

Producción y valor nutritivo en fracciones de forraje de trigos imberbes*

Production and nutritional value of forage fractions beardless wheats

Víctor Manuel Zamora Villa^{1§}, Modesto Colín Rico¹, María Alejandra Torres Tapia¹, Armando Rodríguez García¹ y Martha Alicia Jaramillo Sánchez¹

¹Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Calzada Antonio Narro Núm. 1923, Saltillo, Coahuila. C.P. 25315. Tel: 844 4110220. (modesto.colin@uaaan.mx; atorres_tapia@hotmail.com; armando_roga@hotmail.com; mar_jars@hotmail.com). [§]Autor para correspondencia: v zamvil@uaaan.mx.

Resumen

Cuencas lecheras como la de la Región Lagunera de México requieren opciones forrajeras que proporcionen forraje de calidad y flexibilicen los esquemas de rotación. Veintisiete líneas imberbes de trigo más los testigos Avena Cuauhtémoc, Triticale Eronga 83 y una cebada forrajera experimental imberbe (Narro 95) se evaluaron usando un diseño alfa-lattice con 3 repeticiones durante el ciclo O-I 2010-2011 con el objetivo de cuantificar la producción de materia seca y el valor nutritivo de sus fracciones. El experimento se sembró manualmente, a chorrillo y en seco usando 120 kg ha⁻¹, se aplicaron dos riegos de auxilio y a los 118 días después de la siembra se realizó el muestreo de forraje en forma manual, anotando la etapa fenológica, cobertura y altura de planta. La muestra de forraje verde se secó bajo condiciones naturales hasta alcanzar peso constante, registrando la producción de materia seca y procediendo a la separación de hojas, tallos y espigas. Solamente de los genotipos de trigo más productores, más avena y cebada, se homogenizó la materia seca de las repeticiones y se determinó el valor nutritivo para cada fracción. Adicional al análisis de varianza y prueba de medias de las variables de campo, con los valores medios de estas variables y las de valor nutritivo se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Los resultados para rendimiento de materia seca mostraron

Abstract

Dairy areas like the Laguna region of Mexico require forage options that provide forage quality and more flexible rotation schemes. Twenty beardless wheat lines more witnesses Avena Cuauhtemoc, Triticale Eronga 83 and a beardless experimental barley (Narro 95) were evaluated using an alpha-lattice design with 3 replications during A-W in 2010-2011 in order to quantify the production of dry matter and nutritional value of their fractions. The experiment was planted manually, in furrows and dry using 120 kg ha⁻¹, two irrigations and 118 days after sowing sampling forage performed manually applied, noting the phenological stage, cover and height plant. The sample of dried green forage under natural conditions until constant weight, recording the dry matter production and carrying out the separation of leaves, stems and spikes. Only wheat genotypes more producers, more oats and barley, homogenized dry matter of repetition and nutritional value for each fraction was determined. Additional analysis of variance and mean test field variables, with mean values of these variables and nutritional value of principal component analysis (ACP) was performed. The results for dry matter yield showed significant differences among the evaluated genotypes, with 16 of them in the first group of significance including barley. Oats was the least grain production due to lower recovery

* Recibido: agosto de 2015
Aceptado: enero de 2016

diferencias significativas entre los genotipos evaluados, con 16 de ellos en el primer grupo de significancia incluyendo la cebada. La avena fue la menos productiva de los cereales debido a su menor recuperación después de la helada. Algunos trigos superaron a la avena en contenido de proteína cruda y otras variables de calidad en las tres fracciones estudiadas. La etapa al momento del corte influyó la producción y calidad, relaciones detectadas por el ACP que, con los tres primeros componente explicó más de 70% de la variación y permitió visualizar que los genotipos AN-220-09, AN-264-09 y AN-226-09 mostraron comportamiento similar a la avena. Dichos resultados sugieren la existencia de trigos imberbes con calidad similar a la de avena, pero con mayor producción, con la ventaja adicional de que la ausencia de aristas (barba) en la espiga evita lacerar las mucosas de los animales. El mayor aporte de materia seca lo hicieron los tallos, seguidos por las hojas y finalmente las espigas. Las espigas mostraron mayor valor nutritivo que las hojas y tallos.

Palabras clave: calidad nutritiva, fracciones de forraje, producción de materia seca, trigo sin aristas.

Introducción

La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera de México y en épocas críticas como el periodo invernal requiere de opciones forrajeras con calidad nutritiva que le permita mantener la producción. En el Norte del País recurrentemente se presentan drásticas variaciones climáticas en invierno, como la helada registrada los días 3 y 4 de febrero del 2011 que causó estragos en la agricultura nacional. Los cereales representan importantes alternativas para sostener la producción ganadera, poseen tolerancia a heladas durante el desarrollo vegetativo y su uso se ha extendido en los últimos años, utilizándolos en pastoreo, verdeo, henificado, picado y ensilado. (Hughes *et al.*, 1974; Flores *et al.*, 1984; Colín *et al.*, 2004).

