

Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila

Classification of forage triticales in accordance with dry matter yield and nutritional quality in two locations in Coahuila

Víctor Manuel Zamora Villa^a, Alejandro Javier Lozano del Río^a, Alfonso López Benítez^a, Manuel Humberto Reyes Valdés^a, Heriberto Díaz Solís^b, Juan Manuel Martínez Reyna^a, Jesús Manuel Fuentes Rodríguez^c

RESUMEN

Se condujo una investigación en el ciclo otoño-invierno 96-97 para evaluar el rendimiento de materia seca de 86 líneas y variedades de triticale a través de tres cortes, en comparación con los testigos comerciales avena Coker 234, ballicos cv. Alamo y Beefbuilder, y cebada, en las localidades de Matamoros y Zaragoza, Coahuila. Se utilizó un diseño alfa-látice con cuatro repeticiones. Con base en el rendimiento promedio de materia seca y su proporción con respecto al triticale testigo AN-31 se seleccionaron las mejores ocho líneas para determinar su calidad nutritiva, así como a los testigos: triticale AN-34, ballico Alamo y avena Coker 234. Las variables rendimiento de materia seca, etapa fenológica y de calidad nutritiva se analizaron mediante la técnica de análisis de conglomerados y componentes principales. Los resultados indicaron que los dos tipos identificados de triticale mostraron mayor producción que el ballico, quien presentó los valores más altos de calidad nutritiva. El grupo de triticales de tipo facultativo igualó en producción y calidad a la avena; por su parte los triticales de tipo intermedio-invernal mantuvieron casi constante su producción y calidad al pasar de un primer corte al segundo. Se concluye que los triticales son una excelente alternativa para la producción de forraje de alta calidad en la época invernal, al compararlos con el ballico, y pudieran también sustituir a la avena, sobre todo en regiones con alta frecuencia de heladas, confirmando la existencia de tipos de triticale diferentes a los tradicionalmente reportados.

PALABRAS CLAVE: Triticale, Ballico, Avena, Rendimiento de forraje, Calidad nutritiva.

ABSTRACT

A study was carried out during the 1996/97 fall/winter cycle in order to assess dry matter yield of 86 triticale lines and varieties across three clippings, compared to commercial controls: oats cv Coker 234, rye grass cv Alamo and Beefbuilder and barley at Matamoros and Zaragoza, Coahuila. An alfa-lattice design with four replications was used. Based on dry matter mean yield, the best eight lines were selected for nutritional value analysis together with commercial controls, AN-31 and AN-34 Triticale, oats cv Coker 234 and ryegrass cv Alamo. Nutritional value parameters, plus dry matter yields and phenological stages were analyzed by means of the Cluster Analysis and the Principal Component Analysis techniques. Results showed that the two identified triticale types outyielded ryegrass, which had the highest nutritional value. Facultative type triticales equaled oats' nutritional value and yield. On the other hand, intermediate-winter triticales yielded almost the same and showed similar nutritional values in the first and second clippings. In conclusion, triticales constitute an excellent alternative for high quality winter forage production when compared to ryegrass and may replace oats in those areas having frost problems. The existence of triticale types different from those previously reported is confirmed.

KEY WORDS: Triticale, Ryegrass, Oats, Forage production, Nutritional quality.

Recibido el 11 de febrero de 2002 y aceptado para su publicación el 18 de abril de 2002.

a Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Domicilio Conocido Buenavista, Saltillo, Coahuila, 25315. Tel (01844) 4-11-02-20. vzamvil@uaaan.mx. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

b Departamento de Recursos Naturales, UAAAN

c Departamento de Producción Animal, UAAAN.

INTRODUCCIÓN

En México, la superficie ocupada por actividades ganaderas fluctúa alrededor de 113.7 millones de hectáreas, equivalente al 58 % de su superficie. De éstas, se siembran más de 556 mil hectáreas con forrajes en condiciones de riego, que representan el 11.3 % de la superficie total de riego en el país, siendo la alfalfa el principal cultivo con cerca del 50 % de la superficie sembrada con forrajes, además de avenas, ballicos, maíces y sorgos forrajeros, utilizados para la alimentación de rumiantes en sistemas intensivos de producción animal, y que a su vez son requeridos como complemento para apoyar los sistemas extensivos.

En la región Lagunera, una de las cuencas lecheras más importantes del país, la alimentación del ganado se basa en el uso de forrajes de corte, ya sea verdeado, henificado o ensilado, bajo un sistema intensivo, donde incluso se realizan dos ciclos de maíz y uno de invierno para complementar la producción obtenida con alfalfa. Es precisamente la producción de forrajes el rubro donde hay más posibilidad de reducir costos, mediante el uso de especies más productivas y de mayor calidad⁽¹⁾. En la actualidad, debido a las limitaciones de agua en la región, existe mayor interés en la producción de forraje durante el invierno, dado que existe menor evaporación, pero con el riesgo de mayor frecuencia de heladas, por lo que se han buscado diversas opciones para elevar la productividad, además de los cultivos tradicionales como ballico, trébol y avena⁽²⁾.

El triticale (*X. Triticosecale* Witt.), ha demostrado ser una especie que compete efectivamente con la avena y ballico^(3,4), trigo, centeno y cebada en la producción de forraje durante la época invernal^(5,6,7). Aunado a lo anterior, posee características favorables como mayor tolerancia a bajas temperaturas, sequía, suelos ácidos y alcalinos, plagas y enfermedades, en comparación con el trigo y algunas de las especies mencionadas^(8,9).

Existen triticales primaverales, facultativos e invernales, y recientemente se ha descrito un tipo intermedio-invernal con base en su producción y gustosidad⁽¹⁰⁾, sin embargo, salvo algunos reportes

INTRODUCTION

In Mexico, the area under livestock production totals some 113.7 million hectares, some 58 % of the total land area. Of these, 556 thousand ha are sown to irrigated forages, which account for 11.3 % of the total irrigated area. Fifty percent of this last area is sown to alfalfa and oats, ryegrass and forage corn and sorghum which are also sown as forage for feeding ruminants in intensive animal production systems and sometimes are used as a complement in extensive animal production systems. In the Lagunera Region, one of the most important milk producing areas in Mexico, animal diets are based on harvested forages, be they fresh, or as silo or hay, in intensive systems, in which two corn plantings and one winter forage planting are used to complement alfalfa production. It is precisely in forage production where there is a higher probability for reducing costs, by means of more productive and better quality forage species⁽¹⁾. Currently, because of a water shortage in the area, there is a stronger than normal interest for winter production forages, due to less evaporation, but with a higher frost risk. Several options to increase productivity have been sought, besides traditional forage crops as ryegrass, oats and berseem clover⁽²⁾.

