. En esa época la planta era muy alta y estéril, como consecuencia de las diferencias en el número y estructura de los cromosomas (Varughese *et al.* Citado por Solís, 2016).

Con la llegada de la colchicina en 1937 se avanzó en la creación de los triticales debido a que con esta sustancia química se podía duplicar los cromosomas de las

células, con esto se obtuvieron plantas de triticale homocigotas y fértiles las cuales son capaces de reproducirse por sí mismas (Solís, 2016).

Se ha demostrado que el triticale tiene un potencial de forraje y contenido proteico superior al de la avena, y rendimientos de ensilaje y forraje más altos que los de trigo, centeno, avena y cebada (Huebner citado por Murillo *et al.*, 2001).

Rodríguez y Moreno citados por Murillo *et al.* (2001) mencionan que el triticale presenta mayor tolerancia a factores adversos como sequía, enfermedades foliares, suelos pobres, etc., por lo que presenta mayor rendimiento que otros cereales de grano pequeño, debido a esto se le considera como una alternativa de producción para áreas de temporal.

En el ciclo otoño-invierno del año 2018 el SIAP reportó que para el cultivo triticale forrajero en verde se obtuvo una producción nacional de 359, 661.28 t con un rendimiento promedio de 27.75 t ha⁻¹, siendo Querétaro con 73,365 t, Chihuahua con 57, 005.19 t y Durango con 54,057.78 t los estados con mayor producción, teniendo rendimientos promedio de 34 t ha⁻¹, 32.33 t ha⁻¹ y 32.14 t ha⁻¹ respectivamente (SIAP, 2019).

Mientras que para el ciclo primavera-verano de 2018 se obtuvo una producción nacional de 61, 430.97 t con un rendimiento promedio de 26.55 t ha⁻¹, los estados con mayor producción son: Edo. Méx. con 55, 078.85 t y un rendimiento de 18 t ha⁻¹ y Aguascalientes con 3, 301.12 t y un rendimiento de 32.05 t ha⁻¹ (SIAP, 2019).

En 2017 según la FAO se sembraron 4, 655, 782 ha a nivel mundial, siendo Polonia, Alemania y Bielorrusia los países con mayor producción, México figura en el lugar 37 a nivel mundial (FAO STAT, 2017).

Clasificación

El triticale lo podemos clasificar de las siguientes maneras:

Según el tipo de cruzamiento, el cual divide a los triticales en primarios que son obtenidos directamente del cruzamiento del trigo y el centeno y triticales

secundarios que se obtienen de cruzar un triticales primario con trigo o con otros triticales para mejorar sus características (Royo citado por Solís, 2016).

Según el número de cromosomas se clasifican en triticales hexaploides que son obtenidos de trigo duro (especie tetraploide 28 cromosomas) y el centeno (especie diploide, 14 cromosomas), octaploides los cuales parten del trigo harinero en lugar del duro, el cual es una especie hexaploide, y el centeno que es diploide, por lo que posee 56 cromosomas (Mellado citado por Solís, 2016).

La última clasificación se establece según su dotación cromosómica en triticales completos que son los que poseen la dotación completa del centeno, poseen el genomio R completo, y los triticales sustituidos, en los cuales algunos del genomio R han sido sustituidos por cromosomas procedentes del genomio D del trigo harinero. Para identificarlos a simple vista los triticales completos se parecen al centeno y los sustituidos al trigo, aunque hay unos de aspecto intermedio que es difícil apreciar a simple vista a que grupo pertenecen (Varughese citado por Solís, 2016).

Densidad de siembra

La dosis de semilla puede variar según el método de siembra y el terreno, pero la que más resultados ha dado es la de 100 kg/ha (López, 1991).

Temperatura

El cultivo puede llevarse a cabo tanto en climas subtropicales, moderadamente templados y fríos. Los óptimos de temperatura son:

- Temperatura óptima de germinación es de 20°C
- Temperatura óptima de crecimiento es de 10-24°C
- Temperatura mínima de supervivencia es de -10°C
- Temperatura máxima de supervivencia es de 33°C

www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_triticales.asp

Riego

Los momentos más importantes en los que no debe de faltar el agua son después de la siembra y durante el macollamiento, encañe, y crecimiento del grano. Por lo general, las necesidades hídricas del triticale oscilan en torno a los 400-900 mm/año.

Triticale como forraje

Royo, citado por Solís (2016) menciona que los triticales completos, al desarrollar mayor vegetación, son más apropiados como forraje, en la etapa de embuche el contenido de proteína es más alta, entre 22 y 24% sobre materia seca.

El triticale sembrado en asociación con la avena permite obtener mayores rendimientos, esta asociación presenta una mejoría en la calidad nutritiva con respecto a la avena sola (Solís, 2016).

Producción de forraje

Los forrajes

Son gramíneas o leguminosas cosechadas para ser suministradas como alimento a los animales, sea verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo, amonificación).

Los componentes químicos que tienen los forrajes son proteína, proteína cruda, extracto etéreo, carbohidratos y minerales (INATEC, 2016).

Producción de forraje en México

En México la ganadería fue introducida durante la época de la colonización hoy en día el sector ganadero representa uno de los componentes con mayor crecimiento del sector agropecuario (FIRCO, 2017).

Uno de los grandes problemas para un productor ganadero sea de carne, reproducción o lechero es la alimentación del ganado y donde las gramíneas forrajeras son de gran importancia.

En México diversos trabajos de investigación demuestran que el mejoramiento genético de las especies de cereales forrajeros así como la continua evaluación constituye la forma más viable para incrementar los índices de producción y productividad animal. Por lo tanto cada día cobra mayor importancia la necesidad de disponer de nuevos y mejores cultivares para la obtención de forraje, que superen a los cultivares anteriores e incluso a los que actualmente se utilizan para este fin (Medina citado por Álvarez, 2017).

El SIAP registro en 2017 un valor de producción de 587.2 mil millones de pesos y una superficie sembrada de 21.6 millones de hectáreas, donde el 12.4% del valor de la producción fue aportada por los forrajes (SIAP, 2018).

Producción de forraje con cereales de grano pequeño de invierno

Los cereales tienen muchas características que los hacen especialmente útiles para forraje; buen rendimiento, ricos en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono digestibles, además de que se conoce bien la adaptación de los cereales menores en lo relativo a suelos y climas.

Los cereales se prestan bien para la siembra en casos de emergencia, para producir forraje cuando otras cosechas se han perdido.

Los factores climáticos determinantes para la elección de un cereal para utilizarlo como forraje, son la humedad y la temperatura. En los climas más húmedos y calurosos se elige la avena por su alto rendimiento y calidad. En ambientes semiáridos se prefiere la cebada y el trigo por su mayor resistencia a la sequía.

El heno de avena, es de todos el más apetecible para los animales y el heno de trigo y cebada de barba blanda es intermedio. Todos los henos de los cereales

resultan más apetecibles para los animales cuando se siegan en fases tempranas de maduración.

La recomendación para elegir los cereales forrajeros se basa en las siguientes características:

Avena: En su mayoría se recomiendan las mismas variedades de avena para la producción de forraje y para la producción de grano, conviene que tenga una anchura máxima en las hojas, una alta proporción de hojas a tallos y un fuerte ahijamiento.

Cebada: Una cebada para heno debe de ser de barbas suaves o sin barbas, o de espigas cubiertas. Las variedades de primavera rinden un 15% más que las del grupo de invierno.

Trigo: Las variedades que se recomiendan para producción de grano son las que se usan también para forraje, pero las variedades con barbas no son convenientes para la obtención de heno (Hughes *et al.*, 1970).

Valor nutritivo del forraje de cereales

Los forrajes en la alimentación de los animales cumplen la misión de suministrar, como cualquier otra clase de alimentos, aquellos materiales necesarios para mantener su temperatura de manera constante, atender a su crecimiento y desarrollo, el funcionamiento normal de su organismo, a la reparación de pérdidas de energía y a la formación económica de producción de trabajo, carne, grasas, leche, etc.

La digestibilidad de los forrajes por parte del animal es mayor en el estado verde y ensilado que en los henificados o deshidratados. Además, cuanto más reducido sea el forraje en pequeñas proporciones por medio del corte, más fácilmente se realizará la masticación y salivación, aumentando así su digestibilidad.

De los forrajes frescos suministrados al animal se digieren de un 78-79% de sustancias proteicas, 64-65% de materias grasas, 78-79% de los glucósidos y un 67-68% de materia seca (Juscafresca, 1983).

Los forrajes henificados o deshidratados contienen de un 15-35% de materia seca, 4-20% de carbohidratos no estructurales, 3-30% de proteína cruda, 3-8% de extracto al éter y de 7-13% de cenizas (INATEC, 2016).

Juscafresca, (1983) menciona que tratándose de los forrajes henificados o deshidratados, no debe de suministrarse a los rumiantes adultos durante las 24 horas de día más de 3.5 kg de forraje por cada 100 kg de peso vivo. Sin embargo el valor de la ración de cualquier forraje tiene que ser calculada en base a la capacidad del aparato digestivo del animal.

Conservación de los forrajes

Henificado

La henificación consiste en la deshidratación en el campo de un forraje verde hasta que su humedad se reduzca hasta el 15% o menos, esto se hace de la siguiente manera:

Corte: se hace con hoz o machete cuando al grano del forraje se encuentra en estado lechoso o masal.

Hileras o tendido, y secado: se acomoda en hileras donde le dé el sol directo, dejándolo de 1 hasta 3 días por lado, dependiendo la humedad y cuidando que no se pudra la parte que esta e contacto con el suelo.

Enfardado: consiste en comprimir, cortar y empacar el forraje seco para su almacenamiento, esto depende de la maquinaria con que se cuente.

Un heno de buena calidad es cuando mantiene su color verde, es de aroma agradable, no tiene malezas toxicas entrelazadas, no tiene moho, fermentación ni pudrición y su contenido de humedad es bajo (FAO, 2011).

Ensilado

El ensilaje es un método de conservación de forrajes verdes ya sea de pastos o de árboles de leguminosas en la época de abundancia para que sea usado en la época de escasez. El ensilaje se obtiene mediante una fermentación anaerobia, aumentando la acidez y manteniendo un alto grado de humedad.

El proceso de ensilaje se desarrolla en dos fases:

Fase 1: Esta fase consta de cortar finamente el material y colocarlo en el silo, compactándolo para sacar el oxígeno presente, posteriormente se tapa y sella lo mejor posible.