Durante la primavera y verano ocurren altas evaporaciones en las zonas semiáridas como lo es donde se ubica la Comarca Lagunera y una opción para evitarlas es realizando siembras en invierno, lo cual favorece el uso de cereales y leguminosas para satisfacer la demanda de forraje con adecuada calidad. Se ha propuesto que un trigo, triticale o cebada para forraje deberá ser de barba suave o preferentemente imberbe, de espiga cubierta (Flores, 1977), lo cual permitirá extender el periodo de cosecha hasta grano lechoso-masoso o etapas posteriores, sin representar un riesgo al animal.

after the frost. Some wheat exceeded oats in crude protein content and other quality variables in all three fractions studied. The stage at court influenced the production and quality, detected by the ACP relations, with the first three component accounted for more than 70% of the variance and allowed visualization of the AN-220-09 genotypes and AN-264-09, AN-226-09 showed similar behavior oats. These results suggest the existence of beardless wheats with similar oat quality, but with greater production, with the additional advantage that no sharp edges (beard) on the shank prevents lacerate the mucous membranes of animals. The greatest contribution of dry matter did the stems, followed by leaves and finally the ears. The spikes showed greater nutritional value than the leaves and stems.

Keywords: dry matter production, nutritional quality forage fractions, wheat edgeless.

Introduction

The Laguna Region is the main dairy basin of Mexico and at critical times such as winter period requires nutritional quality forage options enabling it to maintain production. In the north of the country recurrently drastic climate variations in winter, as the frozen registered on 3 and 4 February 2011 that wreaked havoc on domestic agriculture are presented. Cereals represent important alternatives to sustain livestock production have frost tolerance during vegetative development and its use has spread in recent years, using them grazing, green onions, henificado, chopped and silage. (Hughes *et al.*, 1974; Flores *et al.*, 1984; Colín *et al.*, 2004).

During the spring and summer high evaporation occur in semi-arid areas as it is where the Laguna Region is located and an option to avoid is making planting in winter, which favors the use of cereals and legumes to meet the demand of adequate quality forage. It has been proposed that a wheat, triticale or barley fodder should be soft or preferably beardless beard cover pin (Flores, 1977), which will extend the period of harvest to milky-doughy or later stages grain, but represent a risk animal.

Cereals have characteristics that make them especially useful for fodder, producing high yields and are rich in protein, vitamins and carbohydrates, (Cherney and Marten, 1982; Cash *et al.*, 2004), has been classified as a good quality

Los cereales presentan características que los hacen especialmente útiles para forraje, ya que producen altos rendimientos y son ricos en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono, (Cherney y Marten, 1982; Cash *et al.*, 2004), se les ha clasificado como un recurso forrajero de buena calidad (Hart *et al.*, 1971; Juskiw *et al.*, 2000). Herrera (1999), al referirse a la calidad para fuentes forrajeras menciona que forrajes de baja calidad son aquellos cuyo porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) sea mayor al 60%, la fibra detergente ácido (FDA) mayor a 35%, energía neta de lactancia (ENL) menor de 1.4 Mcal/kg. El contenido de proteína es un importante factor alimenticio *per se*; así, alimentos con alto contenido de proteína, son también considerados de alta calidad (Juskiw *et al.*, 2000). En evaluación de calidad forrajera, Castro (1976) reporta que en cebada, avena, trigo y triticale, no hubo diferencia en contenido de proteína entre especies, encontrándose un promedio de 35 por ciento en las primeras etapas de desarrollo y 7% a la mitad del espigamiento.

La etapa de madurez a la cosecha tiene el mayor efecto sobre el rendimiento de biomasa y la calidad de los cereales (Cherney y Marten, 1982; Bergen *et al.*, 1991). El rendimiento se incrementa y la calidad declina conforme el cultivo madura, aunque en cereales la calidad puede mantenerse o mejorar cuando ocurre el desarrollo del grano (Khorasani *et al.*, 1997; González, 2007).

En los forrajes es de vital importancia considerar el valor nutritivo, reportándose en general una disminución del mismo conforme la planta madura (Juskiw *et al.*, 2000). Así, el incremento de FDA y FDN se ha reportado en cereales como respuesta al avance en madurez (Cherney *et al.*, 1983). Las hojas y espigas presentan por lo general mayor digestibilidad y proteína que los tallos (Baron y Kibite, 1987) y por lo tanto pueden contener mayor calidad forrajera, sin embargo, son pocos los trabajos en los que se estudia el valor nutritivo de estas fracciones, aunque en algunos de ellos como en cebada se ha establecido que un incremento del valor energético relacionado con una mayor proporción de grano en etapas de madurez del grano, que favorece también el contenido de proteína e incrementa los indicadores de calidad, debido a la dilución de la fibra indigestible por el grano (Ben-Ghedalia *et al.*, 1995; Juskiw *et al.*, 2000).

Bajo estas premisas, el Programa de Cereales de la UAAAN ha desarrollado nuevos genotipos imberbes de trigo con el fin de proporcionar opciones forrajeras de buena producción y calidad, sin embargo se desconoce el aporte nutricional

forage resource calidad (Hart *et al.*, 1971; Juskiw *et al.*, 2000). Herrera (1999), refiriéndose a la calidad forrage sources mencionadas que las forrajes de baja calidad son aquellas cuyo porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) es mayor que 60%, fibra detergente ácido (FDA) mayor que 35%, energía neta de lactancia (ENL) de menos de 1.4 Mcal/kg. El contenido de proteína es un importante factor dietético *per se*; así, alimentos altos en proteína, también son considerados de alta calidad (Juskiw *et al.*, 2000). En la evaluación de la calidad forrajera, Castro (1976) reporta que en cebada, avena, trigo y triticale, no hubo diferencia en el contenido de proteína entre especies, encontrándose un promedio de 35 por ciento en las primeras etapas de desarrollo y 7% en la mitad del espigamiento.

