

Producción de forraje y calidad nutritiva en mezclas de triticale (X *Triticosecale* Wittmack) y ballico anual (*Lolium multiflorum* L.) en Navidad, N.L.

Forage production and nutritional value of mixtures of triticale (X *Triticosecale* Wittmack) and ryegrass (*Lolium multiflorum*) in Navidad, N.L.

Alejandro Javier Lozano del Río^a, Sergio Alfredo Rodríguez Herrera^a, Heriberto Díaz Solís^b, Jesús Manuel Fuentes Rodríguez^c, José Manuel Fernández Brondo^d, Juan Manuel Fernando Narváez Melo^a, Victor Manuel Zamora Villa^a

RESUMEN

En Navidad, N.L., México, se evaluó la producción y calidad nutritiva de dos mezclas forrajeras interespecíficas (ballico-triticale) y sus monocultivos en tres cortes. Se utilizaron seis densidades totales y tres proporciones en las mezclas, (25:75, 50:50 y 75:25), en un diseño alfa-látice con 30 tratamientos y tres repeticiones. En la mezcla ballico - triticale facultativo (BTF), las tres proporciones en mezcla superaron a los monocultivos ($P < 0.01$) en producción de forraje seco (> 173 y 15% sobre ballico y triticale, respectivamente). En la mezcla ballico - triticale intermedio (BTI), la proporción 25:75 mostró mayor producción de forraje seco ($P < 0.01$), (> 210 y 5% sobre ballico y triticale, respectivamente); la 50:50 y 75:25 superaron sólo al ballico. La calidad nutritiva de las tres proporciones en mezcla fue similar a la de sus monocultivos en ambas mezclas. La mezcla BTF presentó mayores atributos de calidad, mientras que la BTI rindió más forraje seco con mayor porcentaje de fibra. El ballico registró mayores contenidos de Ca y Mg, y el triticale registró mayor contenido de P. En ambas mezclas se registró una mayor respuesta productiva a bajas densidades. Los cortes ejercieron un fuerte efecto detrimental sobre la producción y la calidad del forraje. La utilización de mezclas de triticales facultativos o intermedios con ballico anual a densidades bajas y medias, puede maximizar la producción y la calidad de forraje bajo condiciones de riego en el norte y centro de México durante la época invernal.

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

ABSTRACT

The production and nutritional quality of two interspecific forage mixtures (ryegrass-triticale) and their monoculture in three different harvests were evaluated. Six total seeding rates and three mixture proportions were used (25:75, 50:50 and 75:25) in an alpha lattice design with 30 treatments and three replicates. In the facultative ryegrass-triticale mixture (BTF) the 3 mixture proportions surpassed the monocultures ($P < 0.01$) in dry matter production (> 173 and 15% over ryegrass and triticale respectively). In the intermediate ryegrass-triticale mixture (BTI), proportion 25:75 was the one that showed the greatest amount of dry matter production ($P < 0.01$) (> 210 and 5%) over ryegrass and triticale respectively). The 50:50 and 75:25 proportions surpassed only the ryegrass monoculture. The nutritional quality of the three mixture proportions, in both mixtures, was similar to the monocultures. The BTF mixture presented greater quality attributes while BTI gave more dry matter and greater amount of fiber. Ryegrass had higher contents of Ca and Mg, and triticale had greater P content. In both mixtures we registered a greater productive response in lower seeding rates. Harvests imposed a strong detrimental effect on forage production and quality. The use of mixtures of facultative or intermediate triticale with annual ryegrass at low and medium seeding rates can maximize forage production and quality under irrigation conditions in the north and central parts of Mexico during winter.

KEY WORDS: Triticale, Ryegrass, Mixtures, Monocultures, Forage yield, Nutritional quality.

Recibido el 11 de octubre del 2000 y aceptado para su publicación el 30 de noviembre del 2001.

^a Depto. de Fitomejoramiento, UAAAN. Programa de Cereales. Buenavista, Saltillo, Coah. 25315. Tel (01844)4110254; jlozrio@uaan.mx. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

^b Depto. de Recursos Naturales, UAAAN

^c Depto. de Producción Animal, UAAAN

^d Depto. de Botánica, UAAAN

INTRODUCCIÓN

En el norte de México se requiere de una producción intensiva de forrajes con el fin de mejorar los índices productivos. Existen sistemas en los que se utilizan especies anuales de verano e invierno, lo que implica gastos de preparación de terreno, semilla e insumos dos o más veces por año. Por otra parte, las marcadas diferencias de temperatura a través de las distintas estaciones del año impiden la utilización de una misma especie. Una alternativa ha sido el establecimiento de praderas con mezclas de especies perennes de verano e invierno^(1,2,3), o explotaciones que complementan su producción con especies anuales de invierno, ya sea en monocultivo o en mezcla^(4,5,6), pues se indica que las praderas irrigadas de estación fría permiten el desarrollo de sistemas de complementación de forraje asociado con el agostadero y otros recursos forrajeros⁽⁷⁾. En el valle de Navidad, situado en el sur de Nuevo León, que incluye una parte del estado de Coahuila, se siembran alrededor de 2,500 ha de praderas artificiales dedicadas principalmente a la engorda de becerros, y en menor proporción a la producción de forrajes de corte para la alimentación de vacas lecheras. En esta región, la producción de forraje de especies tanto perennes como anuales, decrece drásticamente durante el periodo invernal debido a las bajas temperaturas, particularmente las diferentes variedades disponibles de ballico anual. Entre las opciones que se han planteado para aumentar la producción durante este periodo, y debido a su mayor tolerancia al frío en comparación con ballicos y avenas, está el triticale, ya sea en monocultivo o en mezclas con otras especies^(8,9,10), aprovechando su diferente patrón de producción, obteniendo una mejor distribución de la producción de forraje, ya que el mayor problema asociado con la utilización de especies en monocultivo es la estacionalidad de su producción^(11,12,13). Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la producción de forraje seco y la calidad nutritiva de mezclas interespecíficas de especies anuales de invierno (ballico y triticale), en comparación con sus monocultivos, a diferentes densidades de siembra; además de evaluar diferentes proporciones entre los componentes de las mezclas, bajo la hipótesis de que éstas permiten obtener una mayor producción de forraje con calidad nutritiva

INTRODUCTION

In the northern part of Mexico an intensive forage production is required in order to improve the productive indexes. There are systems that use annual species for summer and winter, which implies costs related to soil preparation, seed and raw materials, two or more times during the year. On the other hand, the marked temperature differences along the different seasons of the year restrict the use of the same species. An alternative has been the establishment of pastures with perennial summer and winter species^(1,2,3) or production fields that complement their production with annual winter species either in monoculture or in mixtures^(4,5,6). This is done because it has been indicated that irrigated pastures during the cold season allow the development of complementation systems of forage associated with rangeland and other forage resources⁽⁷⁾. In the valley of Navidad, located in the south of Nuevo Leon, including part of the State of Coahuila, about 2,500 ha of artificial pastures are planted dedicated mainly to calf growth and to a lesser extent for a production of harvested forage for dairy cow feeding. In this region forage production of permanent as well as annual species drastically decreases during the winter period due to low temperatures, particularly the different available varieties of annual ryegrass. Among the options that have been proposed for increasing the production during this time, and due to their greater tolerance to the cold in comparison to ryegrass and oats, is triticale either in monoculture or in mixture with other species^(8,9,10). Taking advantage of its different production pattern to obtain a better distribution of forage production, because the problem associated with the use of species in monoculture is the seasonal timing of their production^(11,12,13). The objectives of the present work were to evaluate the production of dry forage and nutritional quality of interspecific mixtures of annual winter species (ryegrass and triticale), when compared to their monocultures, at different seeding rates; also, to evaluate different proportions among the components of the mixtures under the hypothesis that they permit a greater production of forage with an acceptable nutritional quality when compared to their monocultures during the winter season in northern Mexico.

aceptable que sus monocultivos, durante la época invernal en el norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se establecieron en el Campo Agrícola Experimental de Navidad, N. L., de la UAAAN, en el municipio de Galeana, entre las coordenadas 27°04' Norte y 100°56' Oeste; altitud de 1,895 msnm y topografía plana. El clima se tipifica como BS₁ kx(e')⁽¹⁴⁾, seco, templado, muy extremo, con lluvias esparcidas durante el año, temperatura anual promedio de 14.3°C, máximas extremas de 40°C en septiembre y mínimas de -15°C en enero. La precipitación total anual es de 516 mm, distribuida entre los meses de abril a octubre, donde ocurre el 79 % del total anual.