Fase 2: En esta fase es cuando ocurre la fermentación anaeróbica, es cuando se producen y acumulan ácidos orgánicos, hasta que la cantidad de estos detiene la actividad de los microorganismos.

Un ensilado es malo si presenta olor a vinagre, mantequilla o a basura (Amparo y Muhammad, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y descripción del sitio experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano de 2018 en el Campo Experimental Ing. Humberto Treviño Siller de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicado en Navidad, municipio de Galeana Nuevo León.

La localidad se ubica en las coordenadas geográficas 25° 04' de latitud norte y 100° 37' de longitud oeste, a una altitud de 1895 msnm la temperatura media anual es de 14.6 °C, la temperatura mínima pueden llegar a -15 °C, la precipitación media anual es de 492 mm (Subdirección de Proyectos, 2011).

Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en las labores tradicionales utilizadas para el establecimiento de cereales de grano pequeño tales como barbecho, rastreo, nivelación y surcado, sembrándose en seco, manualmente bajo el método de siembra a chorrillo.

Parcelas experimentales

Las parcelas experimentales tuvieron un área de 5.4 m² (6 hileras de 3 m de longitud a 0.3 m entre hileras) considerando la parcela útil los cuatro surcos centrales.

Densidad

La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹.

Fecha de siembra

La siembra se realizó el 13 de junio de 2018.

Fertilización

La fertilización se llevó a cabo con la dosis 120-80-00, dosificando la mitad del nitrógeno a la siembra y la otra mitad al aplicar el riego de auxilio.

Material genético

El material genético utilizado en este trabajo (Cuadro 3.1.), constó de 22 genotipos de trigo harinero imberbe, una cebada forrajera imberbe (NARRO 95), un triticale (ERONGA) y AVENA como testigo.

Cuadro 3.1. Genotipos utilizados en el presente trabajo de investigación.

Tratamiento	Genotipo	Tratamiento	Genotipo
1	AN-249-99	14	AN-228-09
2	AN-268-99	15	AN-229-09
3	AN-263-99	16	AN-264-09
4	AN-267-99	17	AN-326-09
5	AN-244-99	18	AN-7-09
6	AN-236-99	19	AN-241-13
7	AN-209-09	20	AN-409-13
8	AN-216-09	21	AN-246-13
9	AN-217-09	22	AN-310-13
10	AN-218-09	23	AVENA
11	AN-220-09	24	NARRO 95
12	AN-221-09	25	ERONGA
13	AN-222-09		

Muestreos

Dentro del experimento se realizaron dos muestreos, el primero a los 60 días después de la siembra (dds) y el segundo a los 75 dds, cortando con una rozadera a ras de suelo 0.5 m de un surco de la parcela útil, guardando el material cortado en bolsas de papel de estraza previamente identificadas, para ser pesadas y procesadas en la Programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Variables evaluadas

Forraje Verde (FV)

Esta variable se midió pesando el material obtenido de campo registrándolo en gramos y posteriormente convirtiéndolo a $t\ ha^{-1}$, posteriormente cada muestra de forraje se separó en tallos, hojas y espigas, guardando cada uno de estos

componentes o fracciones en una bolsa de papel de estraza identificada con su número de tratamiento y muestreo para llevarlas a secar en una estufa de aire seco a 64 °C por tres días, a cada bolsa fue necesario realizarle pequeños agujeros para que el aire entrara en la bolsa y se pudiera secar el forraje de forma más rápida.

Fracciones de forraje

Pasados los tres días dentro de la estufa se sacaron las bolsas y se pesó cada fracción del forraje seco, registrándolo en gramos, para después hacer la conversión a $t\ ha^{-1}$, identificándose como: Forraje Seco de Tallo (FST), Forraje Seco de Hoja (FSH), Forraje Seco de Espiga (FSE). El Forraje Seco Total (FSTOT) se obtuvo con la suma de las tres fracciones de forraje seco.

La conversión de gr a $t\ ha^{-1}$ se realizó mediante la siguiente formula:

$$t\ ha^{-1} = \frac{P\ gr}{100 \times m^2}$$

Donde:

P gr: Es el peso de la muestra en gramos.

m^2 : Es el área de la parcela muestreada, (tamaño de entre hileras por longitud de parcela útil muestreada).

Diseño experimental

El diseño experimental tuvo un arreglo de bloques completos al azar con tres repeticiones. El modelo estadístico consiste en:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ : Es el efecto de la media.

τ_i : Es el efecto del i-ésimo genotipo

γ_j : Es el efecto de la j-ésima repetición

ε_{ij} : Efecto del error experimental

Cuadro 3.2. Cuadro de análisis de varianza

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada
Repeticiones	(r-1)	$\sum \frac{Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{repeticiones}}{Gl_{repeticiones}}$	$\frac{CM_{repeticiones}}{CM_{EE}}$
Genotipos	(t-1)	$\sum \frac{Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{tratamiento}}{Gl_{tratamiento}}$	$\frac{CM_{tratamiento}}{CM_{EE}}$
Error Experimental	(r-1)(t-1)	$SC_{Total} - (SC_{repeticiones} + SC_{tratamiento})$	$\frac{SC_{E Experimental}}{Gl_{E Experimental}}$	
Total	Tr-1	$\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^t Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$		

Análisis estadístico

Los datos de cada muestreo se analizaron como bloques completos al azar y la información conjunta de los muestreos realizados se analizó como parcelas divididas en bloques al azar, considerando como parcela grande los muestreos y como parcela chica los genotipos.

- Diseño estadístico del análisis combinado

$$Y_{ijk} = \mu + Y_j + B_k + BY_{jk} + T_i + BT_{ki} + \varepsilon_{jki}$$

Donde

μ : Efecto de la media general

Y_j : Es el efecto de la j-ésima repetición

B_k : Es el efecto de k-ésimo muestreo

BY_{jk} : Efecto de la interacción de la j-ésima repetición con el k-ésimo muestreo

T_i : Es el efecto del i-ésimo genotipo

B_{ki} : Es el efecto de la interacción entre el i-ésimo genotipo y el k-ésimo muestreo

ε_{ijk} : Es el efecto del error experimental asociado a la j-ésima repetición del i-ésimo genotipo y el k-ésimo muestreo

Comparación de medias

La comparación de medias para las diferentes variables se llevó a cabo mediante la diferencia mínima significativa (DMS), obteniendo el comparador:

$$W = t_s \sqrt{\frac{2(CMEE)}{r}}$$

Donde:

W= Valor de DMS

t_s = Valor tabulado y (S) nivel de significancia

CMEE: Cuadrado medio del error experimental

r= Repeticiones

Coeficiente de variación

Para cada variable analizada se calculó el Coeficiente de variación, mediante la fórmula siguiente:

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{X} \times 100$$

Donde:

CV=Coeficiente de variación

CMEE= Cuadrado medio del error experimental

X= Media general

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada muestreo y posteriormente aparecerán los del análisis combinado de la información.

Muestreo 1

En el análisis de varianza del forraje verde en el muestreo uno (Cuadro 4.1), se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en la fuente de variación repeticiones. Para la fuente de variación genotipos, se obtuvieron de igual manera diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), interpretándolo como que al menos uno de los genotipos mostró un comportamiento distinto en esta variable y puede permitir la selección de alguno de ellos para incrementar esta variable. La media para el FV se ubicó en 17.576 t ha^{-1} , reportando un CV de 19.33%.

En el Cuadro 4.1, para el forraje seco de tallo (FST) resultaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre repeticiones, interpretándolo como que al menos una repetición fue diferente a las otras dos; entre los genotipos hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), interpretándose un comportamiento diferente en al menos un genotipo. La media se registró en las 2.32 t ha^{-1} y el CV fue de 21.47%.

En lo referente al forraje seco de hojas (FSH), hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para repeticiones y genotipos, mientras que para el forraje seco de espigas (FSE) se mantuvo la significancia entre los genotipos, pero no hubo diferencias entre las repeticiones con la probabilidad al 0.05 y 0.01 %. La media de 1.35 t ha^{-1} (Cuadro 4.1.). Lo que sugiere que todas las repeticiones son diferentes entre sí al igual que las medias de los tratamientos. La media del FSH fue de 1.35 t ha^{-1} y la de FSE fue de 1.29 t ha^{-1} , con coeficientes de variación de 26.27% y de 20.77%, respectivamente

El forraje seco total (FSTOT) en el primer muestreo mostró una media de 4.96 t ha^{-1} y el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las repeticiones y genotipos, el CV fue de 18.91% para esta variable (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas en el primer muestreo.

Fv	gl	FV	FST	FSH	FSE	FSTOT
REPETICIONES	2	79.06**	0.844*	0.866**	.221 NS	4.482**
GENOTIPO	24	32.54**	0.731**	0.428**	1.058**	2.988**
EE	48	11.55	0.248	0.126	0.071	0.88
MEDIA t ha ⁻¹		17.576	2.32	1.35	1.29	4.96
CV %		19.33	21.47	26.27	20.77	18.91

*,**= Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente. NS= no significancia. Fv= Fuentes de variación, gl= Grados de libertad, FV= Forraje verde, FST= Forraje seco de tallo, FSH= Forraje seco de hoja, FSE= Forraje seco de espiga, FSTOT= Forraje seco total, CV= Coeficiente de variación.

Al realizar la comparación de medias (DMS al 0.05% de probabilidad) para la variable FV, se encontraron seis grupos de significancia, con **NARRO 95** en primer lugar con 27.6 t ha⁻¹ seguido de **AN-236-99** con 23.578 t ha⁻¹ de FV, estos dos genotipos formaron el grupo de significancia A, tal como se aprecia en el Cuadro 4.2, en el último grupo de significancia se ubicaron la avena y el triticale junto a otros trigos, con el genotipo **AN-268-99** en la última posición con una producción de 12.289 t ha⁻¹.

Para la variable FST del Cuadro 4.2, se obtuvieron cinco grupos de significancia, apareciendo en los primeros lugares los genotipos **AN-228-09** con 3.49 t ha⁻¹, **NARRO 95** con 3.4 t ha⁻¹, **AN-236-99** con 3.31 t ha⁻¹, y **AN-241-13** con 3.04 t ha⁻¹, los cuales formaron el primer grupo de significancia; al igual que en la variable anterior la avena y el triticale aparecieron en el último grupo de significancia, en el cual aparece en la última posición el genotipo **AN-268-99** con 1.733 t ha⁻¹.