Triticale (*X. Triticosecale* Witt) has been able to compete favorably with ryegrass and oats^(3,4), wheat, rye and barley for winter forage production^(5,6,7). Combined to the above, triticale has favorable characteristics such as low temperature, drought and acid soil tolerance as well as to pests and diseases when compared to wheat and other species already mentioned^(8,9).

Triticales can belong to winter, spring or facultative types. Recently, an intermediate-winter type has been described, based on production and palatability⁽¹⁰⁾. However, with the exception of some reports on crude protein, fiber and ashes contents, little is known on its nutritional value, a parameter of primary importance for milk production, which determines if it is going to be provided to cows in production, due to their fiber, energy and protein requirements⁽¹¹⁾, as has been mentioned already, or taking into account its relative feed value⁽¹²⁾, in which forage quality is classified as "very good" if

de contenidos de proteína cruda, fibra y cenizas, poco se conoce acerca de su calidad nutritiva, parámetro de primordial importancia en las explotaciones lecheras, del cual dependerá si se suministra a vacas secas o en producción, debido a sus distintos requerimientos de fibras, energía y proteína según se ha mencionado⁽¹¹⁾, o tomando en consideración su valor alimenticio relativo⁽¹²⁾, donde la calidad de un forraje es calificado como “demasiado bueno” si el valor alimenticio relativo es superior a 180 y de mala calidad si es inferior a 90. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el rendimiento de materia seca de 86 líneas y variedades de triticale y cuatro testigos comerciales (ballicos Alamo y Beefbuilder, avena Coker 234 y Cebada), así como determinar la calidad nutritiva de los genotipos más rendidores y clasificarlos, bajo la hipótesis que los triticales permiten obtener una adecuada producción de materia seca de buena calidad durante el periodo de otoño-invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en dos localidades: Matamoros, Coahuila, localizado a 25° 33' Norte y 103° 26' Oeste, a 1,137 msnm, con temperatura y precipitación media anual de 22.6 °C y 217.1 mm respectivamente, clasificado como Bw(H')hw(e), sobre un suelo del tipo Xerosol, de color claro y pobre en materia orgánica y subsuelo rico en carbonatos con baja susceptibilidad a la erosión. La otra localidad fué Zaragoza, Coahuila, localizado en los 28° 30' y 100° 55' Norte y Oeste respectivamente, a 360 msnm, temperatura media de 20.6 °C y precipitación media anual de 376.3 mm, con clima Bsohx'(w)(e)'w'' y suelo franco-arcilloso, profundo y de poca pendiente⁽¹³⁾.

La siembra se realizó el 1º de octubre de 1996 en Zaragoza y el 3 de octubre del mismo año en Matamoros, Coahuila, en seco, utilizando una sembradora de precisión de ocho hileras, con un diseño alfa-látice⁽¹⁴⁾, con cuatro repeticiones para cada uno de los 90 genotipos, distribuidos en nueve bloques de tamaño diez. Cada unidad experimental constó de ocho hileras de 5 m de largo, espaciadas a 0.17 m, resultando en una parcela total de 6.8 m². La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹

its relative feed value is over 180 and “bad” if it is less than 90. The objective of this study was to evaluate dry matter yield of 86 triticale lines and varieties and of four controls (Alamo and Beefbuilder ryegrasses, Coker 234 oats and Barley) to determine nutritional quality of the higher yielding genotypes and to classify them, to confirm a hypothesis that triticales can provide an adequate dry matter and good quality fall/winter forage production.

MATERIALS AND METHODS

The experiment took place in two locations. Matamoros, Coah. (25° 33'N 103° 26' W, 1,137 m above sea level, 22.6 °C average annual temperature, 217 mm annual average rainfall, Bw(H')hw(e) climate), on a Xerosol pale color soil, low in organic matter with a subsoil high in carbonates and low susceptibility to erosion and Zaragoza, Coah. (28° 30' N 100° 55' W, 360 m above sea level, 20.6 °C average annual temperature, 376 mm annual average rainfall, Bsohx'(w)(e)'w'' climate), on a deep clay soil, with a low slope⁽¹³⁾.

Plantings were completed on October 1, 1996 in Zaragoza and October 3, 1996 in Matamoros, in dry soil, using an eight row precision seed drill. An alfa-lattice design with four replications was used for each of the 90 genotypes, distributed in nine ten-size blocks. Each experimental unit consisted of eight rows of 5 m in length each, spaced at 0.17 m, each plot totaling 6.8 m². The seeding rate was 120 kg ha⁻¹ for cereals and 35 kg ha⁻¹ for ryegrass. Plots were fertilized with 120 kg ha⁻¹ nitrogen as urea and 80 kg ha⁻¹ phosphorous as mono-ammonic phosphate. All the phosphorous and half of the nitrogen was administered at planting. The remaining nitrogen was administered together with the first watering.

An additional 23 nitrogen units per hectare were applied after the first and second clippings, 85 and 125 days after planting, respectively, thus totaling 324 kg ha⁻¹ urea and 154 kg ha⁻¹ mono-ammonic phosphate for the whole cycle. The third and last clipping took place 150 days after planting. The pastures were watered at 28 days intervals, with a 10 cm sheet and totaling 60 cm.

para los cereales y 35 kg ha⁻¹ para los ballicos. La fertilización se realizó utilizando urea (46-00-00), como fuente de nitrógeno y fosfato monoamónico (11-52-00) como fuente de fósforo; para aplicar la dosis de 120-80-00, se suministró todo el fósforo y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra, aplicando el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio. Adicionalmente se aplicaron 23 unidades de nitrógeno por hectárea después del primer y segundo corte de forraje, 85 y 125 días después de la siembra (dds), respectivamente, resultando un total de 324 kg ha⁻¹ de urea y 154 kg ha⁻¹ de fosfato monoamónico aplicados durante el ciclo. El tercer y último corte se realizó a los 150 dds. Los riegos se aplicaron cada 28 días durante el transcurso del experimento, con una lámina aproximada de 10 cm y total de 60 cm.