Descripción de los tratamientos

En la mezcla 1 (BTF) se utilizó el ballico anual Oregon (B) y un triticale facultativo (TCL), (Yogui 1/Tarasca 87//Hare 212/3/ Nimir); en la mezcla 2 (BTI) se utilizó la misma variedad de ballico y un triticale de hábito intermedio (TCL), (6TB219/6TA876//2*Walrus1) (Cuadro 1). Los monocultivos se sembraron con seis densidades (D1-D6): 40, 80, 120, 160, 200 y 240 kg ha⁻¹ para triticale y 20, 30, 40, 50, 60 y 70 kg ha⁻¹ para ballico. Las combinaciones de TCL + B con densidades de 40+ 20, 80+ 30, 120+ 40, 160+ 50, 200+ 60 y 240+ 70 kg ha⁻¹, se evaluaron en tres proporciones (25:75, 50:50 y 75:25), donde el primer término representó al triticale y el segundo al ballico; las tres proporciones fueron evaluadas en cada una de las seis densidades ya mencionadas; los monocultivos estuvieron representados por las proporciones 100:0 y 0:100 para triticale y ballico, respectivamente, para obtener un total de 30 tratamientos en cada mezcla.

La siembra de las especies evaluadas se realizó el 27 de octubre de 1997, con una máquina de precisión de ocho hileras, bajo un diseño en alfalátice⁽¹⁵⁾ con tres repeticiones. Las parcelas experimentales fueron ocho hileras de 5 m de largo, con 17 cm de espaciamento entre ellas (6.8 m²). Ambos experimentos se fertilizaron con la dosis 120-80-00, con urea como fuente de nitrógeno (46-

MATERIALS AND METHODS

The experiments were established in the Experimental Agricultural Field of Navidad, N.L. of the UAAAN, located in the Municipality of Galeana, coordinates 27°04' North and 100°56' West; with an altitude of 1,895 meters over mean sea level and flat topography. The climate is classified as BS₁ kx(e')⁽¹⁴⁾, dry, temperate, of extremes, with rains dispersed along the year, and mean annual temperature of 14.3 °C. Maximum temperature extremes of 40 °C in September and minimum of -15 °C in January. The annual rainfall is 516 mm distributed among the months of April to October when 79 % of the total annual rainfall occurs.

Treatment description

In mixture 1 (BTF) was used annual Oregon ryegrass (B) and a facultative triticale (TCL) (Yogui 1/Tarasca 87//Hare 212/3/ Nimir); in mixture 2 (BTI) the same ryegrass variety was used and a triticale of intermediate habit (TCL) (6TB219/6TA876//2*Walrus1) (Table 1). The monocultures were sowed at six different seeding rates (D1 - D6): 40, 80, 120, 160, 200 y 240 kg ha⁻¹ for triticale and 20, 30, 40, 50, 60 y 70 kg ha⁻¹ for ryegrass. The TCL+ B combinations with seeding rates of 40+ 20, 80+ 30, 120+ 40, 160+ 50, 200+ 60 and 240+ 70 kg ha⁻¹ were evaluated in three proportions (25:75, 50:50 y 75:25), where the first number represents triticale and the second one ryegrass. The three proportions were evaluated in each of the six seeding rates aforementioned, the monocultures were represented by the proportions 100:0 y 0:100 for triticale and ryegrass respectively, thus obtaining 30 treatments for each mixture.

The sowing of the evaluated species was done on the 27th of October of 1997 with an eight row precision machine, under an alpha - lattice⁽¹⁵⁾ design with three repetitions. The experimental plots consisted of eight rows, 5 m long each, with 17 cm of space between them (6.8 m²). Both experiments were fertilized with a 120-80-00 dose, with urea as a nitrogen source (46-00-00) and mono-ammonia phosphate (11-52-00) as a phosphorous source. We applied 100 % of the phosphorous and 50 % of the nitrogen at the time of sowing and the rest of the

Cuadro 1. Tratamientos incluidos en cada una de las mezclas BTF y BTI

Table 1. Treatments included in each of the BTF and BTI mixtures

Treatment	Seeding rate		Proportion
	Triticale (kg)	Ryegrass (kg)	
1	40	0	100:00*
2	10	15	25:75
3	20	10	50:50
4	30	5	75:25
5	0	20	00:100*
6	80	0	100:00*
7	20	22.5	25:75
8	40	15	50:50
9	60	7.5	75:25
10	0	30	00:100 *
11	120	0	100:00*
12	30	30	25:75
13	60	20	50:50
14	90	10	75:25
15	0	40	00:100*
16	160	0	100:00*
17	40	37.5	25:75
18	80	22.5	50:50
19	120	12.5	75:25
20	0	50	00:100*
21	200	0	100:00*
22	50	45	25:75
23	100	30	50:50
24	150	15	75:25
25	0	60	00:100*
26	240	0	100:00*
27	60	52.5	25:75
28	120	35	50:50
29	180	17.5	75:25
30	0	70	00:100*

* Monoculture

BTF=Ryegrass-facultative triticale; BTI=Ryegrass- intermediate triticale.

00-00) y fosfato monoamónico (11-52-00) como fuente de fósforo; se aplicó el 100 % del fósforo y el 50 % del nitrógeno a la siembra, y el resto del nitrógeno se aplicó al segundo riego de auxilio. Se aplicaron 46 kg ha⁻¹ de nitrógeno en forma de urea después del primero y segundo corte. Mediante un sistema de aspersión, se aplicaron un riego de siembra y ocho de auxilio, de una lámina aproximada de 5 cm, cada 28 días, dando una lámina de riego total de 45 cm.

nitrogen was applied at the second auxiliary irrigation. We applied 46 kg ha⁻¹ of nitrogen in the form of urea after the first and second harvesting. By using an aspersion irrigation system we applied irrigation for sowing and 8 auxiliary irrigations, with an approximate water sheet of 5 cm, every 28 days, totalling a 45-cm irrigation sheet.

Dry matter yield sampling

We did three samplings in order to estimate the dry

Muestras de rendimiento de materia seca

Se realizaron tres muestreos para estimar el rendimiento de forraje seco por corte (FS) y acumulado (FSA) de cada tratamiento en las mezclas, a los 104, 181 y 225 días después de la siembra (04/02/98, 22/04/98 y 05/06/98). Después de cada muestreo, se eliminó todo el forraje remanente con una cortadora de motor. Cada muestreo se realizó cortando el forraje con rozadera, a una altura aproximada de 2 cm sobre la superficie del suelo, con un marco metálico rectangular de 0.25 x 0.50 m, en forma perpendicular a las hileras centrales de cada unidad experimental, con una área de muestreo de 0.125 m². Del forraje fresco cosechado, se tomó una submuestra de 250 g para secarse en estufa a 60° C por 72 horas para estimar el rendimiento de materia seca, que se transformó posteriormente a toneladas de materia seca por hectárea. Del forraje seco se evaluaron variables de calidad nutritiva del forraje, homogenizando en una sola muestra las tres repeticiones de cada tratamiento de cada uno de los tres cortes, obteniéndose un total de 90 muestras por mezcla. Utilizando la metodología de espectroscopía de reflectancia cercana al infrarrojo (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, NIRS), se determinó el porcentaje de proteína cruda (PC), porcentaje de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND); energía neta de lactancia (EN_l) y de ganancia (EN_g) en megacalorías por kilogramo, así como el porcentaje de digestibilidad de la materia seca (DMS) y el contenido de minerales (P, Ca, K y Mg). Las muestras se analizaron en el laboratorio de calidad de alimentos de la empresa LALA en Gómez Palacio, Durango. Para las mezclas triticale-ballico, la unidad NIRS se calibró con los resultados de 40 muestras analizadas previamente mediante el método húmedo⁽¹⁶⁾. La unidad estaba previamente calibrada para los monocultivos de ambas especies. El valor relativo del forraje (VRF), se calculó a partir de los valores de FAD y FND, con las fórmulas:

$$DMS = 88.9 - (0.779 \times FAD)$$

(CMS) = Consumo de materia seca = 120 / FND, de esta forma;

$$VRF = \frac{DMS \times CMS}{1.29}$$

forage yield per harvest (DFY) and accumulated (ADFY) of each mixture treatment at 104, 181 and 225 days after sowing (04/02/98, 22/04/98 y 05/06/98). After each sampling the remaining forage was eliminated with a motorized cutter. Each sampling was done cutting the forage with a stubber at an approximate height of 2 cm over the ground surface, using a metallic frame of 0.25 x 0.50 m. perpendicularly to the central rows of each experimental unit, having a total sampling area of 0.125 m². Of the harvested dry forage was took a sub-sample of 250 g to be dried in an oven at 60 °C for 72 hours in order to estimate the yield of dry matter, which was then transformed to tons of dry matter per hectare. Of the dry forage was evaluated nutritional quality variables by homogenizing in a single sample the three replicates of each treatment at each of the harvesting thus obtaining a total of 90 samples per mixture. By using the Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) methodology was determined the percentage of crude protein (CP), of acid detergent fiber (ADF) and of neutral detergent fiber (NDF), of net lactation energy (NE_l) and net growth energy (NE_g) in mega calories per kilogram, as well as the digestibility percentage of the dry matter (DMD) and mineral content (P, Ca, K and MG). The samples were analyzed in the food quality laboratory of the LALA Company in Gomez Palacio, Durango. For the ryegrass - triticale mixtures the NIRS unit was calibrated with the results from 40 samples analysed previously by the wet method⁽¹⁶⁾. The unit was previously calibrated for the monocultures of both species. The relative value of the forage (RVF) was calculated from the ADF and NDF values with the following formulas:

$$DMD = 88.9 - (0.779 \times ADF)$$

(DMC) = Dry matter intake = 120 / NDF which gives;

$$RVF = \frac{DMD \times DMC}{1.29}$$

RVF is a relative estimate of the nutritional quality of feed and forage: values equal or greater than 100 indicate a good nutritional quality^(25,26).