El estadio de madurez al momento de la cosecha tiene el mayor efecto sobre el rendimiento de biomasa y la calidad de los cereales (Cherney y Marten, 1982; Bergen *et al.*, 1991). Se incrementa el rendimiento y la calidad declina conforme el cultivo madura, aunque en cereales la calidad puede mantenerse o mejorar cuando ocurre el desarrollo del grano (Khorasani *et al.*, 1997; González, 2007).

En los forrajes es vital considerar el valor nutritivo, reportándose en general una disminución del mismo conforme la planta madura (Juskiw *et al.*, 2000). Así, el incremento de FDA y FDN se ha reportado en cereales como respuesta al avance en madurez (Cherney *et al.*, 1983). Las hojas y espigas presentan por lo general mayor digestibilidad y proteína que los tallos (Baron y Kibite, 1987) y por lo tanto pueden contener mayor calidad forrajera, sin embargo, son pocos los trabajos en los que se estudia el valor nutritivo de estas fracciones, aunque en algunos de ellos como en cebada se ha establecido que un incremento del valor energético relacionado con una mayor proporción de grano en etapas de madurez del grano, que favorece también el contenido de proteína e incrementa los indicadores de calidad, debido a la dilución de la fibra indigestible por el grano (Ben-Ghedalia *et al.*, 1995; Juskiw *et al.*, 2000).

Bajo estas premisas, el Programa de Cereales de la UAAAN ha desarrollado nuevos genotipos imberbes de trigo con el fin de proporcionar opciones forrajeras de buena producción y calidad, sin embargo se desconoce el aporte nutricional

de las fracciones que componen el forraje. Para tal fin, el presente trabajo tuvo como objetivo: Evaluar la producción de materia seca y el valor nutritivo de sus fracciones (hojas, tallos y espigas) en líneas imberbes de trigo en comparación con testigos de diferente especie (avena y cebada), bajo la hipótesis que dentro de los genotipos evaluados, existen genotipos de trigo que igualan o superan a los testigos tanto en producción de forraje seco total como en el valor nutritivo de sus fracciones.

Materiales y métodos

Veintisiete líneas avanzadas de trigo forrajero imberbe desarrolladas por el Programa de Cereales de la UAAAN y las variedades comerciales: Avena cv. Cuauhtémoc y el Triticale cv. Eronga-83, más una línea experimental de cebada forrajera imberbe (Narro 95) fueron evaluadas durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2010-2011 en el rancho "Las Vegas" municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, mediante un diseño alfa-látice con tres repeticiones.

La preparación del terreno consistió en las labores tradicionales utilizadas para el establecimiento de cereales de grano pequeño de invierno en las regiones donde se siembra bajo condiciones de riego, sembrándose en seco, manualmente, a una densidad de siembra de 120 kg ha⁻¹, aplicando 60 unidades de nitrógeno usando urea como fuente, más 80 unidades de fósforo utilizando Fosfato Monoamónico (MAP) para suplir dicho nutriente; en el primer riego de auxilio se aplicó 60 unidades más de nitrógeno con la misma fuente. Las malezas se controlaron manualmente, y no se aplicó ningún insecticida o fungicida. A los 118 días después del riego de siembra se realizó un muestreo de forraje y el resto de la parcela experimental se dejó llegar hasta la producción de grano. La lámina total aproximada durante el ciclo del cultivo fue de 40 cm.

La parcela experimental constó de 6.3 m² (6 hileras de 3 m de longitud a 0.35 m entre hileras), muestreando 50 cm de una de las hileras con competencia completa, cortando a una altura aproximada de 5 cm sobre la superficie del suelo. Al momento del corte se registraron las variables: altura de planta (ALTURA), rendimiento de forraje verde (FV), etapa fenológica (ETAPA) mediante la escala de Zadoks *et al.* (1974), y el porcentaje de cobertura del terreno (COB); el forraje verde se secó en un asoleadero techado hasta alcanzar peso constante y entonces se determinó la producción de

Materials and methods

Twenty-seven advanced lines of feed wheat beardless developed by the Grains Program UAAAN and commercial varieties: Oats cv. Cuauhtemoc and Triticale cv. Eronga-83 plus an experimental line beardless barley (Narro 95) were evaluated during the season autumn-winter 2010-2011 at the ranch "Las Vegas" town of Francisco I. Madero, Coahuila, using alpha-lattice design with three replications.

Land preparation consisted of traditional work used for the establishment of small grains of winter in regions where it is grown under irrigation, being planted dry manually at a seed rate of 120 kg ha⁻¹, using 60 units of nitrogen using urea as a source, plus 80 units of phosphorus using monoammonium phosphate (MAP) to meet the nutrient; the first auxiliary irrigation 60 units of nitrogen to the same source was applied. Weeds were controlled manually, and no insecticide or fungicide was applied. A 118 days after planting watering sampling of forage and the rest of the experimental plot was conducted was allowed to come to grain production. The approximate total film during the crop cycle was 40 cm.

The experimental plot consisted of 6.3 m² (6 rows of 3 m length 0.35 m between rows), sampling 50 cm of one of the rows fully competitive, cutting at a height of 5 cm above the soil surface. plant height (height), forage yield (FV), phenological stage (stage) by the scale of Zadoks *et al.* when cutting the variables were recorded. (1974), and the percentage of land cover (COB); green fodder is dried in a covered sundeck until constant weight and then the production of dry matter or dry forage was determined in t ha⁻¹ (PSTON) separating the feed into its components: leaves, stems and spikes. Forage samples of the materials and rendidores oats and barley witnesses were sent to the laboratory AGROLAB of Mexico, S. A. de C. V., based in Gomez Palacio, Durango, for compositional analysis, determining values: percentage of crude protein (PC), acid detergent fiber (FDA), neutral detergent fiber (NDF) and net energy for lactation (NEL) for each of the fractions leaf (H), stem (T) and pin (E), literal spiked to identify their respective values.