Cada muestreo de rendimiento de materia seca (MS) se realizó cortando el forraje con rozadera, a una altura aproximada de 2 cm sobre la superficie del suelo, anotando la etapa fenológica en que se encontraban de acuerdo a la escala de Zadoks *et al.*⁽¹⁵⁾. Se utilizó un marco metálico rectangular de 0.25 x 0.50 m, en forma perpendicular a las hileras centrales de cada unidad experimental, obteniendo una muestra de 0.125 m² en cada unidad experimental. Se pesó el forraje fresco y se tomó una submuestra de 250 g secándose en estufa a 60 °C por 72 h para estimar MS, transformándose posteriormente a toneladas por hectárea (ton ha⁻¹). Después de cada muestreo, todo el lote experimental se cosechó con una máquina cortadora de motor. En las muestras de forraje seco de los materiales seleccionados, se evaluaron los parámetros de calidad nutritiva, homogenizando las cuatro repeticiones de cada tratamiento en cada corte. Se determinaron las concentraciones de proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), energía neta de lactancia (ENI), energía neta de ganancia (ENg), digestibilidad de la materia seca (DMS), valor alimenticio relativo (VAR) y minerales (P, K, Ca y Mg), mediante la metodología de espectroscopía de reflectancia cercana al infrarrojo (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, NIRS, por sus siglas en inglés). Dichos análisis se realizaron en el laboratorio de alimentos de la empresa LALA en Gómez Palacio,

Each dry matter (DM) yield sampling was carried out with a sickle, clipping at an approximate 2 cm cutting height, taking note of the phenological stage according to Zadoks *et al.* scale⁽¹⁵⁾. A metal frame measuring 0.25 m by 0.50 m was placed perpendicular to the central rows of each experimental unit, for a 0.125 m² sample. Fresh forage was weighted and 250 g were taken out from it at random and dried at 80°C for 72 h in a drying chamber, and the value obtained was converted into tons ha⁻¹. After each sampling, the experimental plot was mowed. Dry forage samples were analyzed for nutritional quality, and the samples from the four replications were homogenized for this test. Crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), net energy-lactation (NEL), net energygain (NEg), digestible dry matter (DDM), relative feed value (RFV) and minerals' (P,K,Ca,Mg) concentrations were determined through Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). These tests were carried out at the LALA milk company's laboratory in Gómez Palacio, Durango. The NIRS unit was calibrated with 30 determinations through the humid method for triticale, because it had already been calibrated for the other two species.

RFV is a useful indicator to compare forage quality based on its energy content and potential intake⁽¹²⁾, and can be calculated through these equations:

$$\text{Digestible dry matter percentage} \\ (\% \text{ DDM}) = 88.9 - (\% \text{ ADF} \times 0.779)$$

$$\text{Dry matter intake percentage} \\ (\% \text{ DMI}) = 120 / \% \text{ NDF}$$

$$\text{Relative Feed Value} \\ (\text{RFV}) = (\% \text{ DDM} / \% \text{ DMI}) / 1.29$$

A variance analysis was performed in each clipping to determine dry matter yield differences between treatments. Afterwards, information related to the three clippings in each locality was analyzed through split block design to determine effects of clippings on treatments and on their possible interaction. The global information of all clippings in both locations was analyzed through a split-split plot design, being locations a big plot, clippings a medium plot and treatments a small plot. Blocks nested in locations per replication were kept as source of variation. In all cases averages were compared through the least

Durango, calibrándose la unidad NIRS con 30 determinaciones mediante el método húmedo para la especie triticale, ya que estaba previamente calibrado para las otras dos especies.

El VAR es un índice útil para comparar la calidad de los forrajes con base en su contenido de energía y consumo potencial⁽¹²⁾, utilizando las siguientes ecuaciones para calcularlo:

$$\text{Porcentaje de materia seca digestible (\% MSD)} = 88.9 - (\% \text{ FAD} \times 0.779)$$

$$\text{Porcentaje de consumo de materia seca (\% CMS)} = 120 / \% \text{ FND}$$

$$\text{Valor alimenticio relativo (VAR)} = (\% \text{ MSD} / \% \text{ CMS}) / 1.29$$

En cada corte de forraje se realizó el análisis de varianza correspondiente para detectar diferencias de rendimiento de materia seca entre los tratamientos; posteriormente la información de los tres cortes en cada localidad se analizó mediante un diseño de bloques divididos con el fin de determinar el efecto de los cortes sobre los tratamientos y su posible interacción. La información global de todos los cortes en ambas localidades se analizó mediante un diseño de parcelas subdivididas, considerando localidades como parcela grande, cortes como parcela mediana y los tratamientos como parcela chica, conservando la fuente de variación bloques dentro de localidad por repetición. En cada caso se realizó la comparación de medias usando la prueba de diferencia mínima significativa⁽¹⁶⁾. Las medias de rendimiento de materia seca de los tratamientos seleccionados se unieron con los resultados de calidad nutritiva y se analizaron mediante análisis de componentes principales (ACP) y análisis de conglomerados (AC), con el fin de establecer relaciones entre variables, reducir dimensionalidad de los datos, analizar la dispersión de los materiales⁽¹⁷⁾ y agrupar genotipos semejantes⁽¹⁸⁾; dichos análisis se realizaron con el programa Statistica⁽¹⁹⁾.

RESULTADOS

Rendimiento de Materia Seca

Los análisis de varianza por corte en cada localidad mostraron sin excepción alta significancia entre los

significant difference test⁽¹⁶⁾. Average dry matter yields of selected treatments were linked to nutritional quality tests and were evaluated through the principal components analysis (PCA) and cluster analysis (CA), to state relations between variables, reduce data dimensionality, analyze material dispersion⁽¹⁷⁾ and group similar genotypes⁽¹⁸⁾. These tests were carried out with the Statistica software⁽¹⁹⁾.