Matus (2018) reporta que los genotipos con mayor rendimiento de forraje seco de tallo en la localidad Zaragoza fueron **AN-236-99**, **AN-228-09** ambos con 7.13 t ha⁻¹ y **NARRO 95** con 7.02 t ha⁻¹, mientras que en este trabajo, para el muestreo 1, fueron también los tres genotipos que mayor rendimiento tuvieron.

La prueba de medias para el forraje seco de hojas (FSH) arrojó hasta diez grupos de significancia; el grupo A contuvo nueve genotipos, siendo los tres primeros de dicho grupo los genotipos **AN-216-09**, **AN-244-99**, **AN-209-09** con 2.022, 1.978 y 1.867 t ha⁻¹, respectivamente, seguidos por **NARRO 95**. La avena y el triticale se ubicaron en el último grupo de significancia, apareciendo como último lugar el genotipo **AN-246-13** con .822 t ha⁻¹, tal como se aprecia en el Cuadro 4.2.

En el forraje seco de espigas (FSE), también se formaron diez grupos de significancia, conformando el grupo A los genotipos: **AN-246-13**, **NARRO 95** y **AN-7-09** con medias de 2.489, 2.422, 2.244 t ha⁻¹, respectivamente; en la última posición de esta prueba del mismo Cuadro 4.2, aparece el genotipo **AN-222-09** con una media de 0.578 t ha⁻¹.

Hernández en 2017 reporta la cebada **NARRO 95** como uno de los tres genotipos con mayor producción de FSE al igual que este trabajo.

En el forraje seco total (FSTOT) la prueba de medias formó seis grupos, en el grupo A hubo tres genotipos: **NARRO 95**, **AN-228-09** y **AN-236-99** con medias de 7.689, 6.867 y 6.467 t ha⁻¹, respectivamente; el triticale y la avena aparecieron en el último grupo de significancia con rendimientos ligeramente superiores a las 4.0 t ha⁻¹, en los últimos tres lugares del Cuadro 4.2, se aprecian los genotipos **AN-221-09**, **AN-268-99**, **AN-222-09** con medias de 3.822, 3.733 y 3.622 t ha⁻¹, respectivamente.

Cuadro 4.2. Resultados de la comparación de medias para las variables evaluadas en el primer muestreo

FV			FST			FSH			FSE			FSTOT		
GENOTIPO	MEDIA t ha ⁻¹	GRUPO												
NARRO 95	27.6	A	AN-228-09	3.489	A	AN-216-09	2.022	A	AN-246-13	2.489	A	NARRO 95	7.689	A
AN-236-99	23.578	A-B	NARRO 95	3.4	A-B	AN-244-99	1.978	A-B	NARRO 95	2.422	A-B	AN-228-09	6.867	A-B
AN-241-13	21.956	B-C	AN-236-99	3.311	A-B	AN-209-09	1.867	A-C	AN-7-09	2.244	A-B	AN-236-99	6.467	A-C
AN-228-09	20.044	B-D	AN-241-13	3.044	A-C	NARRO 95	1.867	A-C	AN-409-13	2.044	B-C	AN-246-13	5.978	B-D
AN-220-09	19.644	B-D	AN-246-13	2.666	B-D	AN-220-09	1.822	A-D	AN-228-09	2.044	B-C	AN-241-13	5.8667	B-D
AN-218-09	19.33	B-D	AN-409-13	2.489	C-E	AN-218-09	1.711	A-E	AN-241-13	1.756	C-D	AN-7-09	5.533	B-E
AN-209-09	19.333	B-D	AN-218-09	2.378	C-E	AN-217-09	1.667	A-F	AN-310-13	1.667	C-E	AN-409-13	5.467	B-E
AN-267-99	19.044	B-D	AN-220-09	2.355	C-E	AN-236-99	1.6	A-G	AN-236-99	1.556	D-E	AN-220-09	5.022	C-F
AN-216-09	18.156	B-E	AN-7-09	2.355	C-E	AN-326-09	1.467	A-H	AN-229-09	1.511	D-F	AN-229-09	4.956	C-F
AN-229-09	17.489	C-F	AN-267-99	2.2	D-E	AN-267-99	1.422	B-I	AN-263-99	1.378	D-G	AN-209-09	4.933	C-F
AVENA	17	C-F	AN-209-09	2.177	D-E	AN-229-09	1.422	B-I	AN-326-09	1.311	E-H	AN-326-09	4.911	D-F
AN-244-99	16.933	C-F	AVENA	2.177	D-E	AN-228-09	1.333	C-J	AN-268-99	1.111	F-I	AN-218-09	4.867	D-F
AN-409-13	16.756	C-F	AN-217-09	2.155	D-E	AN-249-99	1.289	C-J	ERONGA	1.089	F-I	AN-244-99	4.867	D-F
AN-246-13	16.556	C-F	AN-244-99	2.155	D-E	AN-221-09	1.289	C-J	AVENA	1.022	G-I	AN-216-09	4.733	D-F
AN-222-09	16.244	D-F	AN-326-09	2.133	D-E	AN-222-09	1.267	D-J	AN-264-09	1	G-J	AN-217-09	4.667	D-F
AN-249-99	16.156	D-F	AN-310-13	2.133	D-E	AN-264-09	1.222	E-J	AN-209-09	0.889	H-J	AN-310-13	4.644	D-F
AN-263-99	15.978	D-F	ERONGA	2.067	D-E	AN-263-99	1.089	F-J	AN-217-09	0.844	I-J	AN-263-99	4.489	D-F
AN-7-09	15.844	D-F	AN-229-09	2.022	D-E	AN-241-13	1.067	G-J	AN-220-09	0.844	I-J	AN-264-09	4.22	E-F
AN-326-09	15.467	D-F	AN-263-99	2.022	D-E	ERONGA	1.067	G-J	AN-249-99	0.822	I-J	ERONGA	4.22	E-F
AN-217-09	15.378	D-F	AN-326-09	2	D-E	AVENA	0.956	H-J	AN-218-09	0.778	I-J	AN-267-99	4.2	E-F
ERONGA	15.244	D-F	AN-249-99	2	D-E	AN-7-09	0.933	H-J	AN-221-09	0.733	I-J	AVENA	4.156	E-F
AN-264-09	15.067	D-F	AN-216-09	1.978	D-E	AN-409-13	0.933	H-J	AN-216-09	0.733	I-J	AN-249-99	4.111	E-F
AN-310-13	15	D-F	AN-221-09	1.8	E	AN-268-99	0.889	H-J	AN-244-99	0.733	I-J	AN-221-09	3.822	F
AN-221-09	13.311	E-F	AN-222-09	1.778	E	AN-310-13	0.844	I-J	AN-267-99	0.578	J	AN-268-99	3.733	F
AN-268-99	12.289	F	AN-268-99	1.733	E	AN-246-13	0.822	J	AN-222-09	0.578	J	AN-222-09	3.622	F
DMS	5.579		DMS	0.818		DMS	0.584		DMS	0.439		DMS	1.541	

Genotipos con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS al 0.05 de probabilidad). FV=Forraje verde, FST= Forraje seco de tallo, FSH= Forraje seco de hoja, FSE= Forraje seco de espiga, FSTOT= Forraje seco total.

Se realizó el cálculo de las proporciones que aportaron cada fracción de forraje al forraje seco total y la fracción más abundante en los trigos evaluados fueron los tallos, seguido por la hoja y espiga, mientras que, en cebada la proporción de espigas ocupa el segundo lugar y la hoja el último lugar, en los genotipos de avena y triticale la proporción de tallos ocupa el primer lugar mientras que la hoja y la espiga tienen porcentaje similar de fracción de forraje (Cuadro 4.3)

Cuadro 4.3. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total en el primer muestreo (60 dds).

	Trigo		Cebada		Triticale		Avena	
	Media t ha ⁻¹	%						
Tallo	2.29	46.65	3.40	44.22	2.07	48.95	2.18	52.39
Hoja	1.36	27.74	1.87	24.28	1.07	25.27	0.96	23.01
Espiga	1.26	25.60	2.42	31.50	1.09	25.79	1.02	24.60
Total	4.91	100	7.69	100	4.22	100	4.16	100

Muestreo 2

En el análisis de varianza dentro del muestreo dos (Cuadro 4.4) para la variable FV se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para la fuente de variación repeticiones y alta significancia ($P \leq 0.01$) para la fuente de variación genotipos, interpretando lo anterior como que al menos una repetición es diferente y que los genotipos tuvieron un diferente comportamiento entre sí. El CV que se obtuvo fue de 17.92% y una media de 15.78 t ha⁻¹,

La variable FST en este muestreo (Cuadro 4.4) reportó una media de 2.41 t ha⁻¹ con un CV de 26.87%, mientras que en el análisis de varianza en las dos fuentes de variación no tuvieron significancia con la probabilidad al 0.05 y 0.01 %, con lo que se explica que la repeticiones y los genotipos se comportaron iguales entre sí.

En el Cuadro 4.4 para el FSH se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la fuente de variación repeticiones y diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para los genotipos, lo que interpretamos que al menos una repetición es diferente a las otras dos y que un genotipo es diferente. La media se ubicó en 0.95 t ha⁻¹ y el CV fue de 22.39%.

En la variable FSE se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en las fuentes de variación repeticiones y genotipo, la media de esta variable fue de 2.59 t ha⁻¹ y el CV de 20.37% como se muestra en el Cuadro 4.4.

El análisis de varianza realizado para la variable FSTOT del segundo muestreo (Cuadro 4.4.) se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la fuente de variación repeticiones mientras que en la fuente de variación genotipo no se reportó significancia con las probabilidades 0.05 y 0.01 %, esto indica que al menos una repetición fue diferente de las otras dos y que los genotipos se comportaron de manera similar. El CV fue de 19 % y la media de 5.95 t ha⁻¹.

Cuadro 4.4. Cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas en el segundo muestreo.

Fv	gl	FV	FST	FSH	FSE	FSTOT
REPETICIONES	2	36.664*	0.0441 NS	0.206 *	1.580**	5.508 *
TRATAMIENTO	24	17.904**	0.545 NS	0.211**	1.098**	1.799 NS
EE	48	8.007	0.419	0.045	0.278	1.278
MEDIA t ha ⁻¹		15.78	2.41	0.95	2.59	5.95
CV %		17.92	26.87	22.39	20.37	19.0

*,**= Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente. NS= no significancia. Fv= Fuentes de variación, gl= Grados de libertad, FV= Forraje verde, FST= Forraje seco de tallo, FSH= Forraje seco de hoja, FSE= Forraje seco de espiga, FSTOT= Forraje seco total, CV= Coeficiente de variación.