Field data were analyzed using an alpha-lattice (0.1), comparing averages with proof of DMS. With average values of field variables and the results of nutritional value principal component analysis (ACP) in order to analyze

materia seca o forraje seco en $t\ ha^{-1}$ (PSTON), separando el forraje en sus componentes: hojas, tallos y espigas. Muestras de forraje de los materiales más rendidores y los testigos avena y cebada se enviaron al laboratorio de AgroLab de México, SA de CV, con sede en Gómez Palacio, Durango, para el análisis bromatológico, determinándose los valores de: porcentaje de proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y energía neta de lactancia (ENL) para cada una de las fracciones hoja (H), tallo (T) y espiga (E), literales adicionadas para identificar sus respectivos valores.

Los datos de campo se analizaron mediante un alfa-látice (0,1), comparando los promedios con la prueba de DMS. Con los valores promedio de variables de campo y los resultados de valor nutritivo se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el fin de analizar la estructura de la covarianza y detectar la asociación de variables y genotipos, siguiendo la metodología descrita por Johnson y Wichern (1988).

Resultados y discusión

Los análisis de varianza mostraron diferencias ($p < 0.01$) entre los genotipos para las variables altura de planta, etapa fenológica al corte, producción de forraje seco y sus fracciones, mientras que en cobertura solo se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$), de los testigos utilizados, el triticale mostró la mayor altura de planta con 118 cm siendo estadísticamente igual a tres líneas imberbes de trigo, avena alcanzó los 83 cm siendo el genotipo que menor altura registró en el experimento, debido posiblemente a su menor recuperación después de la helada registrada el 2 y 3 de febrero de 2011. La media general se ubicó en los 102 cm. Al momento del corte de forraje, el triticale se encontraba en el inicio de la formación de grano (madurez acuosa o etapa 71 de la escala de Zadoks *et al.*, 1974), en tanto que la cebada se encontraba en la etapa 74 (lechoso medio) comportándose como el más precoz de los materiales, por su parte la avena se encontraba en la etapa de emisión de la espiga (etapa 59); la media de esta variable se registró en 66 o etapa de floración. La mayor cobertura del terreno la logró la cebada, seguida por varios trigos en el mismo grupo de significancia, el triticale mostró mediana cobertura del terreno (75%), siendo la avena (65%) quien menor cobertura del terreno presentó, debido probablemente a su pobre recuperación después de la helada.

the structure of covariance and detect the association of variables and genotypes it was carried out following the methodology described by Johnson and Wichern (1988).

Results and discussion

The analysis of variance showed differences ($p < 0.01$) between genotypes for plant height, phenological stage at cutting production of fodder and its fractions, while coverage only significant differences ($p < 0.05$) were detected, of witnesses used, triticale showed the highest plant height of 118 cm being statistically equal to three lines beardless wheat, oats reached 83 cm being the genotype lower height recorded in the experiment, possibly because of lower recovery after registered on 2 and 3 february 2011, the overall average frost stood at 102 cm. When cutting fodder, triticale was at the beginning of grain formation (aqueous or maturity stage 71 of the scale fo Zadoks *et al.*, 1974), while barley was in step 74 (milky medium) behaving as earlier materials, meanwhile oats were in the issue stage of the pin (step 59); the mean of this variable is registered in 66 or flowering stage. Most coverage was achieved barley field, followed by several wheat in the same group of significance, triticale showed middle ground cover (75%), and oats (65%) who presented lower ground cover, probably because his poor recovery after frost.

In the production of dry matter (PSTON) 15 callow wheat lines were located along with barley in the first group of significance in the following order: AN- 326-09, AN-268-99, AN-220-09, barley, AN-228-09- AN-264-09, AN-263-99, AN-244-99, AN-258-99, AN-216-09, AN- 217-09, AN-230-09, AN-251-99, AN.272-99, AN226-09 and AN-229-09 who produced more than $12.0\ t\ ha^{-1}$ of dry matter. These genotypes, more oats and lines AN-209-09, AN-336-09 and AN-267-99 were considered for conducting analyzes nutritional value of fractions: leaf, stem and spigot. The mean of this variable was located in $13.32\ t\ ha^{-1}$.

With respect to fractions of forage stems (PSTALLO) provided a 50.98% of the total dry matter, while the leaves (PSHOJA) and pins (PSESPIGA) contributed 36.11 and 12.91% respectively. Among the 16 materials that made up the first group of significance in the production of total dry forage increased production of PSTALLO the genotypes obtained: AN-326-09, AN-228-09, AN-268-99, AN-263-99 and 220-09 and others, who produced statistically like

En la producción de materia seca total (PSTON) 15 líneas imberbes de trigo se ubicaron junto con la cebada en el primer grupo de significancia en el orden siguiente: AN-326-09, AN-268-99, AN-220-09, Cebada, AN-228-09-AN-264-09, AN-263-99, AN-244-99, AN-258-99, AN-216-09, AN-217-09, AN-230-09, AN-251-99, AN-272-99, AN-226-09 y AN-229-09 quienes produjeron más de 12.0 t ha⁻¹ de materia seca. Estos genotipos, más la avena y las líneas AN-209-09, AN-336-09 y AN-267-99 fueron considerados para la realización de los análisis de valor nutritivo de las fracciones: hoja, tallo y espiga. La media de esta variable se ubicó en las 13.32 t ha⁻¹.