El VRF es una estimación relativa de la calidad nutritiva de los alimentos y forrajes: valores iguales o mayores a 100 indican buena calidad nutritiva^(25,26).

Análisis Estadísticos

Para evaluar el efecto de los cortes, proporciones y densidades sobre el rendimiento de forraje seco de cada una de las mezclas, se analizaron los datos bajo un diseño de bloques subdivididos⁽¹⁷⁾, con el programa MSTATC⁽¹⁸⁾, particionando la fuente de variación tratamientos en los factores de estudio (proporciones, y densidades anidadas en proporciones); la interacción cortes x tratamientos se particionó en: cortes x proporciones y cortes x densidades anidadas en proporciones. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al nivel de significancia encontrado⁽¹⁷⁾. Para comparar los resultados de las variables de calidad nutritiva entre mezclas, así como entre cortes, proporciones y densidades dentro de proporciones de cada una de ellas, y ya que estas variables no fueron susceptibles de un análisis de varianza por haberse homogenizado las tres repeticiones de cada tratamiento en una sola muestra, se utilizó la prueba de T^2 de Hotelling⁽¹⁹⁾, la cual es una generalización de la prueba de "t" usada para comparar dos medias de una determinada variable, con la diferencia de que considera al mismo tiempo todas las variables en estudio de la manera siguiente:

$$T^2 = n_1 n_2 (x_1 - x_2)' C^{-1} (x_1 - x_2) / (n_1 + n_2)$$

donde: n_1, n_2 = Número de observaciones asociadas con los vectores de medias x_1 y x_2 .

C = Matriz con las estimaciones conjuntas de varianza-covarianza de los n_1 y n_2 datos. La significancia del valor calculado del parámetro T^2 se comprueba mediante una prueba de F, cuyo valor calculado se obtiene:

$F_c = (n_1 + n_2 - p - 1) T^2 / \{(n_1 + n_2 - 2)p\}$, y se compara con valores tabulados con p y $(n_1 + n_2 - p - 1)$ grados de libertad, donde p representa el número de variables utilizadas en la comparación de los dos grupos de medias⁽¹⁷⁾.

Statistical Analysis

In order to evaluate the effect of the harvests, proportions and seeding rates on the yield of dry forage of each of the mixtures was analysed the data under a subdivided block design⁽¹⁷⁾ with the MSTATC program⁽¹⁸⁾. For this was divided the source of variation, treatments, into the study factors (proportions and nested seeding rates in proportions); the harvest x treatment interaction was divided into harvests x proportions and harvests x nested seeding rates in proportions. Was did the comparison of means by using the significant minimum difference test (DMS) at the significance level found⁽¹⁷⁾. In order to compare the results of the nutritional quality variables between mixtures, as well as between harvests, proportions and seeding rates within proportions of each one; and because these variables were not susceptible to variance analysis due to homogenisation of the three replicates of each treatment, was used the T^2 test of Hotelling⁽¹⁹⁾. This is a generalization of the "t" test used for comparing two means of a certain variable, with the difference that it considers at the same time all of the variables in a study in the following way:

$$T^2 = n_1 n_2 (x_1 - x_2)' C^{-1} (x_1 - x_2) / (n_1 + n_2)$$

Where n_1 and n_2 = the number of observations associated with the vectors of the x_1 and x_2 means.

C = the matrix with the joint estimations of variance - covariance of the n_1 and n_2 data.

Using the F test, whose calculated values are obtained as follows, proves the significance of the calculated value of the T^2 parameter:

$F_c = (n_1 + n_2 - p - 1) T^2 / \{(n_1 + n_2 - 2)p\}$ which is compared with tabulated values with p and $(n_1 + n_2 - p - 1)$ degrees of freedom where p represents the number of variables used in the comparison of the two groups of means⁽¹⁷⁾.

RESULTS

Dry forage yield

The results of the comparison of means test in the BTF mixture indicated that the treatments that had

RESULTADOS

Rendimiento de forraje seco

Los resultados de la prueba de comparación de medias en la mezcla BTF indicaron que los tratamientos que presentaron mayor producción de forraje seco acumulado ($P < 0.01$) a través de los tres cortes, correspondieron a mezclas sembradas a bajas densidades (T4, T3, T8 y T9, Cuadro 2). Los tratamientos con menor producción acumulada de forraje seco ($P < 0.01$) correspondieron al monocultivo ballico, a densidades de 70 y 40 kg ha⁻¹, (T30 y T15 respectivamente).

En la mezcla BTI, el tratamiento más rendidor ($P < 0.01$), correspondió al monocultivo triticales en su densidad más baja (T1). Los tratamientos 6, 7 y 17 que correspondieron a las proporciones 25:75, 80:30 y 160:50 kg ha⁻¹ respectivamente, presentaron también altos rendimientos, pero menores a T1 ($P < 0.01$). Al igual que en la mezcla BTF, el monocultivo ballico (T30 y T25) produjo rendimientos inferiores ($P < 0.01$) en las densidades más altas al resto de los tratamientos.

Al evaluar el efecto de los cortes, proporciones y densidades en las mezclas BTF y BTI, el análisis de varianza para producción de forraje seco (FS) registró diferencias ($P < 0.01$) en los efectos

a greater accumulated dry forage production ($P < 0.01$) along the three harvests were the mixtures sowed at low seeding rates (T4, T3, T8 and T9, Table 2). The treatments with lower accumulated dry forage production ($P < 0.01$) corresponded to the ryegrass monoculture at 70 and 40 Kg Ha⁻¹ seeding rates (T30 and T15 respectively).

In the BTI mixture the best yield treatment ($P < 0.01$) corresponded to triticales monoculture at its lowest seeding rate (T1). Treatments 6, 7 and 17 that corresponded to proportions 25:75, 80:30 and 160:50 kg ha⁻¹ respectively, also presented high yield but lower than T1 ($P < 0.01$). As in mixture BTF, the ryegrass monoculture (T30 or T25) produced lower yield ($P < 0.01$) in the higher seeding rates as compared to the rest of the treatments.

At the time of evaluating the effect of harvests, proportions and seeding rates of the BTF and BTI mixtures the variance analysis of dry forage production (DF) showed significant differences ($P < 0.01$) in the main effects and the interaction between harvest x proportions of both mixtures (Table 3), while the interaction of harvests x seeding rates within proportions showed differences ($P < 0.01$) only in mixture 1 (BTF). The harvests and proportions presented the highest values in the mean squares, putting in evidence the effect that

Cuadro 2. Producción de forraje seco acumulado de los tratamientos con mayor y menor producción en las mezclas evaluadas (t MS ha⁻¹)

Table 2. Accumulated dry matter production (ADMP) of the treatments with greater and lesser production in the evaluated mixtures (t DM ha⁻¹)

BTF				BTI			
Treatment	Proportion (T:B)	Seeding rate (kg-ha)	ADMP (t MS -ha)	Treatment	Proportion (T:B)	Seeding rate (kg-ha)	ADMP (t MS -ha)
4	75:25	40:20	11.8 ^a	1	100:00	40	15.9 ^a
3	50:50	40:20	11.8 ^a	6	100:00	40	13.8 ^b
8	50:50	80:30	11.5 ^{ab}	7	25:75	80:30	13.3 ^{bc}
9	75:25	80:30	11.2 ^{abc}	17	25:75	160:50	12.9 ^{bcd}
30	00:100	70	3.3 ^e	30	00:100	70	3.6 ^e
15	00:100	40	3.2 ^e	25	00:100	60	3.4 ^e

abcde Means with different letter in the same column are different ($P < 0.01$)

BTF=Ryegrass-facultative triticales; BTI=Ryegrass-intermediate triticales.