En la prueba de medias del segundo muestreo para la variable FV se obtuvieron ocho grupos de significancia (DMS al 0.05% de probabilidad), encontrándose en los primeros lugares, como se aprecia en el Cuadro 4.5, los genotipos **AN-241-13**, **NARRO 95** y **AN-236-99** con una media de 19.089, 18.867, 18.4 t ha⁻¹ cada uno, el triticale también se encuentra en el primer grupo de significancia, mientras que la avena aparece en el último grupo de significancia y en último lugar podemos observar al genotipo **AN-7-09** con 8.778 t ha⁻¹, aunque estadísticamente igual a la avena.

La variable FST reportó cuatro grupos de medias, ocupando los tres primeros lugares los genotipos **AN-217-09**, **AN-241-13**, **AN-267-99** con 3.667, 3.067, 2.8 t ha⁻¹, respectivamente, que junto a otros cuatro genotipos conformaron el grupo A, en el último lugar del Cuadro 4.5 está de nuevo el genotipo **AN-7-09** con una media de 1.711 t ha⁻¹. La cebada, la avena y el triticale están en el último grupo de significancia junto con el AN-7-09.

En el Cuadro 4.5, se aprecia que en la variable FSH se obtuvieron 9 grupos de significancia conformando el grupo A los genotipos: **NARRO 95**, **AN-209-09**, **AN-218-09**, **AN-267-99** con medias de 1.556, 1.267, 1.222, 1.222 t ha⁻¹ ,

respectivamente, en el grupo G se ubicaron los genotipos avena y triticale, mientras que al final de la tabla podemos observar al genotipo **AN-7-09** con una media de 0.444 t ha⁻¹.

Matus (2018) reporta en la variable FSH a los genotipos **AN-218-09** con 5.64 t ha⁻¹ en la localidad Zaragoza y a **NARRO 95** con 4.55 t ha⁻¹ en la localidad San Ignacio, como los genotipos con mayor producción, estos genotipos se encuentran entre los tres con mayor rendimiento de FSH en el segundo muestreo de este trabajo.

Dentro de la variable FSE se reportan 7 grupos de medias, encontrando en los primeros tres lugares a los genotipos **AN-246-13**, **AN-236-99**, **AN-310-13** con sus respectivas medias de 3.911, 3.378 y 3.378 t ha⁻¹, seguido de **NARRO 95**, dejando en última posición a la **AVENA** con una media de 1.356 t ha⁻¹, mientras que el triticale apareció en el tercer grupo de significancia tal como se aprecia en el Cuadro 4.5.

En este trabajo se reporta al genotipo **AVENA** en la variable FSE como el último lugar en producción, al igual de Matus (2018) lo reporta en su análisis combinado y la localidad San Ignacio, en esta localidad reporta al genotipo **AN-236-99** como uno de los tres con mayor rendimiento, al igual que en el muestreo 2 de este trabajo.

En el FSTOT, tal como aparece en el Cuadro 4.5 se obtuvieron 4 grupos de significancia, teniendo en el grupo A los genotipos **NARRO 95**, **AN-217-09**, **AN-246-13**, con 7.378, 7.022, 6.733 t ha⁻¹, respectivamente, seguidos del triticale, dejando en los últimos tres lugares a **AN-249-99**, **AVENA**, **AN-7-09** con medias de 4.978, 4.889, 3.822 t ha⁻¹, respectivamente.

Cuadro 4.5. Resultados de la comparación de medias para las variables evaluadas en el segundo muestreo.

FV			FST			FSH			FSE			FSTOT		
GENOTIPO	MEDIA t ha ⁻¹	GRUPO												
AN-241-13	19.089	A	AN-217-09	3.667	A	NARRO 95	1.556	A	AN-246-13	3.911	A	NARRO 95	7.378	A
NARRO 95	18.867	A-B	AN-241-13	3.067	A-B	AN-209-09	1.267	A-B	AN-236-99	3.778	A-B	AN-217-09	7.022	A-B
AN-236-99	18.4	A-C	AN-267-99	2.8	A-C	AN-218-09	1.222	A-C	AN-310-13	3.778	A-B	AN-246-13	6.733	A-C
AN-218-09	17.978	A-D	AN-228-09	2.733	A-D	AN-267-99	1.222	A-C	NARRO 95	3.333	A-B	AN-228-09	6.667	A-C
AN-222-09	17.956	A-D	AN-218-09	2.711	A-D	AN-222-09	1.2	B-C	AN-228-09	3.222	A-C	AN-236-99	6.622	A-C
AN-267-99	17.711	A-E	AN-222-09	2.644	A-D	AN-216-09	1.178	B-C	AN-263-99	3.156	A-C	AN-267-99	6.6	A-C
AN-209-09	17.489	A-F	AN-409-13	2.644	A-D	AN-221-09	1.556	B-D	AN-326-09	2.289	B-D	AN-218-09	6.489	A-C
AN-220-09	17.356	A-F	AN-209-09	2.578	B-D	AN-244-99	1.111	B-E	AN-409-13	2.844	B-D	AN-241-13	6.467	A-C
AN-217-09	17.711	A-F	AN-220-09	2.511	B-D	AN-220-09	1.111	B-E	AN-264-09	2.844	B-D	AN-409-13	6.378	A-C
AN-244-99	17.067	A-F	AVENA	2.511	B-D	AN-217-09	1.089	B-F	AN-268-99	2.822	B-D	AN-310-13	6.356	A-C
ERONGA	16.933	A-F	NARRO 95	2.4889	B-D	AVENA	1.022	B-G	AN-229-09	2.689	B-D	AN-263-99	6.222	A-C
AN-216-09	16.6	A-G	ERONGA	2.422	B-D	AN-229-09	1	B-G	AN-267-99	2.578	B-D	AN-209-09	6.089	A-C
AN-221-09	16.578	A-G	AN-244-99	2.411	B-D	AN-241-13	0.933	B-G	AN-218-09	2.556	B-D	AN-244-99	6	A-C
AN-264-09	16.33	A-G	AN-236-99	2.33	B-D	AN-236-99	0.911	C-G	AN-241-13	2.467	C-E	AN-264-09	5.733	A-C
AN-246-13	15.644	A-G	AN-221-09	2.311	B-D	AN-409-13	0.889	C-H	AN-244-99	2.467	C-F	ERONGA	5.689	A-C
AN-228-09	15.044	A-G	AN-263-99	2.289	B-D	AN-264-09	0.822	D-H	ERONGA	2.444	C-F	AN-220-09	5.667	A-D
AN-409-13	14.956	A-G	AN-310-13	2.267	B-D	ERONGA	0.822	DH	AN-217-09	2.667	D-F	AN-222-09	5.6	A-D
AN-229-09	14.556	A-G	AN-216-09	2.267	B-D	AN-263-99	0.778	E-I	AN-209-09	2.244	D-F	AN-229-09	5.6	A-D
AN-249-99	14.378	B-G	AN-246-13	2.267	B-D	AN-249-99	0.756	F-I	AN-249-99	2.222	D-F	AN-221-09	5.578	A-D
AN-263-99	14.133	C-G	AN-264-09	2.067	B-D	AN-326-09	0.733	G-I	AN-221-09	2.111	D-G	AN-216-09	5.556	A-D
AN-326-09	13.444	D-G	AN-249-99	2	C-D	AN-228-09	0.711	G-I	AN-216-09	2.111	D-G	AN-326-09	5.467	B-D
AN-310-13	13.267	E-H	AN-229-09	1.911	C-D	AN-310-13	0.711	G-I	AN-220-09	2.044	D-G	AN-268-99	5.156	C-D
AVENA	12.867	F-H	AN-326-09	1.844	C-D	AN-268-99	0.556	H-I	AN-222-09	1.756	E-G	AN-249-99	4.978	C-D
AN-268-99	12.022	G-H	AN-268-99	1.778	C-D	AN-246-13	0.556	H-I	AN-7-09	1.667	F-G	AVENA	4.889	C-D
AN-7-09	8.778	H	AN-7-09	1.711	D	AN-7-09	0.444	I	AVENA	1.356	G	AN-7-09	3.822	D
DMS	4.645		DMS	1.063		DMS	0.349		DMS	0.866		DMS	1.856	

Genotipos con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS al 0.05 de probabilidad). FV=Forraje verde, FST= Forraje seco de tallo, FSH= Forraje seco de hoja, FSE= Forraje seco de espiga, FSTOT= Forraje seco total.

Al calcular el porcentaje que cada fracción de forraje aporta al forraje seco total (Cuadro 4.6), el trigo, cebada y triticale las espigas ocuparon el mayor porcentaje seguido del tallo y hoja, en la avena el tallo tuvo mayor porcentaje seguido de la espiga y hoja.

Cuadro 4.6. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total en el segundo muestreo (75 dds).

	Trigo		Cebada		Triticale		Avena	
	Media t ha-1	%						
Tallo	2.40	40.56	2.49	33.73	2.42	42.58	2.51	51.36
Hoja	0.93	15.64	1.56	21.09	0.82	14.45	1.02	20.90
Espiga	2.59	43.80	3.33	45.18	2.44	42.97	1.36	27.74
Total	5.92	100	7.38	100	5.69	100	4.89	100

Análisis combinado

En el análisis de varianza combinado (Cuadro 4.7) de la variable FV, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las fuentes de variación repeticiones, muestreo y tratamiento, lo que se puede explicar como que al menos una repetición, un muestreo y un genotipo es diferente de los demás. Mientras que en las fuentes de variación repeticiones dentro de muestreos y tratamientos a través de los muestreos no mostraron significancia con la probabilidad al 0.05 y 0.01 %, lo que sugiere que los genotipos se comportaron de la misma manera en los dos muestreos y las repeticiones fueron similares en los muestreos. En esta variable se obtuvo una media de 16.68 t ha⁻¹ y un CV 18.75%.

En lo referente a la variable FST dentro del análisis combinado (Cuadro 4.7) solo se reportó alta significancia ($P \leq 0.01$), entre tratamientos, el resto de fuentes de variación fue no significativa para las probabilidades de 0.05 y 0.01 %, interpretándose como que al menos hay un genotipo distinto a los demás que podamos seleccionar. La media aritmética fue de 2.36 t ha⁻¹ y el CV de 24.43%.