Respecto a las fracciones de forraje, los tallos (PSTALLO) aportaron un 50.98% de la materia seca total, mientras que las hojas (PSHOJA) y espigas (PSEPIGA) contribuyeron con 36.11 y 12.91% respectivamente. Dentro de los 16 materiales que conformaron el primer grupo de significancia en la producción de forraje seco total, la mayor producción de PSTALLO la obtuvieron los genotipos: AN-326-09, AN-228-09, AN-268-99, AN-263-99 y AN-220-09 entre otros, quienes produjeron estadísticamente igual que la cebada y todos ellos superaron a la avena. Los 28 genotipos del primer grupo de significancia para PSHOJA incluyeron a la cebada, avena y genotipos como AN-220-09, AN-217-09, AN-336-09, AN-216-09, AN-264-09 y AN-209-09; todos ellos visualmente seleccionados para mayor cantidad de hoja. En lo referente a PSEPIGA solo 6 genotipos (incluyendo el triticale Eronga 83) integraron el primer grupo de significancia destacando los genotipos AN-268-99, AN-326-09 y AN-228-09.

Los resultados de los análisis bromatológicos mostraron que existen líneas imberbes de trigo con mayor contenido de proteína cruda que la avena en las fracciones estudiadas, así mientras la avena mostró en el tallo 8.3% de proteína (PCT) hubo trigos con 10% de PCT; la avena registró un 11.1% de proteína en las hojas existiendo trigos que exhibieron hasta 17.2% de proteína en la hoja (PCH). Similarmente ocurrió con el contenido de proteína en la espiga (PCE) donde la avena mostró un 19% mientras algunos trigos alcanzaron hasta 25.6%. Cebada mostró consistentemente mayores cantidades de PC que la avena en todas las fracciones estudiadas.

Todas las especies mostraron una tendencia similar en sus contenidos de PC: menor cantidad en los tallos, intermedia en las hojas y superior en las espigas.

En fibra detergente ácida del tallo (FDAT) y de la hoja (FDAH) ocurrió algo similar en las especies estudiadas, con trigos superando a la avena en sus contenidos, pero en la FDA de la

barley and they outperformed oats. The 28 genotypes of the first group of significance to PSHOJA included barley, oats and genotypes as AN-220-09, AN-217-09, AN-336-09, AN-216-09, AN-264-09 and AN-209-09; all visually selected for highest leaf. Regarding PSEPIGA only six genotypes (including triticale Eronga 83) joined the first group of significance highlighting genotypes AN-268-99, AN-326-09 and AN-228-09.

The results of the analysis showed that there bromatological beardless wheat lines with higher crude protein content of oats in fractions studied, as well as oats showed the stem 8.3% protein (PCT) was wheat with 10% of PCT; Oat showed a 11.1% protein in wheat leaves exhibiting exist to 17.2% protein in leaf (PCH). Similarly occurred with the protein content in the pin (PCE) where oats while 19% showed some wheats reached to 25.6%. Barley consistently showed higher amounts of PC oats in all fractions tested.

All species showed a similar trend in PC contents: fewest in the stalks, leaves and intermediate to higher spikes.

Acid detergent fiber stem (FDAT) and leaf (FDAH) something similar occurred in the studied species, with wheat beating oats in content, but in FDA Tang (fdae) several wheats showed lower content the oats. A trend prevailed in the cereals: more FAD in stems, leaves and lower intermediate in FAD in spikes.

Similar behavior presented neutral detergent fiber (FDN) for the listed fractions with beating wheat oats in stems (FDNT) and leaves (FDNH), while the pin (FDNE) only some wheats showed fewer this fiber (range 54.7 to 64.9%).

These quality components could be affected by phenological stage as shown by some materials have shown (Cherney y Marten, 1982; Bergen *et al.*, 1991).

The contents of net energy for lactation were higher for both oat stalks (ENLT) and leaves (ENLH), but in the ENL Tang (ENLT) several beardless wheats the beat, no doubt because most phenological stage which allowed them to have grain in the ear and achieve more energy.

To jointly analyze the above variables by principal components, three components with which 71.7% of the total variance (Table 1) were retained explained. The first

espiga (FDAE) varios trigos mostraron contenidos menores que la avena. Una tendencia predominó en estos cereales: mayor FAD en tallos, intermedia en hojas y menor FAD en espigas.

Similar comportamiento presentó la fibra detergente neutro (FDN) para las fracciones enumeradas, con trigos superando a la avena en tallos (FDNT) y hojas (FDNH), en tanto que en la espiga (FDNE) solo algunos trigos presentaron menor cantidad de esta fibra (rango de 54.7 a 64.9%).

Estos componentes de calidad pudieron verse afectados por la etapa fenológica mostrada por algunos materiales como lo han señalado (Cherney y Marten, 1982; Bergen *et al.*, 1991).

Los contenidos de energía neta para lactancia más altos fueron para avena tanto en tallos (ENLT) como en las hojas (ENLH), pero en la ENL de la espiga (ENLT) varios trigos imberbes la superaron, debido sin duda a la mayor etapa fenológica que les permitió tener grano en la espiga y alcanzar mayor cantidad de energía.