T=triticales; B=Ryegrass

principales y la interacción cortes x proporciones en ambas mezclas (Cuadro 3), mientras que la interacción cortes x densidades dentro de proporciones mostró diferencias ($P < 0.01$) sólo en la mezcla 1 (BTF). Los cortes y las proporciones presentaron los valores más altos en sus cuadrados medios, evidenciando el efecto que ejercieron sobre la producción de materia seca. El menor valor en los cuadrados medios, incluso que la interacción de los factores antes mencionados, aunque altamente significativo, se registró en la fuente de variación densidades dentro de proporciones en ambas mezclas.

En la mezcla BTF, y en promedio por corte, las tres proporciones de las especies en combinación superaron a los monocultivos ($P < 0.01$), sobresaliendo la 75:25 y la 50:50 con rendimientos de 3.4 y 3.3 t MS ha⁻¹. En esta mezcla, los monocultivos triticale y ballico rindieron en promedio menos forraje ($P < 0.01$) que sus mezclas (2.9 y 1.2 t MS ha⁻¹, respectivamente). En la interacción cortes x proporciones ($P < 0.01$), la combinación 25:75 en el corte 2 obtuvo el mayor

they had on dry matter production. The lowest value in the mean squares, lower even than the interaction of the aforementioned factors but nevertheless highly significant, was registered in the variation source seeding rates within the proportions, in both mixtures.

In mixture BTF, and in average per harvest, the three proportions of the combined species surpassed the monocultures ($P < 0.01$), being noteworthy 75:25 and 50:50 with yields of 3.4 and 3.3 t DM ha⁻¹. In this mixture the triticale and ryegrass monocultures gave on average less forage ($P < 0.01$) than their mixtures (2.9 and 1.2 t DM ha⁻¹ respectively). In the interaction of harvests x proportions ($P < 0.01$) the 25:75 combination in harvest 2 had the higher yield of dry matter, statistically equal as the one registered in 75:25 and in triticale monoculture (100 % TCL) at the first harvest (4.7, 4.5 and 4.4 t DM ha⁻¹ respectively).

The interaction between the harvests x nested seeding rates in proportions registered in this mixture

Cuadro 3. Cuadrados medios para rendimiento de forraje seco de los efectos cortes, proporciones, densidades y su interacción en las mezclas 1 (BTF) y 2 (BTI)

Table 3. Mean squares for dry forage yield in the effects by harvest, proportions, densities and their interaction in mixtures 1 (BTF) and 2 (BTI)

Variation Sources	g.l	Mean Squares	
		Mixture 1	Mixture 2
Replicates	2	0.112*	0.066 NS
Proportions	4	5.317**	6.919**
EE (a)	8	0.030	0.019
SR/P	25	0.085**	0.181**
EE (b)	50	0.022	0.068
Harvests	2	5.156**	6.971**
EE (c)	4	0.061	0.259
Harvests x Proportions	8	1.628**	1.731**
C x SR/P	50	1.109**	0.105 NS
EE	116	0.353	0.085
CV, %		8.99	17.12

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$,

NS=Non significant

BTF= Ryegrass-facultative triticale; BTI= Ryegrass-intermediate triticale

SR/P= Seeding rates/Proportions

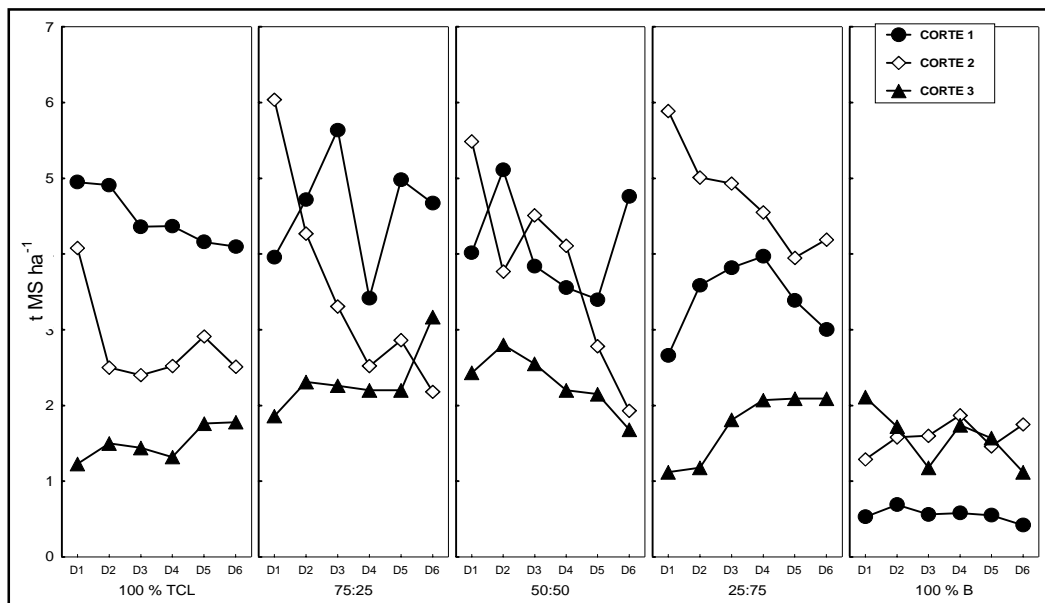
rendimiento de materia seca, estadísticamente igual al registrado por la 75:25 y el monocultivo triticale (100 % TCL) en el primer corte (4.7, 4.5 y 4.4 t MS ha⁻¹, respectivamente).

La interacción entre los cortes por densidad anidadas en proporciones registrada en esta mezcla ($P < 0.01$, Figura 1), indicó que la producción tendió a disminuir al aumentar la densidad en la proporción 50:50 en el segundo y tercer corte; en las proporciones 25:75 y 75:25, la producción disminuyó al aumentar la densidad sólo en el segundo corte, observándose una mayor producción al aumentar la densidad en el primero y tercer corte en estas mismas proporciones. El monocultivo triticale redujo su producción al aumentar la densidad en el primero y segundo corte, mostrando un comportamiento inverso en el corte 3; el monocultivo ballico disminuyó su rendimiento al aumentar la densidad en los cortes 1 y 3, mostrando en el corte 2 una mayor producción al aumentar la densidad. Asimismo, incrementó su producción en los cortes 2 y 3 (0.5, 1.5 y 1.5 t MS ha⁻¹, respectivamente), en tanto el monocultivo triticale mostró un patrón de producción inverso muy bien

($P < 0.01$ Figure 1) indicated that the production tended to decrease as the seeding rate increased in proportion 50:50 in the second and third harvest. In proportions 25:75 and 75:25 the production decreased as the seeding rate increased but only in the second harvest, observing a higher production when increasing the density in harvests 1 and 3 in these same proportions. The triticale monoculture reduced its production when the seeding rate increased in the first and second harvest, showing an inverse behavior in harvest 3. The ryegrass monoculture decreased its yield when increasing the seeding rate in harvests 1 and 3 showing that harvest 2 had a greater production when increasing the seeding rate. It also increased its production in harvests 2 and 3 (0.5, 1.5 and 1.5 t MS ha⁻¹ respectively) while the triticale monoculture showed a very well defined inverse production pattern decreasing its yield as harvests progressed (4.4, 2.8 and 1.5 t MS ha⁻¹ in harvests 1, 2 and 3 respectively). In ryegrass there was an interaction between the harvests and the seeding rates in the second and third harvest but with a higher production ($P < 0.01$) in the final harvests. The combination of both production patterns was evident along the

Figura 1. Medias de forraje seco de cada corte en los factores estudiados en la mezcla ballico triticale facultativo

Figura 1. Forrage yield by harvest in different proportions Ryegrass-facultative triticale



D1 to D6= densities

definido, disminuyendo su rendimiento al avanzar los cortes (4.4, 2.8 y 1.5 t MS ha⁻¹, en los cortes 1, 2 y 3, respectivamente). mientras que en ballico existió interacción entre los cortes y las densidades en el segundo y tercer corte, pero con una producción mayor ($P < 0.01$) en los cortes finales. La combinación de ambos patrones de producción resultó evidente a través de las proporciones, ya que al incrementar el porcentaje de triticale en la mezcla, se obtuvo una mayor producción en el primer corte, con un incremento notable en la densidad más baja del corte 2, en el que la proporción 75:25 superó incluso la producción del corte 1 en todas sus densidades, y el decremento de la producción en el tercer corte fue menor en las mezclas que en el monocultivo triticale.