En el Cuadro 4.7 para la variable FSH se registró una media de 1.15 t ha⁻¹ y un CV de 25.43%, en las fuentes de variación repeticiones por muestreos y tratamientos por muestreos no se reportó significancia al 0.05 y 0.01 %, mientras que para las fuentes de variación repeticiones, muestreo y tratamiento si hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) lo que se interpreta como que las repeticiones y los muestreos fueron diferentes entre sí y al menos un genotipo puede ser seleccionado.

La variable FSE dentro del análisis combinado reportó una media de 1.93 t ha⁻¹ y un CV de 21.57% , mientras que en análisis de varianza se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las fuentes de variación repeticiones, muestreo, tratamiento y tratamiento por muestreo, ésta última sugiere el comportamiento diferente de los genotipos en los muestreos realizados; la fuente de variación repeticiones por muestreo no tuvo significancia con la probabilidad de 0.05 y 0.01 % lo que nos dice que las repeticiones se comportaron de la misma manera en los dos muestreos como se muestra en el Cuadro 4.7.

Dentro de la variable FSTOT se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las fuentes de variación repeticiones, muestreo y tratamiento, lo que se explica como que en las repeticiones y los muestreos hay diferencias y al menos un genotipo puede ser seleccionado, en las fuentes de variación repeticiones por muestreo y tratamientos por muestreo no hubo significancia con las probabilidades de 0.05 y 0.01 %, como se observa en el Cuadro 4.7. La media es de 5.46 t ha⁻¹ y el CV de 19.04%,

Cuadro 4.7. Cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas en el análisis combinado

Fv	gl	FV	FST	FSH	FSE	FSTOT
REPETICIONES	2	111.318**	0.863 NS	0.957**	1.325**	9.105**
MUESTREO	1	120.661**	0.296 NS	6.107 **	63.679**	36.638 **
REP*MUEST	2	4.407 NS	0.421 NS	0.115 NS	0.476 NS	0.885 NS
TRATAMIENTO	24	38.880**	0.819**	0.537**	1.691**	3.569**
MUEST*TRAT	24	38.88 NS	0.456 NS	0.102 NS	0.465 **	1.217 NS
EE	96	9.777	0.334	0.086	0.175	1.079
MEDIA t ha ⁻¹		16.68	2.36	1.15	1.93	5.46
CV %		18.75	24.43	25.43	21.57	19.04

*,**= Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente. NS= no significancia. Fv= Fuentes de variación, gl= Grados de libertad, FV= Forraje verde, FST= Forraje seco de tallo, FSH= Forraje seco de hoja, FSE= Forraje seco de espiga, FSTOT= Forraje seco total, CV= Coeficiente de variación.

La prueba de medias de los genotipos (DMS al 0.05% de probabilidad), reportó para la variable FV ocho grupos de significancia, apareciendo en el grupo A los genotipos **NARRO 95**, **AN-236-99** y **AN-241-13** con medias de 23.23 t ha⁻¹, 21 t ha⁻¹ y 20.52 t ha⁻¹, respectivamente, en el último lugar está el genotipo **AN-268-99** con una media de 12.156 t ha⁻¹, los testigos ERONGA y AVENA se encontraron en el grupo E tal como se muestra en el Cuadro 4.8.

Hernández (2017) en la variable FV reportó al genotipo **NARRO 95** con un rendimiento de 70.98 t ha⁻¹, en el primer lugar de su prueba de medias, en este trabajo se encontró que **NARRO 95** estuvo entre los tres primeros genotipos con mayor producción dentro de los dos muestreos y colocándolo en el análisis combinado como el de mayor producción de forraje. Lo que indica que este material se puede adaptar al ciclo primavera-verano.

La variable FST obtuvo seis grupos de significancia, en los primeros lugares se encuentran los genotipos **AN-228-09** con 3.11 t ha⁻¹, **AN-241-13** con 3.056 t ha⁻¹ y **NARRO 95** con 2.944 t ha⁻¹, que junto con seis genotipos más formaron el primer grupo de significancia, tal como se muestra en el Cuadro 4.8. En el último lugar se encuentra el genotipo **AN-268-99** con una media de 1.756 t ha⁻¹, dentro del mismo grupo de significancia que la avena y el triticale

Matus (2018) reporta en la variable FST al genotipo **AN-268-99** dentro de la localidad San Ignacio y su análisis combinado como uno de los tres genotipos con mayor rendimiento, mientras que en este trabajo fue el que menor rendimiento tuvo en el muestreo 1 y en el análisis combinado, el genotipo **AN-228-09** dentro de la localidad Zaragoza y del análisis combinado de Matus fue uno de los tres con mayor rendimiento, al igual que los resultados obtenidos en este trabajo para el análisis combinado y el muestreo 1. Con esto podemos observar la interacción de la fecha de corte, la localidad y el ciclo de producción.

La variable FSH obtuvo diez grupos de significancia, **NARRO 95** con una media de 1.711 t ha⁻¹, **AN-216-09** con 1.6 t ha⁻¹ y **AN-209-09** con 1.57 t ha⁻¹ son los genotipos que se encuentran en los primeros lugares del grupo A de significancia junto con cuatro genotipos más, tal como se aprecia en el Cuadro 4.8, mientras que AVENA y ERONGA comparten el último grupo de significancia con **AN-7-09** y nueve trigos más, **AN-7-09** aparece con una media de 0.689 t ha⁻¹, por lo que se encuentra en último lugar de la tabla.

Dentro de la variable FSE se obtuvieron doce grupos de significancia, en el grupo A están los genotipos **AN-246-13** y **NARRO 95** con una media respectiva de 3.2 t ha⁻¹ y 2.88 t ha⁻¹, ERONGA se reporta en el grupo de significancia G mientras que

en los últimos lugares están los genotipos **AVENA** con 1.189 t ha^{-1} y **AN-222-09** con 1.167 t ha^{-1} .

El genotipo **NARRO 95** se ha reportado por Matus (2018) como el de mayor rendimiento de espigas en la localidad Zaragoza y como uno de los tres con mayor producción en su análisis combinado, mientras que en este trabajo dentro del muestreo 1 y el análisis combinado se pudo observar que este mismo material de igual forma fue uno de los tres con mayor producción de FSE.

En el Cuadro 4.8 la variable FSTOT obtuvo nueve grupos de significancia, teniendo en los primeros lugares a los genotipos **NARRO 95**, **AN-228-09**, **AN-236-99** y **AN-246-13** con una media de 7.53, 7.77, 6.54 y 6.356 t ha^{-1} respectivamente, quienes formaron el primer grupo de significancia, El triticale está en el último grupo de significancia, del cual, en los últimos lugares se encuentran los genotipos **AN-249-99**, **AVENA** y **AN-268-99** con medias de 4.54, 4.52 y 4.44 t ha^{-1} , respectivamente.

Matus (2018) reportó al genotipo **NARRO 95** en la localidad Zaragoza, San Ignacio y su análisis combinado, como uno de los tres genotipos con mayor rendimiento, en la prueba de medias de FSTOT dentro de los dos muestreos y el análisis combinado del presente trabajo se observa al mismo material como el que obtuvo mayor rendimiento, mientras que el genotipo **AN-268-99** en este trabajo se observa como el genotipo que tuvo menor rendimiento en el análisis combinado, este mismo autor lo reporta como uno de los tres genotipos con mayor producción en la localidad San Ignacio y en su análisis combinado.

El genotipo **AN-236-99** se ubicó en este trabajo dentro del grupo A como uno de los tres materiales con mayor rendimiento de forraje seco, mientras que Matus (2018) lo reportó como el genotipo con menor rendimiento en la localidad Zaragoza, lo que indica el efecto que imponen el ciclo de producción y las localidades.

Cuadro 4.8. Resultados de la comparación de medias para las variables evaluadas en el análisis combinado

FV			FST			FSH			FSE			FSTOT		
GENOTIPO	MEDIA t ha ⁻¹	GRUPO												
NARRO 95	23.233	A	AN-228-09	3.11	A	NARRO 95	1.711	A	AN-246-13	3.2	A	NARRO 95	7.533	A
AN-236-99	20.989	A-B	AN-241-13	3.056	A-B	AN-216-09	1.6	A-B	NARRO 95	2.878	A-B	AN-228-09	6.767	A-B
AN-241-13	20.522	A-C	NARRO 95	2.944	A-C	AN-209-09	1.567	A-C	AN-228-09	2.633	B-C	AN-236-99	6.544	A-C
AN-218-09	18.656	B-D	AN-217-09	2.911	A-C	AN-244-99	1.544	A-D	AN-310-13	2.522	B-D	AN-246-13	6.356	A-D
AN-220-09	18.5	B-E	AN-236-99	2.822	A-D	AN-220-09	1.467	A-D	AN-236-99	2.467	B-D	AN-241-13	6.167	B-E
AN-209-09	18.411	B-E	AN-409-13	2.567	A-E	AN-218-09	1.467	A-D	AN-409-13	2.444	B-E	AN-409-13	5.922	B-F
AN-267-99	18.378	B-E	AN-218-09	2.544	A-E	AN-217-09	1.378	A-E	AN-263-99	2.267	C-F	AN-217-09	5.844	B-G
AN-228-09	17.544	B-F	AN-267-99	2.5	A-E	AN-267-99	1.322	C-F	AN-241-13	2.111	D-G	AN-218-09	5.678	B-H
AN-216-09	17.378	C-F	AN-246-13	2.467	A-E	AN-236-99	1.256	C-G	AN-326-09	2.1	D-G	AN-209-09	5.511	C-I
AN-222-09	17.1	C-F	AN-220-09	2.433	B-E	AN-222-09	1.233	C-H	AN-229-09	2.1	D-G	AN-310-13	5.5	C-I
AN-244-99	17	C-F	AN-209-09	2.378	C-F	AN-221-09	1.222	D-H	AN-268-99	1.967	E-H	AN-244-99	5.433	C-I
AN-217-09	16.244	D-F	AVENA	2.344	C-F	AN-229-09	1.211	D-H	AN-7-09	1.9556	F-H	AN-267-99	5.4	C-I
AN-246-13	16.1	D-F	AN-244-99	2.289	C-F	AN-326-09	1.1	E-I	AN-264-09	1.922	F-I	AN-263-99	5.356	C-I
ERONGA	16.089	D-F	ERONGA	2.244	D-F	AN-264-09	1.022	F-J	ERONGA	1.767	G-J	AN-220-09	5.344	D-I
AN-229-09	16.022	D-F	AN-222-09	2.211	D-F	AN-249-99	1.022	F-J	AN-218-09	1.667	G-K	AN-229-09	5.278	D-I
AN-409-13	15.856	D-G	AN-310-13	2.2	D-F	AN-228-09	1.022	F-J	AN-244-99	1.6	H-L	AN-326-09	5.189	D-I
AN-264-09	15.7	D-H	AN-263-99	2.156	E-F	AN-241-13	1	F-J	AN-267-99	1.578	H-L	AN-216-09	5.144	E-I
AN-249-99	15.267	D-H	AN-216-09	2.122	E-F	AVENA	0.989	F-J	AN-209-09	1.567	H-L	AN-264-09	4.978	E-I
AN-263-99	15.056	E-H	AN-221-09	2.056	E-F	ERONGA	0.944	G-J	AN-217-09	1.556	H-L	ERONGA	4.956	F-I
AN-221-09	14.944	E-H	AN-7-09	2.033	E-F	AN-263-99	0.933	G-J	AN-249-99	1.522	H-L	AN-221-09	4.7	G-I
AVENA	14.944	E-H	AN-264-09	2.033	E-F	AN-409-13	0.911	H-J	AN-220-09	1.444	I-L	AN-7-09	4.678	G-I
AN-326-09	14.933	F-H	AN-249-99	2	E-F	AN-310-13	0.778	I-J	AN-221-09	1.422	J-L	AN-222-09	4.611	H-I
AN-310-13	14.456	F-H	AN-326-09	1.989	E-F	AN-268-99	0.722	J	AN-216-09	1.422	J-L	AN-249-99	4.544	H-I
AN-7-09	14.133	G-H	AN-229-09	1.967	E-F	AN-246-13	0.689	J	AVENA	1.189	K-L	AVENA	4.522	H-I
AN-268-99	12.156	H	AN-268-99	1.756	F	AN-7-09	0.689	J	AN-222-09	1.167	L	AN-268-99	4.4444	I
DMS	3.583		DMS	0.662		DMS	0.336		DMS	0.479		DMS	1.191	