RESULTS

Dry matter yield

Variance analysis for each clipping in each location showed without a shade of doubt high significance between treatments ($P < 0.01$), even though combined analysis on clippings per location and differences between treatments ($P < 0.01$) were detected only in Zaragoza. In both locations differences ($P < 0.01$) between clippings and interaction between treatments per clipping, were found. A global analysis showed highly significant differences in all its sources, standing out in the extent of their square sums, locations, clippings and certain interactions (locations per clipping and clippings per treatment) as can be seen in Table 1.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado sobre localidades y cortes para la producción de materia seca

Table 1. Mean squares and significance of a combined variance analysis practiced on different locations and clippings for dry matter production

Source of variation	df	MS
Locations(L)	1	262.035**
Replication (R) /L	6	1.015
Clippings (C)	2	77.491**
L X C	2	34.464**
R X C / L	12	0.951**
Block / L X R	64	0.137**
Treatments (T)	89	0.268**
L X T	89	0.127**
C X T	178	0.627**
L X C X T	178	0.231**
SE	1538	0.084

VC= 13.6 %

** ($P < 0.01$)

tratamientos ($P < 0.01$), en tanto los análisis combinados sobre cortes por localidad detectaron diferencias entre los tratamientos ($P < 0.01$) sólo en Zaragoza. En ambas localidades se encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre los cortes de forraje y en la interacción tratamientos por corte. El análisis global mostró diferencias altamente significativas en todas sus fuentes, resaltando en la magnitud de sus sumas de cuadrados, las localidades, cortes y las interacciones localidades por cortes y cortes por tratamientos (Cuadro 1). La comparación de medias de tratamientos dió como tratamientos superiores a las líneas 38, 78, 24, 2, 43, 85, 9 y 19, que rindieron 37.4, 19.3, 16.1, 15.9, 15.0, 12.5, 12.1 y 9.2 % más que el testigo AN-31 respectivamente, en tanto que el ballico Alamo lo superó en 16.4 %, AN-34 con 16.3 % y avena Coker con 10.8 %. A estos materiales se les determinó la calidad nutritiva, para posteriormente agruparlos y analizar la relación entre variables.

Comparisons between treatment averages proved lines 38, 78, 24, 2, 43, 85, 9 and 19 as superior, yielding 37.4, 19.3, 16.1, 15.9, 15.0, 12.5, 12.1 and 9 % respectively more than the AN-31 control, while Alamo ryegrass yielded 16.4 %, AN-34 16.3 % and Coker oats 10.8 % more than the same control. Nutritional quality was determined for all these materials, for grouping and analysis between variables. Barley gave only one high yielding clipping, and because of that wasn't included in the quality analysis and subsequent genotype grouping.

Relationships between variables

In Table 2, the principal component analysis (PCA) results can be seen. 76.2 % of total variance can be explained through the first three components of which 49.7 % of that variance was contained in the first principal component, which can be defined as a nutritional quality component, as those variables highly related to this component were CP, DDM,

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de cada variable con los tres componentes principales

Table 2. Correlation coefficients for each variable with the three main components

VARIABLES	Principal components		
	CP 1	CP 2	CP 3
Forage clip	-0.027	0.509	0.535
Phenological stage	-0.006	0.375	-0.488
Dry matter	-0.630	-0.652	-0.654
Crude protein	0.601	0.760	0.834
Acid detergent fiber	-0.884	-0.884	0.834
Digestible dry matter	0.884	0.884	-0.834
Neutral detergent fiber	-0.636	0.825	-0.931
Relative feed value	0.728	-0.848	0.930
Net energy lactation	0.680	-0.682	0.784
Net energy gain	0.706	-0.708	0.799
Phosphorous	0.100	0.109	0.759
Calcium	0.516	0.617	0.778
Potassium	0.008	0.014	0.809
Magnesium	0.045	0.541	0.862
Eigenvalue	7.460	2.28	1.68
Variance Eigenvalue, %	49.77	15.25	11.22
Accumulated variance, %	49.77	65.02	76.24

Cebada solamente dio un primer corte de alto rendimiento, razón por la cual no se incluyó en los análisis de calidad y posterior agrupación.

Relación entre variables

En el Cuadro 2 aparecen los resultados del análisis de componentes principales (ACP) y se observa que los primeros tres componentes explicaron el 76.2 % de la varianza total, donde el primer componente principal contuvo 49.7 % de dicha varianza y se puede definir como un componente de calidad nutritiva, ya que las variables con alta relación con el componente fueron: PC, DMS, VAR, energía neta de lactancia (ENI) y ganancia (ENg) y contenido de calcio (Ca), que registraron una relación positiva entre sí y con el componente, pero negativa con el rendimiento de MS y los contenidos de fibras (FAD y FND).

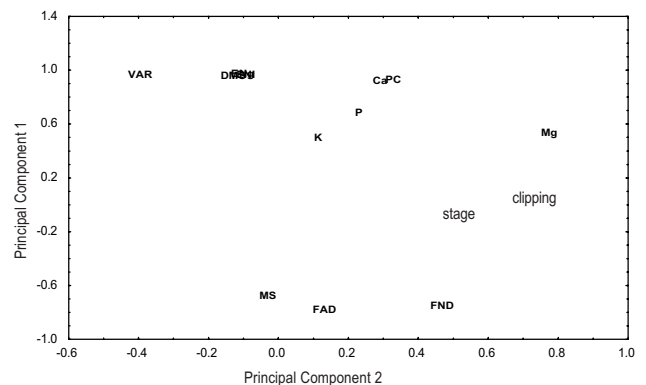
Por su parte el segundo componente explicó un 15.2 % de la varianza total e involucró el efecto de los cortes sobre los contenidos de PC y algunos minerales como Mg y Ca positivamente relacionados entre si y que mantuvieron una relación negativa con parámetros de calidad nutritiva como VAR, FAD, ENI y ENg, reafirmando en parte la información aportada por el primer componente, pero detectando una relación positiva con la FND. El tercer componente incluyó un 11.2 % de la variación y explicó la relación negativa entre los contenidos de FAD, P y K con la etapa fenológica, FND y DMS, al parecer influenciada por los cortes.

En la Figura 1 se presenta la distribución de las variables en los primeros dos componentes principales. Las variables FAD y FND tuvieron una relación positiva con el rendimiento de MS y en conjunto se relacionaron con la etapa a la cual se realizaron los cortes de forraje, pero presentaron una fuerte asociación negativa con DMS, ENI, ENg, VAR, PC y contenido de minerales como el Ca, P y K; lo cual indicó que a mayor rendimiento de materia seca, se tendrán más fibras, lo cual conlleva una disminución de su digestibilidad (DMS), VAR, PC, ENI y ENg. La otra relación negativa que se observa en esta figura se registró entre la etapa fenológica de corte y contenidos de Mg, PC, Ca y FND con el VAR, la ENI, ENg y DMS.