Al analizar conjuntamente las variables anteriores mediante la técnica de componentes principales, se retuvieron tres componentes con los cuales se explicó el 71.7% de la varianza total (Cuadro 1). El primer componente contuvo el 29.7% de la varianza y explicó la relación positiva entre sí y con el componente de las energías netas de lactancia del tallo (ENLT), de la hoja (ENLH) y espiga (ENLE) con la proteína cruda de la espiga (PCE) y tallos (PCT), fibra detergente neutro de la espiga (FDNE) y la producción de materia seca de la hoja (PSHOJA), mientras que la etapa fenológica (ETAPA), altura de planta (ALTURA), producción de materia seca total (PSTON), producción de materia seca de tallos y espigas (PSTALLO y PSESPIGA) fibras (FDAH, FDNT, FDNH) y la cobertura del terreno (COB) mostraron una asociación positiva entre sí pero negativa con el componente; por lo cual dicho primer componente se puede interpretar en términos del cambio que ocurre al avanzar en etapa fenológica, reflejándose en mayor producción de materia seca pero los forrajes se tornan más fibrosos y lignificados, reduciendo su contenido proteico y energético, como se aprecia en la Figura 1; así éste componente separa los genotipos altos, de mayor producción, más fibrosos y lignificados de aquellos de mayor contenido de proteína y energía. Esto ha sido establecido y bien documentado para la mayoría de los forrajes obtenidos con cereales de grano pequeño (Stark y Wilkinson, 1992; Mc Cartney and Vaage, 1994; Royo *et al.*, 1998; Carr *et al.*, 1998), aunque de manera global, sin explicar que sucede en las fracciones que lo componen.

component contained 29.7% of the variance and explained the positive relationship with each other and with the component of net energy of lactation stem (ENLT), leaf (ENLH) and pin (ENLE) with crude protein pin (PCE) and stems (PCT), neutral detergent fiber shank (FDNE) and dry matter production of the sheet (PSHOJA), while the phenological stage (ETAPA), plant height (ALTURA), production Total dry matter (PSTON), dry matter production of stems and spikes (PSTALLO and PSESPIGA) fibers (FDAH, FDNT, FDNH) and land cover (COB) showed a positive association with each other but negative with the component; whereby said first component can be interpreted in terms of the change that occurs to advance phenological stage, reflecting higher production of dry matter but fodder become more fibrous and woody, reducing protein and energy content, as shown in Figure 1; and this component separates the fibrous and woody those higher protein content and high energy genotypes, higher production. This has been well established and documented for most fodder obtained with small grains (Stark and Wilkinson, 1992; Mc Cartney and Vaage, 1994; Royo *et al.*, 1998; Carr *et al.*, 1998), although overall, without explaining what happens in fractions that compose it.

The second component contained 25.9% of the variance explained mainly negative relationship between the content of neutral detergent fiber in leaves and stems (FDNH and FDNE) protein spikes (PCE) and acid detergent fiber sheet with net energy lactation stems and leaves (ENLT and ENLH) phenological stage of materials (ETAPA) and the protein content of the sheet (PCH), suggesting that some of the materials showed high levels of energy and protein in the feeding fractions brought to advanced stages of the formation of grain presenting smaller and less protein fibers in the ear. This is true for some wheats habit similar to that of barley growth, the highest dry matter production is associated with lower fiber content (Table 1 and Figure 1). The third component contained 13.6% of the variance, mainly explaining the higher amount of crude protein in stems, leaves and spikes associated with the coverage and production, albeit on a smaller stage oats.

By plotting the genotypes in the plane spanned by the two main components (Figure 2) we can characterize partially by production and nutritional value, and the beardless wheat lines AN-230-09, AN-326-09, AN-268-99, AN-228-09, AN-229-09 and AN-63-99 are high, early materials, excellent

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de cada variable con los tres componentes principales, varianza explicada y acumulada.
Table 1. Correlation coefficients of each variable with the three principal components and acumulative variance explained.

Variables	Componente principal 1	Componente principal 2	Componente principal 3
PSTALLO	-,779	,308	,489
PSHOJA	,323	-,383	,662
PSEPIGA	-,869	,386	,067
PSTON	-,739	,226	,564
ALTURA	-,796	,104	-,009
COB	-,388	-,045	,691
ETAPA	-,647	,534	-,081
PCT	,578	-,097	,717
FDAT	-,279	-,285	-,178
FDNT	-,623	-,655	-,150
ENLT	,466	,554	-,210
PCH	-,062	,651	,522
FDAH	-,524	-,741	,077
FDNH	-,511	-,762	-,135
ENLH	,614	,562	-,182
PCE	,388	-,748	,428
FDAE	-,295	-,499	-,505
FDNE	,219	-,713	-,035
ENLE	,467	-,417	,425
Varianza del eigenvalor (%)	29.7	25.9	16.1
Varianza acumulada (%)	29.7	55.6	71.7

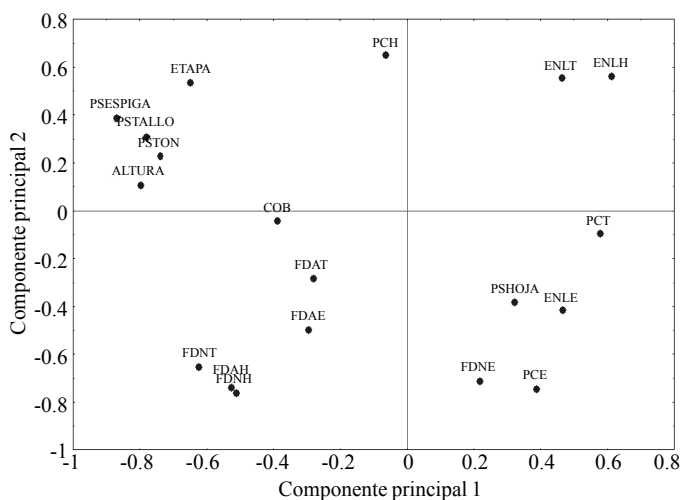


Figura 1. Distribución de las variables en los dos primeros componentes principales.