Genotipos con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS al 0.05 de probabilidad). FV=Forraje verde, FST= Forraje seco de tallo, FSH= Forraje seco de hoja, FSE= Forraje seco de espiga, FSTOT= Forraje seco total.

En el análisis del porcentaje de fracción de forraje con respecto al FSTOT considerando los dos muestreos (Cuadro 4.9), las cuatro especies obtuvieron un mayor porcentaje de tallo, seguido de la espiga y las hojas.

La producción y el porcentaje de tallo con respecto al FSTOT en los genotipos de trigo, triticale y avena el peso aumenta, pero disminuye el porcentaje de materia seca en relación al total en el segundo muestreo.

En los genotipos de trigo, cebada y triticale, el peso y el porcentaje de hoja con respecto al total son mayores en el primer muestreo, esto sugiere que todos los compuestos que la hoja produce los manda a la espiga para el llenado de grano, además de que empieza la senescencia de la hoja y ya no hay más producción de hojas nuevas.

El peso y el porcentaje de las espigas de trigo, cebada, triticale y avena aumentan considerablemente en el segundo muestreo, esto debido que el peso del grano aumentó conforme avanzó la etapa fenológica de la planta.

Cuadro 4.9. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total en el análisis combinado.

	Trigo		Cebada		Triticale		Avena	
	Media t ha-1	%						
Tallo	2.35	43.22	2.94	39.08	2.24	45.29	2.34	51.84
Hoja	1.14	21.07	1.71	22.71	0.94	19.05	0.99	21.87
Espiga	1.94	35.71	2.88	38.21	1.77	35.66	1.19	26.29
Total	5.43	100	7.53	100	4.96	100	4.52	100

En el Cuadro 4.10 se observa a los genotipos que mayor producción tuvieron de FSTOT a través de los muestreos y en el análisis combinado, observando sus fracciones de forraje respectivos. Poniendo como comparativo a la AVENA, se observó que estos genotipos la superaron en producción de forraje total, aunque en alguna fracción de forraje algunos de ellos fueron superados por la AVENA.

Cuadro 4.10. Porcentaje de tallo, hoja y espiga con relación al forraje seco total de los genotipos con mayor producción de FSTOT a través de los muestreos y el análisis combinado

	Muestreo 1			Muestreo 2			Análisis combinado		
	GENOTIPO	MEDIA	%	GENOTIPO	MEDIA	%	GENOTIPO	MEDIA	%
FST	AN-228-09	3.489	50.81	AN-217-09	3.667	52.22	AN-228-09	3.11	45.96
	NARRO 95	3.4	44.22	AN-228-09	2.733	40.99	NARRO 95	2.944	39.08
	AN-236-99	3.311	51.20	NARRO 95	2.489	33.73	AN-217-09	2.911	49.81
	AN-246-13	2.666	44.60	AN-236-99	2.33	35.19	AN-236-99	2.822	43.12
	AN-217-09	2.155	46.18	AN-246-13	2.267	33.67	AN-246-13	2.467	38.81
	AVENA	2.177	52.38	AVENA	2.511	51.36	AVENA	2.344	51.84
FSH	NARRO 95	1.867	24.28	NARRO 95	1.556	21.09	NARRO 95	1.711	22.71
	AN-217-09	1.667	35.72	AN-217-09	1.089	15.51	AN-217-09	1.378	23.58
	AN-236-99	1.6	24.74	AN-236-99	0.911	13.76	AN-236-99	1.256	19.19
	AN-228-09	1.333	19.41	AN-228-09	0.711	10.66	AN-228-09	1.022	15.10
	AN-246-13	0.822	13.75	AN-246-13	0.556	8.26	AN-246-13	0.689	10.84
	AVENA	0.956	23.00	AVENA	1.022	20.90	AVENA	0.989	21.87
FSE	AN-246-13	2.489	41.64	AN-246-13	3.911	58.09	AN-246-13	3.2	50.35
	NARRO 95	2.422	31.50	AN-236-99	3.378	51.01	NARRO 95	2.878	38.21
	AN-228-09	2.044	29.77	NARRO 95	3.333	45.17	AN-228-09	2.633	38.91
	AN-236-99	1.556	24.06	AN-228-09	3.222	48.33	AN-236-99	2.467	37.70
	AN-217-09	0.844	18.08	AN-217-09	2.267	32.28	AN-217-09	1.556	26.63
	AVENA	1.022	24.59	AVENA	1.356	27.74	AVENA	1.189	26.29
FSTOT	NARRO 95	7.689	100	NARRO 95	7.378	100	NARRO 95	7.533	100
	AN-228-09	6.867	100	AN-217-09	7.022	100	AN-228-09	6.767	100
	AN-236-99	6.467	100	AN-246-13	6.733	100	AN-236-99	6.544	100
	AN-246-13	5.978	100	AN-228-09	6.667	100	AN-246-13	6.356	100
	AN-217-09	4.667	100	AN-236-99	6.622	100	AN-217-09	5.844	100
	AVENA	4.156	100	AVENA	4.889	100	AVENA	4.522	100

Interacción genotipo por muestreo en el FV

La mayoría de los genotipos tuvieron un mayor rendimiento en el muestreo uno, siendo los tres mejores en los dos muestreos y en el análisis combinado los materiales **NARRO 95**, **AN-236-99** y **AN-241-13**, por otro lado los genotipos **AN-22-09**, **AN-217-09**, **ERONGA**, **AN-264-09** y **AN-221-09** tuvieron un mayor rendimiento en el segundo muestreo, lo anterior sugiere que probablemente sean genotipos más tardíos, sin embargo se tendría que hacer otro corte o cortes para poder establecer en qué punto alcanzan su mayor rendimiento de forraje verde, mientras que **AN-244-99** y **AN-268-99** se comportaron de manera similar en los dos muestreos, tal como aparece en la Figura 4.1. Cabe señalar que el análisis de varianza no reportó significancia en la presente interacción.

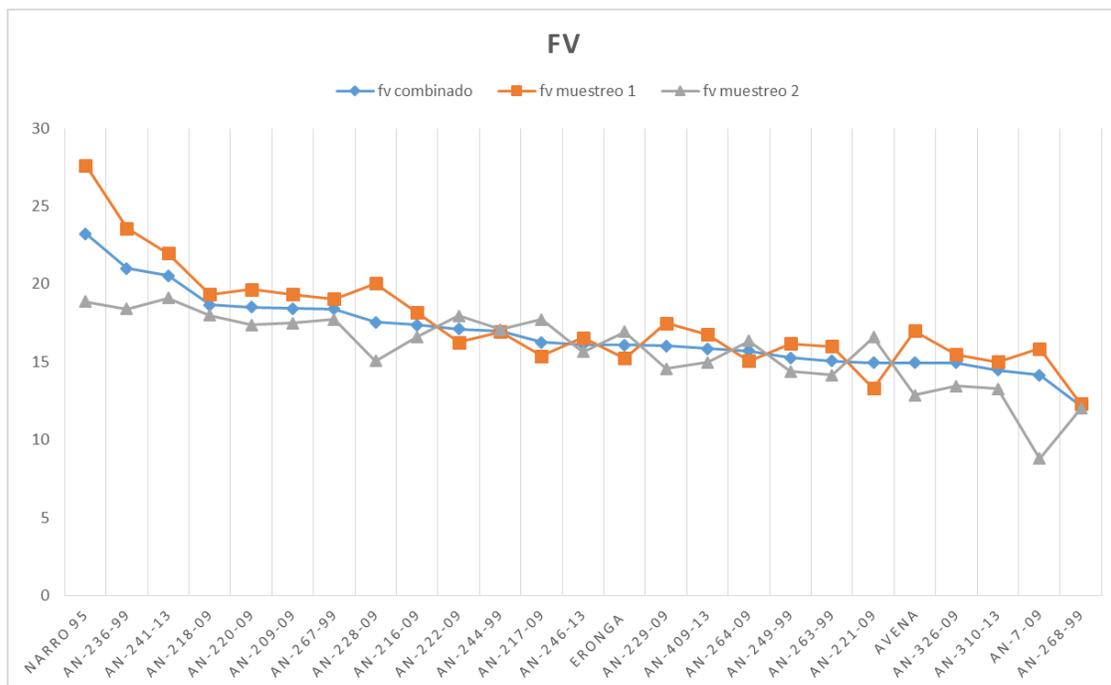


Figura 4.1. Forraje verde promedio y de los dos muestreos realizados

Interacción genotipo por muestreo en FST

La Figura 4.2. muestra el comportamiento del forraje seco de tallos, se observa que los genotipos **AN-241-13**, **AN-264-09**, **AN-249-99** y **AN-268-99** tuvieron un comportamiento similar en los dos muestreos, mientras **AN-228-09**, **NARRO 95**, **AN-236-99**, **AN-246-13**, **AN-7-09** y **AN-326-09** tuvieron mayor producción de FST en el muestreo 1, sin embargo, en el muestreo 2 varios genotipos tuvieron un mejor comportamiento. Lo antes mencionado no fue suficiente para encontrar significancia en la presente interacción.