RFV, NEI and Ca, which showed a positive relation between themselves and with the component, but negative with MS yield and fiber content (ADF, NDF). The second component helps to explain 15.2 % of total variance and involved effects of clippings on CP contents and of some minerals like Mg and Ca which show a positive relation between them and negative with certain nutritional quality parameters like RFV, ADF, NEI and NEg, reaffirming in part information provided by the first component, but showing a positive relationship with NDF. The third component included 11.2 % of the variation and helped explain negative relationships between ADF, P and K contents with the phenological stage, NDF and DDM, perhaps influenced by clippings. In Figure 1 the distribution of variables in the first two principal components can be appreciated. ADF and NDF showed a positive relationship with MS yield and jointly related with the stage in which the clippings were made, but showed a highly negative association with DDM, NEI, NEg, RFV, CP and Ca, P and K contents, which indicates that at higher MS yields, more fiber will be present, thus diminishing digestibility (DDM), RFV, CP, NEI and NEg. The other negative relationship that can be observed

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

Figure 1. Variable distribution across the two principal components



VAR= relative feed value; MS= dry matter; FAD= acid detergent fiber; FND= neutral detergent fiber; PC= crude protein; Ca= calcium; P= phosphorous; K= potassium; Mg= magnesium; DMS= digestible dry matter.

Agrupamiento de Genotipos

El análisis de conglomerados, clasificó a los triticales en dos grupos: uno de ellos se conformó por las líneas 19, 43 y 78, el otro grupo incluyó las líneas 2, 9, 85, 24, y las variedades testigo AN-31 y AN-34, al cual se adicionó finalmente el genotipo 38; agrupando enseguida a la avena Coker como integrante único de un tercer grupo y finalmente al ballico Alamo en un cuarto grupo (Figura 2).

Al graficar dichos grupos en el espacio generado por los primeros dos componentes principales, se obtuvo una excelente separación, primero de las especies y segundo de los genotipos dentro de la especie triticale (Figura 3), donde el ballico Alamo mostró los valores más altos de DMS, ENI, ENG y VAR, pero con menor rendimiento y contenido de fibras. La avena se consideró de rendimiento aceptable, con mayor porcentaje de fibras y fuertemente afectada por los cortes, con mayor velocidad de crecimiento y altos contenidos de Mg (0.20 en promedio vs 0.12 de los triticales).

Los triticales se consideraron de mayor rendimiento y fueron separados con base en sus contenidos de fibras y velocidad de crecimiento, siendo más precoces y fibrosas las líneas 19, 43 y 78 (de tipo facultativo), seguidas por el grupo conformado por las variedades

was that between phenological phase at clipping and Ca, Mg, CP and NDF with RFV, NEI, Neg and DDM.

Genotype grouping

Through cluster analysis, triticales can be classified in two groups: one of the made up by lines 19, 43 and 78 and another with lines 2, 9, 85, 24 and control varieties AN31 and AN-34, to which was added also genotype 38, Coker oats constituted by itself a third group and Alamo ryegrass a fourth (Figure 2).

When a graph was constructed in the space generated by the first two principal components, a highly satisfactory species separation as well as of triticale genotypes was obtained (Figure 3). Alamo ryegrass showed the highest values for DDM, NEI, NEG and RFV, but with lower yield and fiber content. Oats yield can be considered as acceptable, with higher fiber content and very much affected by clipping, with a higher growth speed and high Mg content (0.2 vs. 0.12 for triticale). Triticales were higher yielding and were separated in accordance with fiber content and growth speed, being lines 19, 43 and 78 (of the facultative type) more precocious and with a higher fiber content, lines 2, 9, 24, 85 and varieties AN-31 and AN-34 showed a slightly lower growth speed and therefore had a

Figura 2. Grupos generados mediante el Análisis de Conglomerados

Figure 2. Groups generated through Cluster Analysis

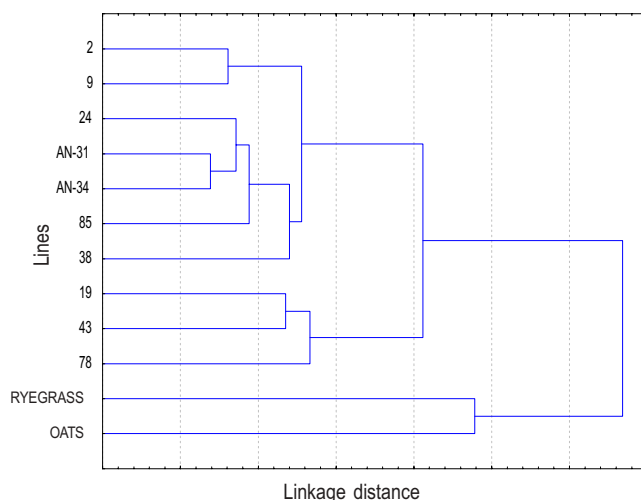
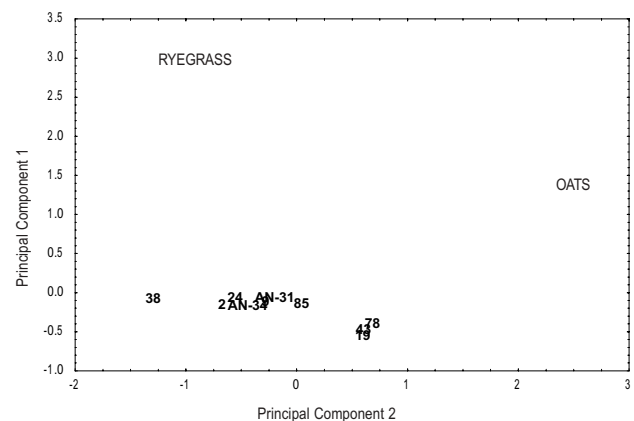


Figura 3. Agrupamiento de los genotipos en el espacio generado por los dos primeros componentes principales

Figure 3. Genotype grouping in the space generated by the the two first principal components



CLASIFICACIÓN DE TRITICALES FORRAJEROS POR RENDIMIENTO Y CALIDAD

AN-31 y AN-34 más las líneas 2, 9, 24 y 85, con relativamente menor velocidad de crecimiento y por lo tanto menos fibrosos que los facultativos, por lo que se consideraron de tipo intermedio-invernal, en tanto que el genotipo 38 presentó un tipo invernal.