Figure 1. Distribution of the variables in the first two principal components.

El segundo componente contuvo el 25.9% de la varianza y explicó principalmente la relación negativa entre el contenido de fibra detergente neutro en hojas y espigas (FDNH y FDNE),

producers of dry matter (with a high proportion of spikes and stems) and good crude protein content in the leaves, but smaller crude protein stems and spikes, as well as lower energy and neutral detergent fiber in the combined shank with fewer leaves.

Conversely, lines such as the AN-216-09, AN-217-09, AN-258-99, AN-267-99 and AN-336-09 spikes have higher protein content, with more energy and detergent fiber neutral, increased leaf production and higher protein content in the stem, but produce fewer pegs and stems which confers lower yield of total dry matter, have lower height, are more delayed and less protein content in leaves.

Genotypes as AN-244-99, AN-272-99, AN-52-99 and AN-209-09 are materials with higher ground cover, but are more fibrous and less energy content.

Oats and barley for its part, along with the AN-220-09, AN-264-09 and AN-226-09 lines have more net energy for lactation in stems and leaves, lower acid detergent fiber

proteína de espigas (PCE) y fibra ácido detergente de la hoja con las energías netas de lactancia de tallos y hojas (ENLT y ENLH), la etapa fenológica de los materiales (ETAPA) y el contenido de proteína de la hoja (PCH), sugiriendo que algunos de los materiales mostraron altos contenidos de energía de lactancia y proteína en las fracciones señaladas a etapas avanzadas de la formación de grano presentando fibras reducidas y menos proteína en la espiga. Lo anterior es válido para algunos trigos con hábito de crecimiento similar al de la cebada, cuya mayor producción de materia seca se asocia con menor contenido de fibras (Cuadro 1 y Figura 1). El tercer Componente contuvo un 13.6% de la varianza, explicando principalmente la mayor cantidad de proteína cruda de tallos, hojas y espigas asociadas a la cobertura y producción, aunque a menor etapa de la avena.

Al graficar los genotipos en el plano generado por los dos componentes principales (Figura 2) podemos caracterizarlos parcialmente por producción y valor nutritivo, así las líneas imberbes de trigo AN-230-09, AN-326-09, AN-268-99, AN-228-09, AN-229-09 y AN-63-99 son materiales altos, precoces, excelentes productores de materia seca (con alta proporción de espigas y tallos) y buen contenido de proteína cruda en las hojas, pero de menor proteína cruda de tallos y espigas, así como menor energía y fibra detergente neutro en la espiga combinada con menor cantidad de hojas.

Por el contrario, líneas como la AN-216-09, AN-217-09, AN-258-99, AN-267-99 y AN-336-09 poseen espigas de mayor contenido de proteína, con más energía y fibra detergente neutro, mayor producción de hojas y mayor contenido de proteína en el tallo, pero producen menos espigas y tallos que les confiere menor rendimiento de materia seca total, presentan menor altura, son más tardíos y de menor contenido proteico en las hojas.

Genotipos como AN-244-99, AN-272-99, AN-52-99 y AN-209-09 son materiales con mayor cobertura del terreno, pero son más fibrosos y menor contenido de energía.

La avena y cebada por su parte, junto con las líneas AN-220-09, AN-264-09 y AN-226-09 poseen mayor energía neta de lactancia en tallos y hojas, menor contenido de fibra ácido detergente en todas las fracciones del forraje, así como menor contenido de FDN en tallos y hojas (Figura 2). Este grupo de líneas de trigo es interesante dado que poseen características

content in all fractions forage and lower NDF content in stems and leaves (Figure 2). This group of wheat lines is interesting since they have similar production and quality oats and barley, with the additional advantage of the absence of edges in the ear, which would avoid damage to the mucous membranes of cattle. Oats location at the far right, indicating their higher energy value stems and leaves, but lower production and stage characteristics that differ from the rest of the materials evaluated is highlighted.

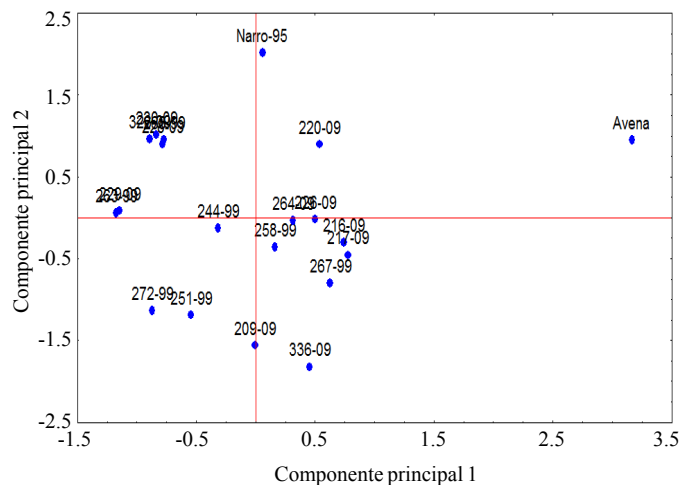


Figura 2. Distribución de los genotipos en los dos primeros componentes principales.