Zamora *et al.* (2016) Reportaron al genotipo **AN-228-09** como uno de los que mayor porcentaje de tallo tenía sobre el forraje seco total además de ser un material precoz, pero en el análisis bromatológico reportan que tiene menor contenido de proteína cruda en los tallos, sin embargo el genotipo **AN-217-09** fue más tardío, produjo menor cantidad de tallo pero tuvo mayor contenido de proteína en el tallo.

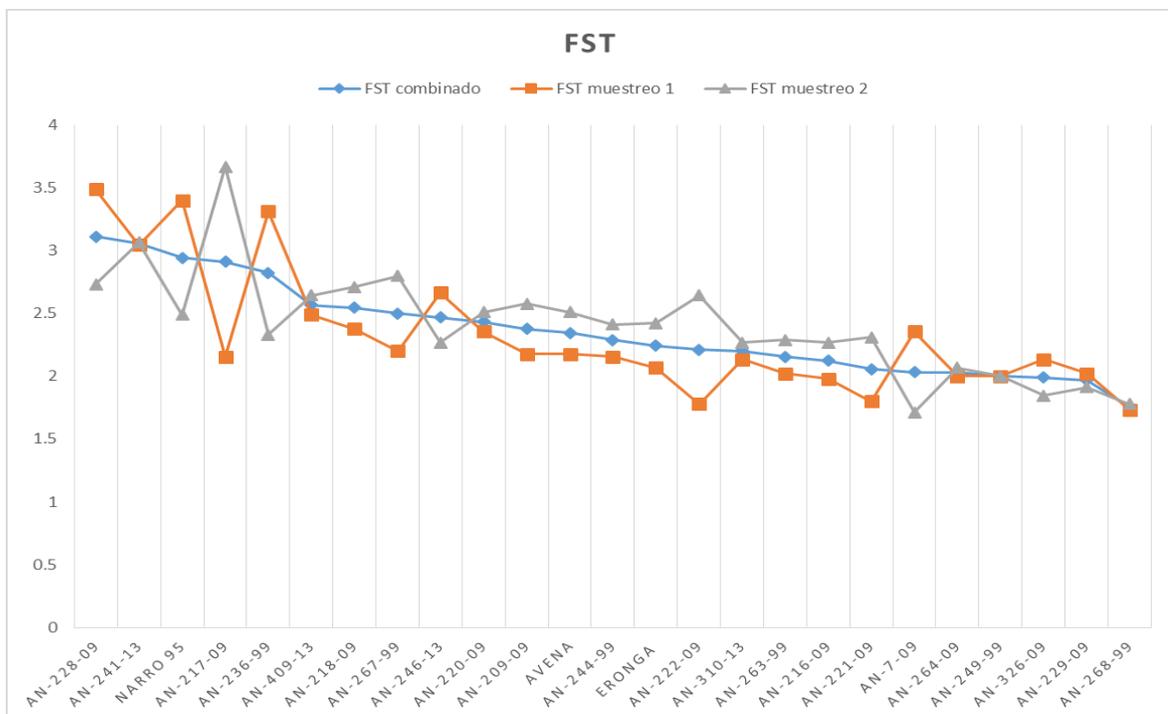


Figura 4.2. Forraje seco de tallo promedio y de los dos muestreos realizados.

Interacción genotipo por muestreo en FSH

La mayoría de los genotipos mostraron una mejor producción de hoja en el muestreo 1, lo que se reflejó en una mayor proporción de hoja reportada en el Cuadro 4.3, sin embargo los genotipos **AN-222-09**, **AVENA** y **AN-409-13** mostraron un comportamiento similar en los dos muestreos, tal como se aprecia en la Figura 4.3, a pesar del comportamiento de los genotipos mencionados, el análisis de varianza no detectó significancia en esta interacción.

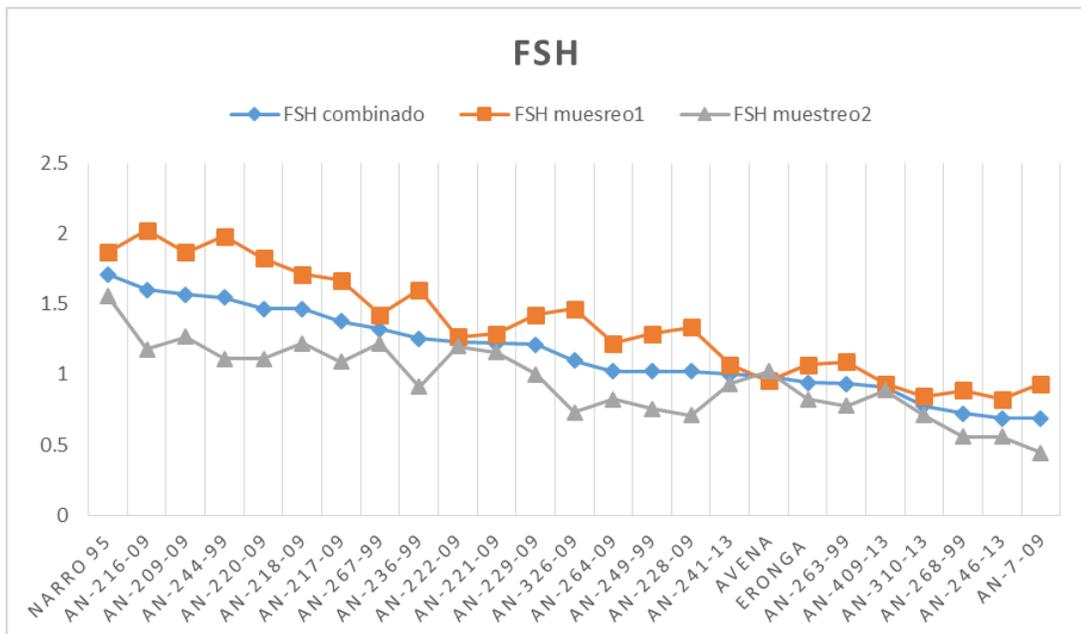


Figura 4.3. Forraje seco de hoja promedio y de los dos muestreos realizados

Interacción genotipo por muestreo en FSE

La mayoría de los genotipos tuvieron mayor rendimiento en el muestreo 2 (Figura 4.4), esto se debe a que los materiales empezaron o terminaron de llenar su espiga en el lapso de tiempo entre los muestreos, a excepción de **AN-7-09** que probablemente es un genotipo más tardío o resultó más dañado por el ataque de pájaros. Algo similar pudo ocurrir con la avena o posiblemente tuvo problemas de desgrane de la espiga. El comportamiento de estos dos genotipos, fue posiblemente una causa para que el análisis de varianza haya reportado significancia en esta variable.

Zamora *et al.* (2016) reportaron a los genotipos **AN-216-09** y **AN-217-09** como materiales tardíos, con poca producción de espigas, pero con un buen contenido de proteína en las espigas. En este estudio, AN-217-09 mostró baja producción de espigas, como se reportó en el Cuadro 4.10.

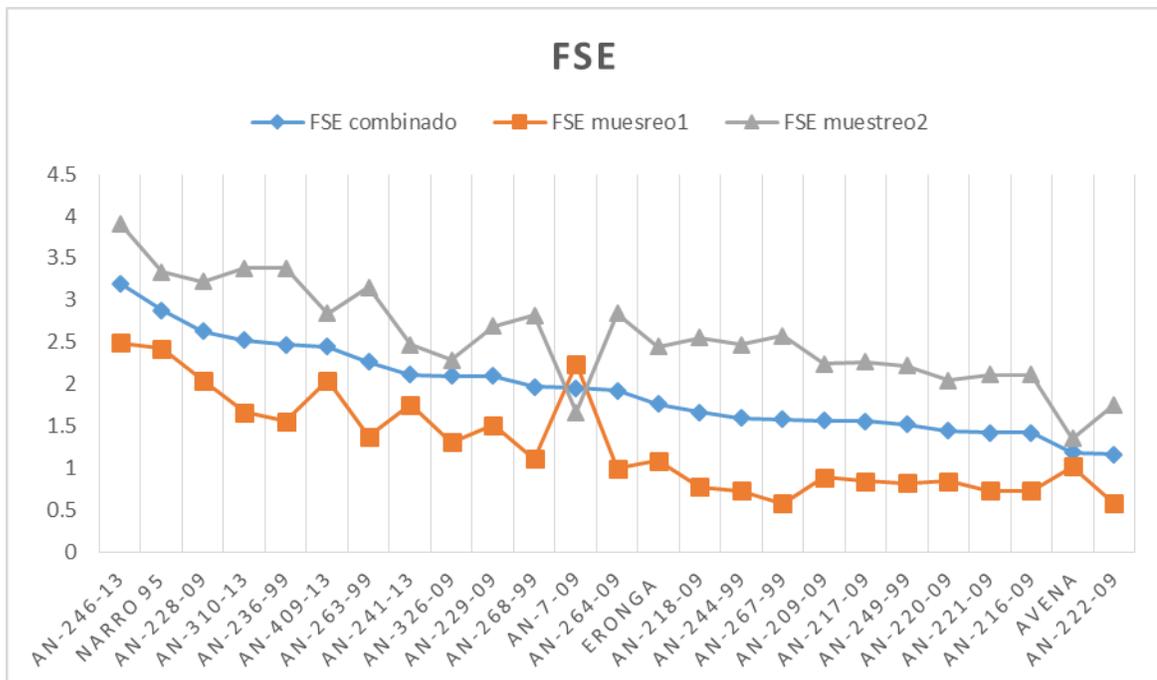


Figura 4.4. Forraje seco de espiga promedio y de los dos muestreos realizados

Interacción genotipo por muestreo en FSTOT

En la Figura 4.5, se observa que los genotipos **NARRO 95**, **AN-228-09** y **AN-236-99**, se comportaron de manera similar en los dos muestreos, lo que sugiere que estos genotipos es recomendable cortarlos a 60 días, sin embargo, la mayoría de los genotipos tuvieron mayor rendimiento en el segundo muestreo, lo que se atribuye a que en el lapso entre muestreos acumularon mayor cantidad de biomasa, la diferencia más evidente se aprecia en **AN-7-09** que tuvo una mayor producción de forraje seco en el primer muestreo.