El Cuadro 3 permite hacer una comparación más objetiva de los genotipos, así el ballico Alamo

lower fiber content than the facultatives, and can be considered as winter intermediate while genotype 38 was of a definite winter type.

In Table 3 a more objective comparison between genotypes can be made. Alamo ryegrass showed the earliest development stages at clipping and lower average yields, with the highest dry matter yield in

Cuadro 3. Etapa fenológica, producción y características selectas de calidad por corte, de los diferentes tipos de triticales y testigos comerciales, a través de localidades

Table 3. Phenological stage, production and quality characteristics per clipping for diverse triticales types and commercial controls, across locations

Variable	Genotypes			
	FAC	WIN-INT	Ryegrass	Oats
Stage 1	35	32	28	32
Stage 2	36	33	28	33
Stage 3	36	36	32	37
DM 1, t ha ⁻¹	5.32	4.83	3.82	5.38
DM 2, t ha ⁻¹	3.27	4.20	3.78	3.53
DM 3, t ha ⁻¹	6.82	6.37	6.19	5.58
CP 1, %	22.11	22.16	22.33	22.91
CP 2, %	17.46	18.98	18.43	16.16
CP 3, %	19.92	17.28	18.37	18.39
ADF 1, %	23.14	22.98	23.76	26.37
ADF 2, %	30.22	26.54	26.63	35.02
ADF 3, %	33.15	28.21	32.86	35.90
NDF 1, %	46.39	43.66	36.02	43.88
NDF 2, %	50.84	46.51	36.34	56.12
NDF 3, %	53.56	53.26	48.33	57.24
RFV 1	143.55	151.54	182.09	145.52
RFV 2	122.26	137.07	182.10	102.13
RFV 3	117.69	117.69	123.47	98.37
DDM 1, %	70.87	71.01	70.39	68.36
DDM 2, %	65.37	68.22	68.15	61.61
DDM 3, %	62.78	66.92	63.3	60.93
NEI 1, Mkal kg ⁻¹	1.57	1.57	1.74	1.67
NEI 2, Mkal kg ⁻¹	1.52	1.54	1.66	1.44
NEI 3, Mkal kg ⁻¹	1.53	1.54	1.58	1.54
NEg 1, Mkal kg ⁻¹	1.00	1.00	1.19	1.11
NEg 2, Mkal kg ⁻¹	0.94	0.97	1.10	0.84
NEg 3, Mkal kg ⁻¹	0.96	0.96	1.01	1.01

FAC= Facultatives; WIN-INT= Winter-intermediate; DM= Dry matter; CP= Crude protein; ADF= Acid detergent fiber; NDF= Neutral detergent fiber; RFV= Relative feed value; DDM= Digestible dry matter; NEI= Net energy- lactation; NEg= Net energy- gain; 1,2,3= Clip.

presentó las etapas más tempranas de desarrollo en los cortes y menor rendimiento promedio, mostrando su mayor rendimiento de materia seca en el tercer corte, en tanto los triticales facultativos mostraron las etapas fenológicas más avanzadas, que se reflejó en mayores contenidos de fibras en comparación con los intermedios-invernales; la avena en forma general resultó la más fibrosa de las especies y la menos digestible.

Por su parte los tipos intermedios-invernales presentaron etapas similares a los alcanzados por la avena, pero su distinto patrón productivo les permitió mantener buena producción y calidad al avanzar en los cortes, lo cual no sucedió con la avena, que en el segundo corte disminuyó su rendimiento y tuvo el mayor decremento en su calidad nutritiva, mientras que en el tercer corte su contenido de fibras la diferenció de las otras especies.

Los valores alimenticios relativos permanecieron arriba de 100 a través de los cortes para todos los materiales, excepto el tercer corte de avena (98.3), la cual también presentó el contenido energético más bajo en el segundo corte (1.44 y 0.84 Mcal kg⁻¹ de ENI y ENg respectivamente), aunado a un 16.1 % de PC.

DISCUSIÓN

El efecto de localidad fue mayor que el de cortes en la producción de los materiales, confirmando así su jerarquía, seguido por el efecto de la interacción entre ambas fuentes, por lo que es necesario cuantificar con mayor precisión los efectos que provocan en el rendimiento de materia seca, aunque se puede hacer una inferencia *a priori* cuando se observa el Cuadro 3, donde la avena y los triticales de tipo facultativo decrecen su rendimiento de materia seca al pasar del primer al segundo corte (MS 1 y MS 2), responsables en gran medida de la significancia encontrada en la interacción cortes por tratamientos y localidades por corte por tratamientos, lo cual sugiere la necesidad de un análisis de estabilidad de la producción, con el fin de ofrecer una mayor seguridad al productor de forrajes.

its third clipping, while the facultative triticales showed the most advanced phenological stages which reflected in higher fiber content relative to the winter-intermediate triticales. Oats in general was the most fibrous and less digestible of all species.

Intermediate-winter triticales reached stages similar to those of oats, but their different production pattern allowed them to maintain a good quality and production level across the clippings, something which didn't happen with oats, which decreased its yield and also the highest decrease in quality in the second clipping, while in the third clipping its fiber content differentiated it from other species.

Relative feed values remained at more than 100 across all clippings for all materials, except for oats in its third clipping (98.3), which also showed the lowest energy content in the second clipping (1.44 Mcal kg⁻¹ NEI and 0.84 Mcal kg⁻¹ NEg) together with a 16.1 % CP.

DISCUSSION

Effect of locality was stronger than effects due to clippings in materials' production, thus confirming its hierarchical placing, followed by effect of interaction between both sources. That is why it is important to quantify with more precision its effects on dry matter yield, although it can be inferred *a priori* when in Table 3, it can be seen that oats and facultative triticales decrease their dry matter yields between the first and second clippings (MS1 and MS2), which are responsible to a great measure for the significance found in clippings by treatment and localities by clippings by treatment interaction and which suggests the need for a production stability analysis so as to provide a higher safety to forage producers.

In PCA, the first component separated genotypes based on yield and quality, and ryegrass was the material with higher quality but with less yield, and therefore with the lower fiber contents, which can produce mechanically based diarrhea in cattle, as has been mentioned^(2,12).