Figure 2. Distribution of genotypes in the first two principal components.

Conclusions

There beardless wheat lines that have adequate production and quality of forage, similar to oats and barley can be used in livestock feed. This provides an option to diversify and flexible schemes intensive forage production as in dairy areas. In cereals evaluated the greatest contribution of dry matter had it stems, followed by leaves and finally the ears. The spikes showed greater nutritional value than the leaves and stems.

End of the English version



similares de producción y calidad que la avena y cebada, con la ventaja adicional de la ausencia de aristas en la espiga, con lo que se evitarían lesiones a las mucosas del ganado. Se resalta la ubicación de la avena en el extremo derecho indicando su mayor valor energético de tallos y hojas, pero su menor producción y etapa, características que la diferenciaron del resto de los materiales evaluados.

Conclusiones

Existen líneas imberbes de trigo que presentan adecuada producción y calidad de forraje, similares a las de avena y cebada que pueden usarse en la alimentación del ganado. Lo anterior ofrece una opción para diversificar y flexibilizar los esquemas de producción intensiva de forrajes como ocurre en cuencas lecheras. En los cereales evaluados el mayor aporte de materia seca lo tuvieron los tallos, seguidos por las hojas y finalmente las espigas. Las espigas mostraron mayor valor nutritivo que las hojas y tallos.

Literatura citada

- Baron, V. S. and Kibite, S. 1987. Relationships of maturity, height and morphological traits with whole-plant yield and digestibility of barley cultivars. *Can. J. Plant. Sci.* 67:1009-1017.
- Ben-Ghedalia, D. A.; Kabala, A. and Miron, J. 1995. Composition and in-vitro digestibility of carbohydrates of wheat plant harvested at bloom and soft-dough stages. *J. Sci. Food Agric.* 68:111-116.
- Bergen, W. G.; Byrem, T. M. and Grant, A. L. 1991. Ensiling characteristic of whole-crop small grains harvested at milk and dough stages. *J. Anim. Sci.* 69:1766-1774.
- Carr, P. M.; Martin, G. B.; Caton, J. S. and Poland, W. W. 1998. Forage and nitrogen yield of barley-pea intercrops. *Agron. J.* 90:84.
- Castro, A. L. 1976. Rendimiento y calidad forrajera de cinco cereales evaluados en diferentes estados de desarrollo vegetativo. Tesis de maestría Colegio de Postgraduados Montecillo, México. 49-53 pp.
- Cash, S. D.; Staber, L. M. M.; Wichman, D. M. and Hensleigh, P. F. 2004. Forage yield, quality and nitrate concentration of barley grown under irrigation. Montana State University. 4 p.
- Cherney, J. H. and Marten, G. C. 1982. Small grain crop forage potential: I. biological and chemical determinants of quality, and yield. *Crop. Sci.* 22:227-231.
- Cherney, J. H.; Marten, G. C. and Goodrich, R. D. 1983. Rate and extent of cell wall digestion of total forage and morphological components of oats and barley. *Crop Sci.* 23:213-216.
- Colín, R. M.; Lozano, A. J.; Martínez, G.; Zamora, V. M.; Santana, J. T. y Méndez, V. M. 2004. Producción de materia seca de líneas de cebada forrajera imberbe en cuatro ambientes y correlaciones entre algunos componentes del rendimiento de forraje. Resultados de investigación 2003. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 93-101 pp.
- Flores, M. J. A. 1977. Bromatología animal. Edición Limusa. México. 1096 p.
- Flores, L. A.; Lizarraga, G. C. y Peñuri, F. J. M. 1984. Evaluación en la producción de forraje, valor nutritivo y calidad de ensilaje en diferentes especies de cereales. *Téc. Pec. Méx. Suplento.* 11 p.
- González, C. I. 2007. Producción y calidad forrajera de líneas de cebada imberbe (*Hordeum vulgare* L.) en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 82 p.
- Hart, H. R.; Carlson, G. E. and McCloud, D. E. 1971. Cumulative effects of cutting management of forage yields and tiller densities of tall fescue and orchard grass. *Agron. J. USA.* 63(4):895-898.
- Hughes, H. D.; Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. 1974. Forrajes, Ed. CECSA, México. 343-373 p.
- Herrera, S. R. 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de forraje. En: Segundo taller nacional de especialidades de maíz. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 138 p.
- Juskiw, P. E.; Helm, J. H. and Salmon, D. F. 2000. Forage yield and quality for monocrops and mixtures of small grain cereals. *Crop Sci.* 40:138-147.
- Jhonson, R. A. and Wichern, D. W. 1988. Applied multivariate statistical analysis. Second edition. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall. 607 p.
- Khorasani, G. R.; Bedel, P. E.; Helm, J. H. and Kennelly, J. J. 1997. Influence of stage of maturation on yield components and chemical composition of cereal grain silages. *Can. J. Anim. Sci.* 77:259-267.
- McCartney, D. H. and Vaage, A. S. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silage. *Can. J. Anim. Sci.* 74:91-96.
- Royo, C.; Serra, J.; Puigdomench, A. and Aragay, M. 1998. Yield and quality of triticale cv. Trujillo and barley cv. Flika grown for different end-uses in a Mediterranean environment. *Cereal Res. Comm.* 26(2):169-176.
- Stark, B. A. and Wilkinson, J. M. 1992. Whole crop cereals. Second edition. Chalcombe publications. United Kingdom. 175 p.
- Zadoks, J. C.; Chang, T. T. and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Eucarpia Bulletin* 7:42-52.