Las interacciones mostradas en la Figura 1, demuestran que las altas densidades favorecieron los rendimientos sólo en las proporciones 50:50 y 75:25 en el primer corte, pero los mayores rendimientos ($P < 0.01$) de las tres proporciones se obtuvieron en las densidades más bajas en el segundo corte, superando la producción obtenida en los cortes 1 y 3.

En la mezcla BTI sólo la proporción 25:75 produjo más forraje seco ($P < 0.01$), que sus monocultivos y las otras proporciones (Cuadro 4). Esta misma

proporción porque when the percentage of triticale increased in the mixture we obtained a greater production in the first harvest, with a noteworthy increase in the lowest seed rate in harvest 2. In this harvest the proportion 75:25 surpassed even harvest 1 in all of its seeding rates and the decrease of the production in the third harvest was lesser in the mixtures than in the triticale monoculture.

The interactions shown in Figure 1 demonstrate the fact that high densities favoured the yields only in proportions 50:50 and 75:25 in the first harvest; but the greatest yield ($P < 0.01$) of the three proportions was obtained in the lowest densities in the second harvest surpassing the production obtained in harvests 1 and 3.

In mixture BTI only proportion 25:75 produced more dry forage ($P < 0.01$) than the monocultures and the other proportions (Table 4). This same proportion in harvest one obtained the greatest yield although statistically equal to the one registered in harvest 2 by the same proportion, proportion 50:50 and triticale monoculture. The ryegrass monoculture followed a similar pattern of production to the one showed in mixture BTF with a first harvest of low yield and a trend to increase its production as harvests progressed. It also showed the lowest average yield, while the monoculture of triticale of

Cuadro 4. Producción de forraje seco en la interacción cortes x proporciones y media general de cada proporción en la mezcla ballico-triticale intermedio

Table 4. Dry matter production in the interaction of harvests x proportions and general mean of each proportion in the Ryegrass-intermediate triticale mixture

	Harvests			Average
	1	2	3	
Proportion (T:B)				
100:00	4.2 ^c	4.8 ^b	2.6 ^f	3.9 ^b
25:75	5.1 ^a	4.8 ^b	2.3 ^g	4.1 ^a
50:50	3.5 ^e	5.0 ^{ab}	2.5 ^{fg}	3.7 ^c
75:25	4.0 ^{cd}	4.0 ^d	1.1 ^j	3.0 ^d
0:100	0.5 ^k	1.5 ⁱ	1.9 ^h	1.3 ^e
LSD: t DM ha ⁻¹		0.254		0.089

abcdefghijk Means with different letter are different ($P < 0.01$)

T=triticale; B=ryegrass

proporción en el corte 1 obtuvo el mayor rendimiento, aunque estadísticamente igual al registrado en el corte 2 por la misma proporción, la 50:50 y el monocultivo triticales. El monocultivo ballico siguió un patrón de producción similar al mostrado en la mezcla BTF, con un primer corte de bajo rendimiento y tendencia a incrementar su producción al avanzar los cortes, mostrando también el menor rendimiento promedio, mientras que el monocultivo triticales de hábito intermedio obtuvo su mayor rendimiento en el segundo corte, mostrando su producción más baja en el tercero, registrando en promedio la segunda mejor producción (Cuadro 4).

Variables de calidad nutritiva

En los Cuadros 5 y 6 se presentan los valores medios de las variables de calidad nutritiva por corte, proporción y densidad de las mezclas BTF y BTI, respectivamente. Previamente se compararon ambas mezclas considerando en forma conjunta las variables de calidad mediante la prueba de T^2 . La mezcla BTF registró mayor calidad nutritiva que la BTI ($P < 0.01$), con un valor de $T^2 = 124.5$, ($PC = 17.5$ vs 14.5 ; $EN_1 = 1.52$ vs 1.49 ; $EN_g = 0.94$ vs 0.90 , $RVF = 147$ vs 135 ; $P = 0.38$ vs 0.34 ; $Ca = 0.68$ vs 0.60 ; $K = 2.78$ vs 2.49 y $Mg = 0.13$ vs 0.10 , respectivamente). Debido a las diferencias encontradas entre ambas mezclas ($P < 0.01$), se analizaron por separado. En la mezcla BTF se registró una disminución ($P < 0.01$) del porcentaje de PC, DMS, EN_1 , EN_g , RVF, P y K y un aumento de FAD y FND al avanzar los cortes. Se registró un menor contenido de Ca y Mg al pasar del primero al segundo corte, aumentando en el tercero, (Cuadro 5). Los valores de la prueba de T^2 entre los cortes de esta mezcla fueron respectivamente: ($C1$ vs $C2$: = 690.3 y $C2$ vs $C3$: = 1069.0). En la mezcla BTI (Cuadro 6), se registraron las mismas tendencias de las variables de calidad al avanzar los cortes que en la BTF ($P < 0.01$), pero con valores menores. Los valores de T^2 para esta mezcla fueron respectivamente: ($C1$ vs $C2$: = 1001.7 y $C2$ vs $C3$: = 454.3).

Con respecto a las proporciones, en la mezcla BTF la PC de las especies en combinación registró valores superiores al monocultivo triticales e inferiores al

intermediate habit obtained its greatest yield in the second harvest, showing the lowest production in the third, demonstrating on average the second harvest the best production (Table 4).

Nutritional quality variables

In Tables 5 and 6 we present the mean values of the nutritional quality variables per harvest, proportion and density of the BTF and BTI mixtures respectively. Previously we compared both mixtures considering jointly the quality variables in the T^2 test. Mixture BTF registered greater nutritional quality than mixture BTI ($P < 0.01$) with a value of T^2 of 124.5 ($CP = 17.5$ vs. 14.5 ; $NEI = 1.52$ vs. 1.49 ; $NEg = 0.94$ vs. 0.90 , $RVF = 147$ vs. 135 ; $P = 0.38$ vs. 0.34 ; $Ca = 0.68$ vs. 0.60 ; $K = 2.78$ vs. 2.49 and $Mg = 0.13$ vs. 0.10 , respectively). Due to the differences found between mixtures ($P < 0.01$) they were analysed separately. In mixture BTF a decrease was registered ($P < 0.01$) in the CP, DMD, NEI, NEg, RVF, P and K percentages and an increase of ADF and NDF as harvests progressed. A lower content of Ca and Mg was registered when passing from harvest 1 to 2, increasing in the third one (Table 5). The values for the T^2 test between the harvests for this mixture were, respectively: ($C1$ vs $C2$: = 690.3 y $C2$ vs $C3$: = 1069.0). In the mixture BTI (Table 6), the same trends as for BTF were observed in the quality variables as the harvests continued ($P < 0.01$), but with lower values. The T^2 values for the mixture were respectively: ($C1$ vs. $C2$: = 1001.7 and $C2$ vs. $C3$: = 454.3 .)

In relation to the proportions, in mixture BTF, the CP of the combined species registered values above those of the triticales monoculture and below those of the ryegrass monoculture, although they were not significant. In the case of fibers (ADF and NDF) there were no significant differences registered between the combinations and their monocultures, resulting also in similar values for DMD and energies (NE_1 and NE_g). The values of RVF of the combinations were intermediate in relation to their monocultures; ryegrass monoculture registered the greatest value for this parameter, although it was not significant (Table 5). In relation to minerals, P and K were similar among the mixture proportions

Cuadro 5. Medias de las variables de calidad nutritiva por cortes, proporciones y densidades en la mezcla ballico-triticale facultativo

Table 5. Means of the nutritional quality variables by harvest, proportion and seeding rate in the ryegrass-facultative triticale mixture

	Harvests		
	1	2	3
CP, %	22.0	16.9	13.5
ADF, %	20.2	27.8	34.4
NDF, %	36.1	43.2	54.8
NE _l	1.59	1.53	1.44
NE _g	1.02	0.96	0.85
P, %	0.44	0.40	0.30
Ca, %	0.72	0.52	0.79
K, %	3.1	3.0	2.1
Mg, %	0.12	0.07	0.19
DMD, %	73.1	67.2	62.0
RVF	189	145	106

	Proportions				
	Triticale	25:75	50:50	75:25	Ryegrass
CP, %	16.6	17.7	17.2	17.5	18.4
ADF, %	27.1	27.3	27.5	28.0	27.3
NDF, %	46.9	43.7	45.1	45.5	42.0
NE _l	1.54	1.53	1.52	1.51	1.51
NE _g	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93
P, %	0.40	0.38	0.38	0.39	0.35
Ca, %	0.49	0.72	0.66	0.66	0.85
K, %	2.8	2.7	2.7	2.8	2.6
Mg, %	0.09	0.13	0.12	0.12	0.17
DMD, %	67.7	67.6	67.4	67.0	67.5
RVF	139	148	144	142	160