The second component identified the positive relationship between phenological stage, fiber, Mg

En el ACP el primer componente separó los genotipos con base en su rendimiento y calidad, de tal manera que el ballico resultó el de mayor calidad pero con menor rendimiento y por lo tanto menor contenido de fibras, debido a lo cual se espera que esta especie provoque diarreas mecánicas en el ganado, tal como ha sido mencionado^(2,12).

El segundo componente identificó la relación positiva entre la etapa fenológica, fibras, contenido de Mg y el tiempo (cortes), razón por lo cual la avena aparece separada de los otros cultivos, indicando que fue la especie que al avanzar en los cortes, acumuló más Mg e incrementó su proporción de fibras y etapa fenológica, mientras que los triticales intermedios invernales y el ballico no presentaron dicha tendencia, apareciendo el tratamiento 38 como el más invernal de los triticales, por lo que se confirma la clasificación de éste y el grupo conformado por los tratamientos AN-31, AN-34, 2, 9, 24 y 85 (de tipo intermedio-invernal), tal como se ha establecido⁽¹⁰⁾.

Las relaciones discordantes del VAR y DMS con las fibras, a través de las etapas fenológicas en los cortes, se deben a que la FND presenta una alta interacción con los cortes y localidades⁽²⁰⁾, ya que la celulosa y la lignina (contenidos en la FND) tienden a incrementarse conforme aumentan la temperatura y luz solar⁽²¹⁾, afectando la relación de las fibras con la digestibilidad *in vitro*⁽²²⁾, recomendando inclusive que su cálculo sea ajustado a las condiciones particulares de cada país o región⁽²¹⁾.

Los tratamientos 19, 43 y 78 se clasificaron como de tipo facultativo y aparecen separados por su calidad inferior a la de los intermedios-invernales y el segundo componente principal tiende a ligarlos a la avena, debido tal vez a que mostraron un patrón productivo similar, dado que el rendimiento de materia seca en los cortes primero y segundo (MS 1 y 2), indican que aunque mostraron un rebrote aceptable, éste no fue tan bueno como el de los intermedios-invernales, debido a lo cual proporcionaron un primer corte de alto rendimiento y un segundo de rendimiento aceptable, siguiendo la tendencia general de proporcionar un tercero de

and clippings. Due to this, oats appear well separated from the other crops, showing that on successive clippings, accumulated more Mg and increased fiber contents and phenological stage, while intermediate winter triticales and ryegrass didn't show that trend. Treatment 38 was the triticale with most winter type characteristics, and is classified accordingly as well as the group made up by treatments AN-31, AN-34, 2, 9, 24 and 85 (as intermediate-winter type), as had already been established⁽¹⁰⁾.

The jarring relationship of RFV and DDM with fiber content across phenological stages in clippings, are due to NDF showing a high interaction with clippings and localities⁽²⁰⁾, because lignin and cellulose (found in NDF) are likely to increase with higher temperature and sunlight⁽²¹⁾, affecting fiber relationship with *in vitro* digestibility. Its calculation should be adjusted to the particular conditions of a country or region⁽²¹⁾.

Treatments 19, 43 and 78 were classified as belonging to the facultative type, and are separated from the intermediate-winter due to their lower quality and the second main component is liable to link them to oats, maybe because they showed a similar behavior to that species. Dry matter yields for the first and second clippings (MS1 and MS2) show that, even though they had an acceptable regrowth, this wasn't as good as that of the intermediate-winter genotypes, which showed a high yielding first clipping and an acceptable second clipping and following the general trend of a higher yielding third clipping, probably because of high temperatures.

It is uncommon to apply three clippings to winter cereals in the Lagunera Region because it is necessary to prepare the soil for planting maize for silage. That is why, if only two clippings are applied, the intermediate-winter genotypes would be an excellent choice, and if only one clipping was required, the facultative genotypes would be a very good substitute to oats, especially in areas subject to a high frequency of frosts or to leaf diseases.

In general, oats was the species which retained less quality, due to the fact that between the first and

mayor rendimiento, probablemente como respuesta al incremento de temperaturas.

Aplicar tres cortes a los cereales de invierno es poco común en la Región Lagunera, dado que se requiere preparar el terreno para la siembra de maíz para ensilaje, de tal forma que si solamente se aplican dos cortes, los tipos intermedios invernales serían una excelente opción, y si se requiere dar un único corte los tipos facultativos representan una alternativa para sustituir a la avena, sobre todo en regiones donde existe alta frecuencia de heladas o enfermedades foliares.

En forma general, la avena fue la que menos mantuvo su calidad, ya que al pasar de un primer corte al segundo, disminuyó fuertemente sus contenidos de proteína y aumentó su contenido de fibras, al grado de no ser considerada forraje de alta calidad de acuerdo con Herrera⁽¹¹⁾, y con base en su VAR⁽¹²⁾ en el primer corte se consideró un forraje apto para vacas a mitad de la lactancia y en el segundo sólo fue considerado deseable para vacas al final de la lactancia o vacas secas, en tanto que el ballico se consideró apto para vacas al inicio de lactancia, y se cataloga como forraje de alta calidad de acuerdo a la clasificación de Herrera⁽¹¹⁾, con la desventaja de su menor rendimiento de materia seca.

Con base en estos criterios^(11,12), los dos tipos de triticales fueron considerados de alta calidad y apropiados para vacas a la mitad de la lactancia, con la ventaja de que los triticales presentaron mayor rendimiento de materia seca que el ballico, coincidiendo con lo mencionado con anterioridad⁽⁶⁾, con lo cual aseguran un lugar en la rotación de forrajes de las explotaciones lecheras, proporcionando además mayor seguridad de la producción, ya que poseen tolerancia a bajas temperaturas y enfermedades superiores a las de avena^(8,9).

Esta información sugiere que los triticales facultativos y la avena son deseables para un solo corte de forraje, mientras que en los intermedios invernales pueden proporcionar dos cortes de adecuado rendimiento y calidad durante la temporada invernal, en tanto que el ballico presenta

second clipping, its protein content diminished drastically and also showed a strong increase in fiber contents, to the point of not being considered a high quality forage in accordance with Herrera⁽¹¹⁾, and based on its RFV it could be considered, in the first clipping, as a forage suitable for milking cows at the height of their production capacity, and suitable only for cows at the end of their milking cycle or for dry cows at the second clipping. On the contrary, ryegrass was classified as of high quality forage, also in accordance with Herrera's table⁽¹¹⁾, and suitable for cows at the beginning of their milking period, with the disadvantage of its lower dry matter yield.