Zamora *et al.* (2016) reportaron a los genotipos **AN-229-09** y **AN-268-99** como buenos productores de materias secas y precoces, en relación con este trabajo podemos observar al primer material en un nivel intermedio mientras que el último genotipo esta al final de la gráfica, con esto podemos ver la interacción del ciclo de producción.

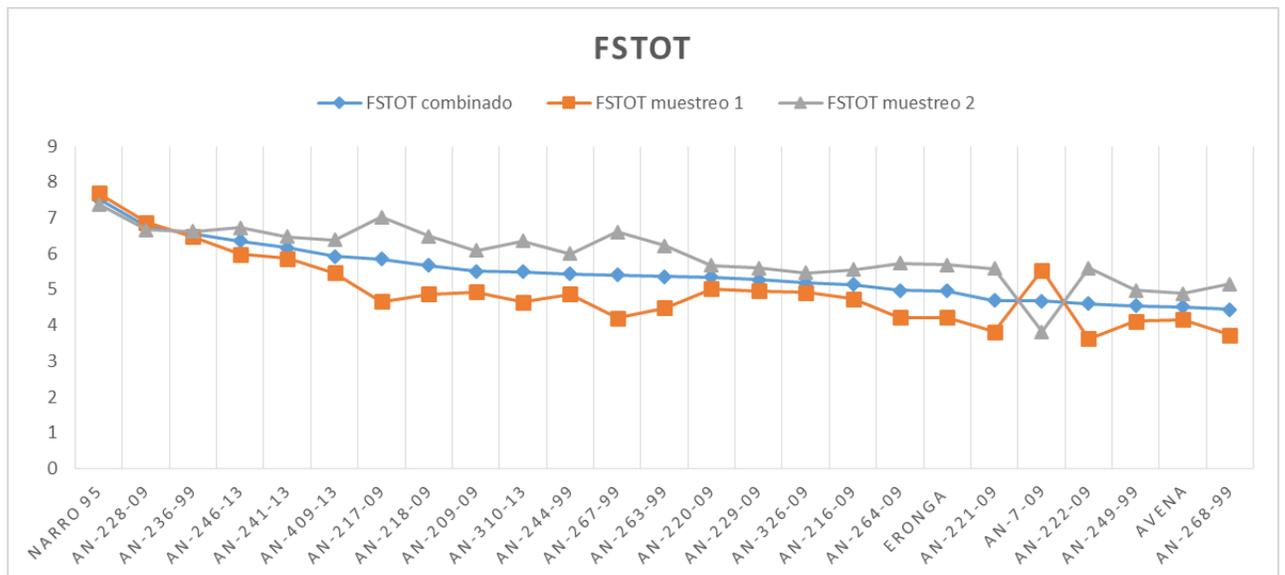


Figura 4.5. Forraje seco total promedio y de los dos muestreos realizados

5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se pueden realizar las siguientes conclusiones:

Existen genotipos de trigo harinero que son superiores a la avena en la producción de forraje.

La producción y el porcentaje de las fracciones de forraje con respecto al forraje seco total, se ven afectados por los días a corte; con el forraje seco de hojas disminuyendo de forma importante conforme transcurre el tiempo.

En forraje verde hubo una mejor producción a los 60 días, donde los genotipos con más producción fueron NARRO 95, AN-236-99 y AN-241-13. Sin embargo, NARRO 95 y AN-228-09 produjeron mayor cantidad de forraje seco.

Los genotipos AN-217-09, AN-246-13 y AN-236-99 son una buena opción para la producción de forraje seco a los 75 días, debido a que tienen un rendimiento similar al testigo NARRO 95.

El ciclo de producción afectó el comportamiento productivo reportado de los genotipos.

6. LITERATURA CITADA

- Álvarez, R. R. C. (2017) Rendimiento y calidad de forraje de cuatro cereales de grano pequeño en tres etapas de crecimiento y dos niveles de nitrógeno en el valle de Toluca. Tesis de licenciatura. UAEMex. Toluca, México.
- Amparo H. V. y Muhammad I. (2019) Ensilaje estrategia de conservación de forrajes para la época seca. Costa Rica. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), http://www.fao.org/fileadmin/templates/lead/pdf/07_article02_es.pdf
- Beltrán L. S., Loredo O. C. y Zamora D. M. (2011) Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí. S.L.P. INIFAP. México. 56 p.
- Box A. (2008) The biology of *Hordeum vulgare* L. (barley). Australian Government, [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/barley-3/\\$FILE/biologybarley08.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/barley-3/$FILE/biologybarley08.pdf)
- Briggs D. E., Boulton C. A., Brookes P. A. and Stevens R. (2004) Brewing, science and practice. CRC Press. FL, USA. 963 p.
- Cazares P. M. (1999) El cultivo de la avena (*Avena sativa* L.). Monografía de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Cruz V. A. (2007) Estudio de la composición química de espigas, hojas y tallos de avenas cultivadas en Hidalgo y Tlaxcala en los ciclos de cultivo 2003 y 2004. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México.
- Dendy D. A. V. y Bogdan J. D. (2001) Cereales y productos derivados, Química y tecnología; Acribia. España. pp: 457-480.
- Gill N. T. y Vear K. C. (1965) Botánica Agrícola. Acribia. España. pp: 318.
- Guerrero G. A. (1999) Cultivos herbáceos extensivos. 6 ed. Mundiprensa. México. 831 p.

- Hernández V. R. D. (2017) Fracciones de forraje de trigos Imberbes y su asociación con la temperatura de planta y el NDVI. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Hughes H. D., Heath M. E. and Metcalfe D. S. (1970) Forrajes. Compañía Editorial Continental. México. pp: 380-381.
- Instituto Nacional Tecnológico (INATEC) (2016) Manual del protagonista, pastos y forrajes; INATEC. Nicaragua. 83 p.
https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf
- Jurado G. P. y Lara M. C. R. (2014) Paquete tecnológico para la producción de avena forrajera en Chihuahua. INIFAP. Chihuahua, México. 32 p.
- Juscáfresca B. (1983) Forrajes, fertilización y valor nutritivo. 2ª ed. EDITIA. México. 203 p.
- López B. Luis (1991) Cereales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp: 189.
- Matus T. C. (2018) Evaluación del rendimiento de forraje seco y sus componentes en trigos harineros sin aristas en dos localidades de Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Moreno I., Ramírez A., Plana R. y Iglesias L. (2001) El cultivo del trigo, algunos resultados de su producción en Cuba. Revista del Instituto Nacional De Ciencias Agrícolas. vol. 22, núm. 4. Habana, Cuba; pp. 55-67.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>
- Murillo A. B., Escobar H. A., Fraga M. H. y Pargas L. R. (2001) Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en Baja California Sur, México. Revista fitotecnia mexicana. vol. 24, núm. 2. México. pp. 145-153.
<https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/24-2/3a.pdf>
- Newman R. and Newman W. (2008) Barley for food and health: Science, technology and products. John Wiley & Sons editors. Iowa, US. 246 p.

- Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación (FAO) (2011) Conservación de forrajes: henificación. FAO. Bolivia. 10 p. <http://www.fao.org/3/a-as962s.pdf>
- Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE) Environmental Health and Safety Publications. (1999) Consensus document on the biology of *Triticum aestivum* (Bread wheat). In: Series on harmonization of regulatory oversight in biotechnology. No. 9. Environment Directorate Organization for Economic Co-operation and Development. Paris. pp 11. <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/divulgacion/cultivos/ENVJMMONO-trigo.pdf>
- Ramírez P. L. O. (2018) Producción de materia seca y correlaciones entre componentes forrajeros, temperatura de planta y NDVI en Cebada. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México
- Robles S. R. (1990) Producción de granos y forrajes. 5a ed. Limusa. México. 608 p.
- Solís M. E. (2016) El triticale, alternativa forrajera para el Bajío. Enlace " La revista de la agricultura de conservación". año VII, No. 32, Guanajuato, México. pp: 19-22.
- Subdirección de Operación de Proyectos (2011) Campos experimentales. UAAAN. Saltillo, Coahuila. pp: 9-10. http://www.uaaan.mx/investigacion/comeaa/Campos_Experimentales_2011.pdf
- Warren H. L. and Martin J. H. (1970) Cereal crops. McMillon. Londres, Inglaterra. 824 p.
- Zamora V. V., Colín R. M., Torres T. M., Rodríguez G. A. y Jaramillo S. A. (2016) Producción y valor nutritivo en fracciones de forraje de trigos imberbes. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol.7, núm. 2. México. pp. 291-300.

CITAS ELECTRÓNICAS

Estadísticas de la organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación (FAO STAT) (2017) Avena, Cebada, Trigo, Triticale. Sitio web: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (Enero 2020).

Fideicomiso de riesgo compartido (FIRCO) (2017) La ganadería en México. Sitio web: <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es> (febrero 2020).

Instituto de investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México (ICAMEX) (2020) Cultivo de cebada. Sitio web: <http://icamex.edomex.gob.mx/cebada> (Enero de 2020).

Natural Resources Conservation Service (2019) Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Triticum aestivum* L. De USDA, Sitio web: <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=TRAE&display=31> (Enero de 2020).

Rawson M. Howard y Gómez, M. Helena (2001) Trigo Regado. FAO. Sitio web: <http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s00.htm#Contents> (Octubre de 2019;)

Sistema de información agropecuaria y pesquera (SIAP) (2018) Cierre estadístico de la producción agrícola 2017. Sitio web: <https://www.gob.mx/siap/articulos/cierre-estadistico-de-la-produccion-agricola-2017?idiom=es> (Febrero de 2020).

Sistema de información agropecuaria y pesquera (SIAP) (2019) Estadística de la producción agrícola de 2018. Sitio web: http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php (Enero de 2020).

www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_triticales.asp

www.informador.mx/Ideas/Manejo-de-la-produccion-de-forrajes-20130113-0202.html