	Seeding rate					
	40:20	80:30	120:40	160:50	200:60	240:70
CP, %	17.9	17.5	17.1	17.0	17.5	17.8
ADF, %	26.9	27.7	27.4	27.8	28.0	27.0
NDF, %	45.1	44.9	44.4	45.5	45.0	43.2
NE _l	1.53	1.51	1.53	1.51	1.51	1.54
NE _g	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.96
P, %	0.38	0.38	0.37	0.37	0.38	0.39
Ca, %	0.67	0.68	0.67	0.66	0.68	0.69
K, %	2.8	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8
Mg, %	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13
DMD, %	67.9	67.3	67.5	67.2	67.0	67.8
RVF	147	146	148	144	145	150

CP= crude protein; ADF= Acid detergent fiber; NDF= Neutral detergent fiber; NE_l= Net lactation energy; NE_g= Net gain energy; DMD= Dry matter digestibility; RVF= relative forage value

monocultivo ballico, aunque no significativos. En el caso de las fibras, (FAD y FND), no se registraron diferencias significativas entre las combinaciones y sus monocultivos, resultando también en valores similares de DMS y energías (En_1 y En_g). Los valores de VRF para las combinaciones fueron intermedios entre sus monocultivos; el monocultivo ballico, registró el mayor valor para este parámetro, aunque no significativo (Cuadro 5). Con respecto a los minerales, P y K fueron similar entre las proporciones en mezcla y el monocultivo triticales y mayor ($P < 0.01$) al monocultivo ballico. Las combinaciones de las especies en mezcla registraron contenidos de Ca y Mg intermedios entre sus monocultivos; el ballico presentó el mayor contenido ($P < 0.01$) de ambos minerales (Cuadro 5). Los resultados de la prueba de T^2 resultaron significativos sólo para el contenido de minerales con un valor de 271.2

En la mezcla BTI, las tres proporciones en mezcla registraron promedios relativos mayores de calidad nutritiva que sus monocultivos (Cuadro 6). En ambas mezclas (BTF y BTI), el monocultivo triticales, presentó los mayores promedios relativos para En_1 y En_g (Cuadros 5 y 6). Los valores de VRF para las combinaciones fueron intermedios entre sus monocultivos; el monocultivo ballico, registró los mayores valores relativos para este parámetro en ambas mezclas (Cuadros 5 y 6). Con respecto a los minerales, el porcentaje de P y K fue similar entre las proporciones evaluadas, registrando el monocultivo triticales el mayor contenido relativo en ambas mezclas. Las combinaciones de las especies en mezcla registraron contenidos de Ca y Mg intermedios entre sus monocultivos; el mayor promedio relativo para ambos minerales se observó en el monocultivo ballico en las mezclas BTF y BTI, respectivamente. La prueba de T^2 no registró diferencias significativas para los parámetros de calidad nutritiva entre las densidades evaluadas en ninguna de las dos mezclas.

DISCUSIÓN

Los efectos más drásticos sobre la producción de forraje seco en ambas mezclas fueron impuestos por los cortes, las proporciones y las densidades,

and the triticales monoculture, but greater ($P < 0.01$) than ryegrass monoculture. The combinations of the mixtures of species registered intermediate contents of Ca and Mg in relation to their monocultures; ryegrass presented the highest content ($P < 0.01$) of both minerals (Table 5). The results of the T^2 test were significant only for the mineral contents with a value of 271.2

In mixture BTI the three proportions in mixture registered greater relative averages of nutritional quality than the monocultures (Table 6). In both mixtures (BTF and BTI) the triticales monoculture presented the highest relative averages for NE_1 and NE_g (Tables 5 and 6). The values of RVF for the combinations were intermediate in relation to their monocultures; the ryegrass monoculture registered the highest relative values for this parameter in both mixtures (Tables 5, 6). In relation to minerals, P and K were similar among the evaluated proportions while triticales monoculture presented the highest relative content in both mixtures. The combinations of the species in mixture registered for Ca and Mg intermediate contents in relation to the monocultures. The highest relative average for both minerals was observed in ryegrass monoculture for mixtures BTF and BTI respectively. The T^2 test did not register significant differences in the nutritional quality parameters among the evaluated densities of any of the two mixtures.

DISCUSSION

The most drastic effects on dry forage production in both mixtures were imposed, in that order, by harvests, proportions and seeding rates and their interaction in mixture BTF. Of the first factor, we have already mentioned that it reduces the plants' reserves, particularly in annual gramineous plants. The development of the apical bud and the elevation of the growth points over the surface of the soil as the age of the plant progresses allows for their removal by the harvests or grazing but decreases the number of tillers which in turn affects the biomass production⁽²⁰⁾. On the other hand, the different growth habit of triticales (facultative and intermediate, respectively) in mixtures BTF and BTI possibly contributed to the differences found in the

Cuadro 6. Medias de las variables de calidad nutritiva, por cortes, proporciones y densidades en la mezcla ballico-triticale intermedio

Table 6. Means of the nutritional quality variables by harvest, proportion and seeding rate in the ryegrass -intermediate triticale mixture

	Harvests		
	1	2	3
CP, %	18.4	12.8	12.2
ADF, %	21.2	30.9	37.5
NDF, %	36.8	48.3	57.6
NE _l	1.58	1.51	1.37
NE _g	1.01	0.93	0.77
P, %	0.39	0.35	0.29
Ca, %	0.64	0.41	0.76
K, %	2.6	2.6	2.2
Mg, %	0.09	0.05	0.16
DMD, %	72.3	64.8	59.6
RVF	183	126	96

	Proportions				
	Triticale	25:75	50:50	75:25	Ryegrass
CP, %	14.0	14.5	14.7	14.8	14.4
ADF, %	29.7	30.1	30.0	29.6	29.9
NDF, %	49.4	47.9	48.4	47.2	44.9
NE _l	1.52	1.48	1.48	1.49	1.47
NE _g	0.94	0.89	0.89	0.90	0.88
P, %	0.36	0.34	0.35	0.34	0.33
Ca, %	0.46	0.63	0.61	0.62	0.70
K, %	2.6	2.4	2.5	2.4	2.3
Mg, %	0.07	0.11	0.11	0.10	0.12
DMD, %	65.7	65.4	65.4	65.7	65.5
RVF	129	133	131	135	146

	Seeding rate					
	40:20	80:30	120:40	160:50	200:60	240:70
CP, %	15.0	13.6	13.5	15.2	14.8	14.9
ADF, %	29.3	30.5	30.4	29.4	29.8	29.7
NDF, %	47.4	48.0	47.8	47.5	47.7	46.8
NE _l	1.49	1.48	1.48	1.49	1.49	1.50
NE _g	0.90	0.89	0.90	0.90	0.90	0.91
P, %	0.35	0.33	0.33	0.35	0.35	0.35
Ca, %	0.62	0.59	0.59	0.62	0.61	0.61
K, %	2.5	2.3	2.3	2.6	2.5	2.5
Mg, %	0.11	0.09	0.10	0.12	0.10	0.10
DMD, %	66.0	65.0	65.1	65.9	65.6	65.7
RVF	137	131	133	138	134	136

CP= crude protein; ADF= Acid detergent fiber; NDF= Neutral detergent fiber; NE_l= Net lactation energy; NE_g= Net gain energy; DMD= Dry matter digestibility; RVF= relative forage value.

en ese orden, y su interacción en la mezcla BTF. Del primer factor se ha mencionado que reduce las reservas de las plantas, particularmente en las gramíneas anuales; el desarrollo de la yema apical y la elevación de los puntos de crecimiento sobre la superficie del suelo al avanzar la edad de las plantas, permite su remoción por los cortes o pastoreos, pero disminuye el número de vástagos o hijuelos, afectando la producción de biomasa⁽²⁰⁾. Por otra parte, el diferente hábito de crecimiento del monocultivo triticale (facultativo e intermedio, respectivamente) en las mezclas BTF y BTI, contribuyó probablemente a las diferencias encontradas en el patrón de producción entre las combinaciones evaluadas; en el primer corte la producción del ballico representó 12 y 13 % del rendimiento del triticale, 35 y 56 % en el segundo y 71 y 94 % en el tercero, en las mezclas BTF y BTI, respectivamente, lo cual concuerda con el efecto de relevo observado en otros estudios con este tipo de mezclas^(6,8,9), observándose un efecto de complementariedad entre las especies, sobre todo en los dos primeros cortes. Las diferencias encontradas entre las mezclas BTF y BTI pueden ser atribuidas principalmente al hábito de crecimiento del componente triticale; en la BTF, las proporciones 75:25 y 50:50 rindieron un primer corte de mayor producción que los sucesivos, debido a la mayor proporción de semilla de este componente y a su hábito facultativo, el cual es más precoz y de menor capacidad de amacollamiento que el triticale de hábito intermedio utilizado en la mezcla BTI, lo que se tradujo en una menor capacidad de rebrote, propiciando una disminución del rendimiento de esta especie con tendencia lineal a través de los cortes, independientemente del aporte del ballico, que aumentó progresivamente su rendimiento. La proporción más baja de semilla de triticale en esta mezcla (25:75) produjo un segundo corte con mayor rendimiento que el primero, tal como se comportó el monocultivo ballico, pero presentó una mayor reducción del mismo en el tercer corte en comparación con las otras proporciones.