Based on these criteria^(11,12), both types of triticales were considered of high quality and suitable for cows at the middle of their milking period, and also having the advantage of a higher dry matter yield than that of ryegrass. All this is in coincidence with what has already been mentioned⁽⁶⁾, which assures them a place in dairy farms' forage rotation, providing more security to production, as triticales are more tolerant to lower temperatures and leaf diseases than oats^(8,9).

This information suggests that facultative triticales and oats are suitable for only one clipping, while the intermediate-winter can provide two clippings with adequate yields and quality in winter, while ryegrass has its higher yields at the end of that season, although it is the species which provides the better nutritional quality of all those assessed in this study.

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

All these evidences allow to conclude that the use of triticales in winter can be considered as a viable option, especially in those areas where ryegrass is being displaced, which could be substituted with some of the triticales described in this paper, which can adapt themselves to the forage management practices which individual producers apply and even substitute oats, especially in those areas with heavy frosts. Multivariate analysis of the available information showed advantages over conventional univariate analysis, allowing for genotype grouping and

su mejor rendimiento al final de dicha temporada. Aunque sin lugar a dudas es la especie que posee la mayor calidad nutritiva de las aquí evaluadas.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Estas evidencias permiten concluir que la utilización de triticales en la época invernal es una opción viable, sobre todo en aquellas áreas donde el ballico está siendo desplazado, pudiendo reemplazarse con alguno de los tipos de triticales aquí presentados, que pueden adaptarse a las condiciones de manejo que el productor utilice, y en un dado caso sustituir a la avena sobre todo en regiones con alta incidencia de heladas. El análisis multivariado de la información ofreció ventajas sobre el análisis univariado convencional, al permitir la caracterización y agrupamiento de genotipos, señalando claramente las diferencias entre especies e identificando las relaciones entre variables. Es necesario considerar los parámetros de calidad nutritiva cuando se realicen trabajos encaminados hacia la formación de genotipos forrajeros para un manejo y explotación específicos, que permitan establecer metas a ser superadas por los nuevos genotipos que se generen y construir índices de selección que apoyen esta labor. Los distintos patrones productivos de los materiales sugieren la posibilidad de diseñar mezclas forrajeras que proporcionen adecuada calidad y rendimiento cuando se requiera más de un corte de forraje o pastoreos.

LITERATURA CITADA

1. FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Oportunidades de desarrollo de la ganadería en México. Boletín Informativo. México. 1997; XXIX:294.
2. Nuñez HG, Contreras FE, Quiroga MH, Faz R. Cultivos forrajeros de invierno. En: Tercer ciclo de conferencias internacionales sobre nutrición y manejo. Grupo LALA. México. 1997:67.
3. Hernández MA. Potencial forrajero del triticale (X. Triticosecale Wittmack) en el valle de Zapopan [tesis licenciatura]. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara; 1978.
4. Escobar HA. Efecto de tres sistemas de corte en la producción de tres cereales forrajeros en condiciones de riego [tesis maestría]. Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1987.
5. Varughese G, Barker T, Saari E. Triticale. CIMMYT. México. 1987.

characterization, indicating clearly the differences between species and identifying relationships between variables. It is necessary to take into consideration nutritional quality parameters when studies related to grouping forage genotypes for specific dairy farms and management practices are carried out, which will allow to set goals to be met and surpassed by the new genotypes which should be generated and also to set up selection indices which should help this travail. Different production patterns pertaining to the diverse materials suggest the possibility to draw up forage combinations able to provide adequate quality and volume when more than one clipping is required.

End of english version

-
6. Lozano RAJ. Studies on triticale forage production under semiarid conditions of northern México. Proceedings of the second international triticale symposium, Passo Fundo Río Grande do Sul. Brazil. 1990:267.
 7. Rodríguez PJ, Moreno R. Secano, variedad de triticale para áreas de temporal. Memorias del II Congreso Latinoamericano, XV Congreso de Fitogenética. Monterrey, Nuevo León, México. 1994:98.
 8. CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Trigo X centeno = triticale. El CIMMYT hoy. México. 1976:5.
 9. NRC. National Research Council. Triticale: a promising addition to the world's cereal grains. Washington, DC, USA: National Academy Press; 1989.
 10. Ye CWE, Díaz SH, Lozano RAJ, Zamora VVM, Ayala OMJ. Agrupamiento de germoplasma de triticale forrajero por rendimiento, ahijamiento y gustosidad. Téc Pecu Méx 2001;39(1):15-30.
 11. Herrera SR. 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. 1999:138.
 12. Hutjens MF. Importancia de la calidad de los forrajes para maximizar la producción de leche a bajo costo. En: Tercer ciclo de conferencias internacionales sobre nutrición y manejo. Grupo LALA. Gómez Palacio, Durango, México. 1997:11.
 13. García DME. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3ª ed. México: UNAM; 1981.
 14. Barreto HJ, Edmeades GO, Chapman SC, Crossa J. El diseño alfa-latice en fitomejoramiento y agronomía: Generación y análisis. Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992. Guatemala, Guatemala. 1993;(4):273-283.
 15. Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF. A decimal code for the growth stages of cereals. Eucarpia Bulletin 1974.

16. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística: Principios y procedimientos. 10ª ed. en español. México. McGraw Hill; 1988.
17. Manly BFJ. Multivariate statistical methods: A primer. London: Chapman and Hall; 1986.
18. Johnson RA, Wichern DW. Applied multivariate statistical analysis. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall; 1988.
19. Statistica. Statistica for windows (Ver. 4.5) Tulsa Ok, USA: StatSoft, Inc; 1994.
20. Hopkins AA, Vogel KP, Moore KJ, Johnson KD, Carlson IT. Genotype effects and genotype by environment interactions for traits of elite switchgrass populations. *Crop Sci* 1995;(35):125-132.
21. Van Soest PJ. Calidad del forraje y valor nutritivo de la alfalfa y pastos. En: Cuarto ciclo de conferencias internacionales sobre nutrición y manejo. Grupo LALA. Torreón, Coahuila, México. 1998:31.
22. Nuñez HG, Cantú BJE. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo X sudán de nervadura café en la región norte de México. *Téc Pecu Méx* 2001;38(3):177-187.