En la mezcla BTI ambos monocultivos y la proporción 50:50 mostraron mayor producción en el segundo que en el primer corte, sugiriendo una complementación de las especies en la proporción

production pattern between the evaluated combinations. In the first harvest the production of ryegrass represented 12 % and 13 % of the yield of triticale, 35 % and 56 % in the second and 71 % and 94 % in the third one for the BTF and BTI mixtures respectively. This agrees with the relay effect observed in other studies with this type of mixtures^(6,8,9) observing a complementary effect among the species, especially in the first two harvests. The differences found between mixtures BTF and BTI can be mainly attributed to the growth habit of the triticale component. In BTF, proportions 75:25 and 50:50 showed a first harvest with higher production than the successive harvests due to a greater proportion of seed from this component and its facultative habit, which is more precocious and of lesser tillering capability than the intermediate habit triticale used in BTI. This translates to a lesser capacity to re-growth and therefore causing a reduction in the yield of this species with linear trend through the harvests, independently of the contribution of ryegrass, which increased its yield progressively. The lower proportion of triticale seed in this mixture (25:75) produced a harvest with greater yield than the first one, behaving the same as the ryegrass monoculture, but it presented a greater reduction of the same in the third harvest when compared to the other proportions.

In mixture BTI both monocultures and proportion 50:50 showed greater production in the second harvest compared to the first one. This suggests a complementing of the species in the mentioned proportion because it was the only one that surpassed the monocultures, while the rest of them only surpassed the ryegrass monoculture. This complement was more evident in mixture BTF than in BTI suggesting that it is greater as the growth habit of their components differentiate, which is different to that which was indicated by those who did not find significant differences among mixtures of annual forage cereal species in respect to their monocultures^(4,5). Although this agrees with others^(8,9) in the fact that some mixtures of cereal and annual grass species surpass the yield of a least one of their monocultures. Also pointing out that the stability of the yield and in some cases the greater nutritional value of some of them, can be

mencionada, dado que fue la única que superó a los dos monocultivos, mientras que el resto de ellas sólo superaron al ballico. Dicha complementación fue más evidente en la mezcla BTF que en la BTI, sugiriendo que es mayor cuanto más se diferencien los hábitos de crecimiento de sus componentes, lo cual difiere de lo indicado por quienes no encontraron diferencias significativas entre mezclas de especies de cereales forrajeros anuales con respecto a sus monocultivos^(4,5), pero concuerda con otros^(8,9), en que algunas mezclas de especies de cereales y pastos anuales superan el rendimiento de cuando menos alguno de sus monocultivos, señalando además que la estabilidad de rendimiento y en algunos casos, el mayor valor nutritivo mostrado por algunas de ellas, puede ser una alternativa atractiva para la producción de forraje en algunas regiones⁽¹³⁾, principalmente aquéllas del norte del país donde predominan temperaturas muy bajas durante el período invernal, debido a que con este tipo de mezclas (triticale-ballico), se obtiene una mayor producción en los primeros cortes o pastoreos, ya que el triticale tiene una mayor capacidad para crecer rápidamente al inicio del ciclo productivo; la máxima producción de los ballicos se registra cuando los cereales están en decadencia productiva⁽⁶⁾.

La densidad de población afectó significativamente el rendimiento de forraje tanto de las mezclas como de los monocultivos, ya que los efectos de competencia tanto intra como interespecífica provocan que el tamaño y principalmente el peso de las plantas disminuya conforme aumenta el número de plantas, reduciendo el rendimiento. A lo anterior se le ha llamado efecto competencia - densidad, y está bien documentado en la literatura científica en muchas especies vegetales^(21,22).

En el aspecto de calidad, ambas mezclas registraron un aumento en el contenido de fibra (FDA y FDN), debido al avance en la madurez y el efecto de los cortes en las plantas, lo que incrementa la proporción de pared celular, además de provocar una reducción en la proporción de hojas, de tal manera que el porcentaje de FAD y FND aumentó^(23,24), y disminuyeron su PC, DMS y VRF conforme avanzaron los cortes, coincidiendo con lo

an attractive alternative for the production of forage in some regions⁽¹³⁾ mainly in those at the northern part of the country where very cold temperatures predominate during the winter season. This happens because with this type of mixtures (triticale – ryegrass) a greater production is obtained in the first harvest or grazing due to the fact that triticale has a greater capacity to grow rapidly at the beginning of the productive cycle. The maximum production of ryegrass is registered when the cereals are in productive decadence⁽⁶⁾.

Population density significantly affected forage yield both in the mixtures as well as in the monocultures, because the effects of both intra and interspecific competition cause a reduction in the size and mainly the weight of the plants as the number of plants increases, thus reducing yield. This has been called competition – density effect, and it is well documented in the scientific literature in many plant species^(21,22).

As for quality, both mixtures registered an increase in fiber content (ADF and NDF) due to the advance in maturity and effect of the harvests on the plants, which increases the proportion of cell wall. It also promoted a reduction in the proportion of leaves in such a way that ADF and NDF increased^(23,24) decreasing their CP, DMD and RVF as the harvests advanced. This coincides with that which is mentioned by several authors^(23,24,25) who point out that the successive harvests cause a decrease in the CP percentage, nevertheless there were differences between the mixtures in the aforementioned parameters because BTF presented a greater CP percentage in its three harvests when compared to BTI. Their values are considered as excellent in harvests 1 and 2 for BTF and adequate for BTI, and in both cases greater than those pointed out by others^(24,26) for temperate climate gramineous plants.

In relation to fiber, the greatest percentages were found in BTI, with ADF contents progressively greater as harvests advanced; the same trend was observed in BTF but with lesser values, the same pattern was observed in the case of NDF^(23,24,25). The values registered allow us to state that both mixtures give their first two harvests of good quality because they do not surpass the limits for ADF (32

mencionado por diferentes autores^(23,24,25), quienes señalan que los cortes sucesivos provocan una disminución en el porcentaje de PC; sin embargo, existieron diferencias entre las mezclas en los parámetros antes mencionados, ya que la BTF presentó un mayor porcentaje de PC en sus tres cortes, en comparación con la BTI. Sus valores se consideran como excelentes en los cortes 1 y 2 de la BTF y adecuados en el caso de la BTI, y en ambos casos, mayores a los indicados por otros^(24,26) para gramíneas de clima templado.

En lo que respecta a las fibras, los mayores porcentajes se encontraron en la BTI, con contenidos de FAD progresivamente mayores conforme avanzaron los cortes; igual tendencia se observó en la BTF pero con valores menores; se observó el mismo patrón en el caso de la FND^(23,24,25); los valores registrados permiten afirmar que ambas mezclas proporcionan sus dos primeros cortes de buena calidad, dado que no rebasan los límites de FAD (32 %) y FND (52 %) considerados para forrajes de alta calidad^(27,28,29), mientras que el tercer corte, con mayor porcentaje de FND, lo hace inadecuado desde el punto de vista nutricional para alimentar animales de alta producción, principalmente vacas lecheras. Al respecto, se señala⁽²⁹⁾ que el consumo voluntario en los rumiantes puede ser severa y negativamente afectado cuando la concentración de FND es mayor del 55 %, como ocurrió con los monocultivos de ambas mezclas, la proporción 75:25 de BTF y las tres proporciones de la BTI, en tanto que las proporciones 25:75 y 50:50 de la BTF arrojaron valores por debajo del límite señalado en los parámetros antes citados. Sin embargo, la calidad del forraje obtenido en el tercer corte es adecuada para la alimentación de animales con menores requerimientos de valor nutritivo en su dieta, como vacas secas y varios tipos de ganado de carne^(6,27,29). La calificación de mayor calidad en base a las variables mencionadas correspondería al ballico; sin embargo, altos contenidos de PC combinados con bajos porcentajes de FAD y FND, pueden provocar algunos problemas en la función ruminal del ganado^(26,29). Esta misma especie presentó los mayores contenidos de Ca y Mg, lo cual pudiera ser una característica de esta especie⁽²⁶⁾. Por su parte, el valor energético promedio del forraje

(%) and NDF (52 %) considered for high quality forage^(27,28,29). Nevertheless the third harvest, with a greater proportion of NDF, makes it inadequate from the nutritional point of view for feeding high production animals, mainly dairy cows. In relation to this, it has been pointed out⁽²⁹⁾ that the voluntary consumption in ruminants can be severely and negatively affected when the concentration of NDF is greater than 55 %, as it occurred with the monocultures of both mixtures, proportion 75:25 of BTF and the three proportions of BTI. Proportions 25:75 and 50:50 of BTF gave values under the limit set in the aforementioned parameters. Nevertheless, the forage quality obtained in the third harvest is adequate for feeding animals with lesser nutritional value requirements in their diet, as are dry cows and several types of beef cattle^(6,27,29). The grade of greater quality according to the mentioned variables would correspond to ryegrass, nevertheless the high quantities of CP combined with low percentages of ADF and NDF could to promote some problems in the ruminal function of livestock^(26,29). This same species presented the highest contents of Ca and Mg, which could be a characteristic of this species⁽²⁶⁾. On the other hand, the energy value of the forage produced by the mixtures in harvest 1 and 2 is considered high^(6,28), of good digestibility, declining most notably in monocultures than in BTI due to their higher fiber contents in the final harvest, mainly in ryegrass. Nevertheless the values for this parameter in the first two harvests correspond to high quality forage^(27,28).

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

The harvests decreased progressively the yield of dry forage for triticale; nevertheless the relay effect of ryegrass in the mixtures, mainly in BTF, made evident a complementing effect. This translated to a greater production of the mixtures than in monocultures. They also had an adverse effect on the nutritional value of the forage by increasing the content of fiber and decreasing the PC, DMS and VRF content. Both in the mixtures and in the monocultures, the increase in population density had a negative effect on production, standing out the importance of the seeding rate used in

producido por las mezclas en el corte 1 y 2 se considera alto^(6,28), con buena digestibilidad, la cual declinó de forma más evidente en los monocultivos de la BTI por sus altos contenidos de fibra en los cortes finales, principalmente en el ballico; sin embargo, los valores de este parámetro en los dos primeros cortes corresponden a forrajes de alta calidad^(27,28).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los cortes disminuyeron progresivamente el rendimiento de forraje seco de la especie triticale; sin embargo, el efecto de relevo del ballico en las mezclas, sobre todo en la BTF, evidenció un efecto de complementariedad, lo que se tradujo en una mayor producción de las mezclas que en los monocultivos. También tuvieron un efecto adverso sobre el valor nutritivo del forraje al aumentar el contenido de fibras y disminuir el contenido de PC, la DMS y el VRF. Tanto en las mezclas como en los monocultivos, el aumento en la densidad de población tuvo un efecto negativo sobre la producción, resaltando la importancia de la densidad de siembra utilizada en explotaciones forrajeras comerciales, donde es común el uso de altas densidades de semilla, lo que incide directamente en el comportamiento de la pradera y los costos de producción. La calidad nutritiva del forraje de las mezclas y sus monocultivos no fue afectada por la densidad, la cual se clasificó como adecuada para la alimentación animal, principalmente de bovinos. La utilización de praderas irrigadas sembradas con mezclas de especies anuales como complemento del pastizal, permite estabilizar la producción de forraje a través del año, reduciendo los costos de manejo y alimentación y aumentando la eficiencia en el uso de los recursos forrajeros. Las mezclas triticale-ballico, pueden maximizar la producción y calidad del forraje en amplias regiones del norte y centro de México durante la época invernal.

LITERATURA CITADA

1. Donald CM. Competition among crop and pasture plants. *Adv Agron* 1963;15:1-118.

commercial forage production units, where the use of high seeding rates are common, and therefore affecting the behavior of the pasture and the production costs. The nutritional quality of the forage in their mixtures and monocultures was not affected by density, which was classified as adequate for animal feeding, mainly bovine. The use of irrigated pastures sowed with mixtures of annual species as complement to grassland allows the stabilization of forage production along the year thus reducing the management and feeding costs, as well as increasing the efficiency in the use of the forage resources. The mixtures of triticale – ryegrass can maximize production and quality of the forage in large regions of the northern and central parts of Mexico during the winter season.

End of english version

-
2. Van den Bergh JP. An analysis of yield of grasses in mixed and pure stands. *Verslagen Landbouwkond Onderz* 1968;(714):1-71.
 3. Trenbath BR. Biomass productivity of mixtures. *Adv Agron* 1974;26:177-210.
 4. Fejer SO, Fedak G, Clark RV. Experiments with a barley-oat mixture and its components. *Can J Plant Sci* 1982;73:65-71.
 5. Baron VS, Najda HG, Salmon DF, Dick AC. Post flowering forage potential of spring and winter cereal mixtures. *Can J Plant Sci* 1992;72:137-145.
 6. Murrieta AJ. Valor nutritivo de gramíneas y el comportamiento productivo de vacas paridas productoras de carne mantenidas en praderas irrigadas de invierno [tesis maestría]. Chihuahua, Chih: Universidad Autónoma de Chihuahua; 1999.
 7. Nichols JT, Sanson DW, Myram DD. Effect of grazing strategies and pasture species on irrigated pasture beef production. *J Range Manage* 1993;46(1):65-69.
 8. Guzmán ZE. Evaluación de mezclas de triticale forrajero con ryegrass anual para producción de forraje [tesis licenciatura]. Saltillo, Coah., México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1993.
 9. Martínez PJJ. Evaluación de mezclas de triticale (X Triticosecale Witt.) y ryegrass (*Lolium multiflorum*) en Buenavista, Saltillo, Coah., México [tesis licenciatura]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1995.
 10. Espinosa CCM. Evaluación de mezclas de triticale (X Triticosecale Witt.) y trébol alejandrino (*Trifolium alexandrinum* L.) para producción de forraje en la Región Lagunera [tesis licenciatura]. Saltillo, Coah., México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1993.
 11. Lozano del Río AJ. Studies on triticale forage production under semi-arid conditions of northern México. *Proceedings of the Second International Triticale Symposium*. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil. 1990;264-267.
 12. Thompson DJ, Stout DG, Moore T. Forage production by four annual cropping sequences emphasizing barley under irrigation

PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN MEZCLAS DE TRITICALE Y BALLICO ANUAL

- in southern interior British Columbia. *Can J Plant Sci* 1992;72:181-185.
13. Jedel PE, Salmon DF. Forage potential of Wapiti triticale mixtures in Central Alberta. *Can J Plant Sci* 1994;74:515-519.
 14. García E. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3ª ed. México: UNAM; 1981.
 15. Barreto HJ, Edmeades GO, Chapman SC, Crossa J. El diseño Alfa-Látice en fitomejoramiento y agronomía: generación y análisis. Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992-1993;(4):273-283.
 16. Goering HK, Van-Soest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). USDA-ARS Agric Handbook 1970. No. 379.
 17. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística: principios y procedimientos. 1ª ed. en español. México: McGraw Hill; 1988.
 18. MSTATC. Russell DF, Eisensmith SP. *Crop and Soil Sci.* Dept. Michigan State Univ. USA 1990; Ver. 3.1.
 19. Johnson DE. *Applied multivariate methods for data analysis.* USA: Duxbury Press; 1998.
 20. Scott WR, Hines SE. Effects of grazing on grain yield of winter barley and triticale: the position of the apical dome relative to the soil surface. *New Zealand J Agric Res* 1991;34:177-184.
 21. Kira T, Ogawa H, Shinozaki K. Intraspecific competition among higher plants. I. Competition density yield interrelationships regularly dispersed populations. *J Polytech Inst Osaka City Univ Japan* 1953;(4):1-16.
 22. Yoda K, Kira T, Ogawa H, Hozumi K. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. *J Biol Osaka City Univ Japan* 1963;(14):107-129.
 23. Cherney JH, Marten GC. Small grain crop forage potential: Biological and chemical determinants of quality and yield. *Crop Sci* 1982;22:227-231.
 24. Brignall DM, Ward MR, Whittington WJ. Yield and quality of triticale cultivars at progressive stages of maturity. *J Agric Sci Camb* 1988;111:75-84.
 25. Brown AR, Almodares A. Quantity and quality of triticale forage compared to other small grains. *Agron J* 1976;68:264-266.
 26. Minson DJ. *Forage in ruminant nutrition.* USA: Academic Press; 1990.
 27. Herrera y Saldaña R. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de forraje. 2º Taller nacional de especialidades de maíz. UAAAN. Saltillo, Coah., México. 1999;133-138.
 28. Pioneer Hi-Bred International Inc. *The Pioneer forage manual. A nutritional guide.* 1990.
 29. Van-Soest PJ. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J Anim Sci* 1965;24:834-843.

SIN TEXTO