

Comportamiento productivo de praderas con distintas combinaciones de ovilla (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.)

Productive performance of grasslands with different combinations of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.)

Adelaido Rafael Rojas García¹, Alfonso Hernández Garay², Walter Ayala³, Sergio Iban Mendoza Pedroza⁴, Santiago Joaquín Cancino², Humberto Vaquera Huerata⁵, Mario Alberto Santiago Ortega²

Originales: *Recepción*: 10/12/2014 - *Aceptación*: 20/10/2015

Nota científica

RESUMEN

En la zona central de México existen sistemas de producción animal que tienen como componente importante el uso de praderas puras y asociadas. El objetivo de esta investigación fue evaluar cuatro asociaciones, dos gramíneas y una leguminosa, sembradas en diferentes proporciones. Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, y 50-00-50 % de ovilla (Ov), ballico perenne (Ba) y trébol blanco (Tr), respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 12 parcelas experimentales de 9 por 8 m, de acuerdo con un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluó rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento, composición botánica y morfológica y altura de la planta. En rendimiento anual las asociaciones que presentaron mayor rendimiento fueron; 40-20-40 y 20-40-40 con 20,182 y 19,146 kg MS ha⁻¹, respectivamente y la menor, la asociación 00-50-50 con 15,896 kg MS ha⁻¹. La asociación; 40-20-40 es la que mayor tasa de crecimiento anual presentó con 56 kg MS ha⁻¹ d⁻¹. Independientemente de la estación, en composición botánica y morfológica las asociaciones; 20-40-40, 40-20-40 y 50-00-50 fue la que mayor hoja de ovilla presentó con un promedio de 50%. La estación de invierno fueron las que mayor porcentaje de hoja de ballico presentó para la asociación 00-50-50 con 32%.

-
- 1 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N°2. Universidad Autónoma de Guerrero. 41940. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. rogarcia_05@hotmail.com
 - 2 Recursos Genéticos y Productividad Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México - Texcoco. México.
 - 3 Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Ruta 8 km 281. Treinta y Tres. Uruguay.
 - 4 Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México - Texcoco. Chapingo. Estado de México. México.
 - 5 Estadística. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México - Texcoco. México.

Independientemente de la asociación, en la estación de primavera fue donde se obtuvo mayor altura con un promedio de 37 cm y la menor fue en invierno con un promedio de 15 cm. En conclusión, la asociación; 40-20-40 fue mejor en rendimiento anual, tasa de crecimiento y altura y la menor fue la asociación 00-50-50.

Palabras clave

Dactylis glomerata L. • *Lolium perenne* L. • *Trifolium repens* L. • praderas asociadas • rendimiento de forraje

ABSTRACT

In central Mexico there animal production systems whose major component using pure and associated grasslands. The objective of this research was to evaluate four associations, two grasses and legume planted in different proportions. Treatments consisted of the following associations: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, and 50-00-50% of orchard grass (Ov), perennial ryegrass (Ba) and white clover (Tr) respectively. The treatments were randomly distributed in 12 experimental plots of 9 and 8 m, according to a design of a randomized complete block with three replications. Dry matter yield, growth rate, botanical and morphological composition and plant height were evaluated. In the association's annual yield higher performance were presented; 40-20-40 and 20-40-40 with 20.182 and 19.146 kg DM ha⁻¹ respectively and the lowest 00-50-50 association with 15.896 kg DM ha⁻¹. The Association; 40-20-40 is the highest annual growth rate presented with 56 kg DM ha⁻¹ d⁻¹. Regardless of the season, botanical and morphological composition associations; 20-40-40, 40-20-40 and 50-00-50 which was higher clew sheet presented with an average of 50 %, the winter season were the highest percentage of ryegrass sheet presented to the association 00-50-50 to 32%. Regardless of the association in the spring season it was where greater height was obtained with an average of 37 cm and the lowest was in winter with an average of 15 cm. In conclusion the association; 40-20-40 was better in annual yield growth rate and lower height and the association was 00-50-50.

Keywords

Dactylis glomerata L. • *Lolium perenne* L. • *Trifolium repens* L. • associated grasslands • forage yield

INTRODUCCIÓN

En la zona central de México existen sistemas de producción animal que tienen como componente importante el uso de praderas puras y asociadas.

El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2013),

menciona que en México la superficie total sembrada fue de 112.349.110 ha, con una superficie establecida de pastos de 30.650.105 ha, y un rendimiento promedio de pastos cultivados de 18,7 t MS ha⁻¹ (21).

Las nuevas exigencias que enfrenta la producción agropecuaria en México y en el mundo, apuntan no solo al aumento de la producción agropecuaria competitivamente, sino que debe hacerse de manera sostenible. La sostenibilidad no debe entenderse únicamente en el contexto ecológico, sino en el económico y social (1).

El sistema de pastoreo de gramíneas asociadas con leguminosas, constituye sin duda uno de los pilares de la producción de rumiantes más sostenible y competitiva, se espera que las leguminosas se vuelvan más importantes en un futuro (15).

Grünwaldt *et al.* (2015) mencionan que es indispensable el aporte de alta dosis de fertilizante para tener alto rendimiento de materia seca y proteína en una especie sola. En base a ello, el uso de asociaciones de gramíneas y leguminosas permite tener mayor valor nutritivo y rendimiento de materia seca, con lo que se pueden disminuir los costos de producción en comparación con la utilización de dietas balanceadas y así asegurar una alta producción. Desde el punto de vista ecológico, las leguminosas mejoran la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno atmosférico, reduciendo con ello el uso de fertilizantes químicos, así como una mejor intercepción de luz y distribución estacional de la producción de biomasa (3, 9).

Moreno *et al.* (2015) registraron un rendimiento anual de forraje, la mejor asociación fue 10-20-70 de trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne. Durante primavera-verano la pradera pura de ballico perenne y la asociación 10-20-70 de trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne obtuvieron el rendimiento mayor de forraje. La asociación trébol blanco con ovilla y ballico perenne ha llegado a rendir hasta un 52% más forraje cuando el porcentaje de trébol blanco en la pradera fue de 40% y, puede alcanzar hasta un 65% más cuando

se pastorea en primavera-verano a un intervalo de cortes de 28 días (4).

Por otra parte Flores *et al.* (2015) al evaluar diferentes asociaciones de pasto ovilla, ballico perenne y trébol blanco encontraron la mayor producción estacional en primavera y verano aportando el 60% de la producción anual y 40% en otoño e invierno. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar cuatro asociaciones de dos gramíneas y una leguminosa, sembradas en diferentes proporciones, para diferentes variables respuesta: rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento, composición botánica y morfológica y altura de la planta, donde se espera encontrar mayor comportamiento productivo con 40% de la leguminosa asociada a las dos gramíneas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó desde septiembre del 2012 a septiembre de 2013, en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado a 19°29' de LN y 98°53' de LO, a una altura de 2.240 m s. n. m. El clima del lugar es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 636,5 mm y régimen de lluvias en verano (junio a octubre) y temperatura media anual de 15,2°C (7). El suelo del área es franco arenoso y ligeramente alcalino con pH 7 - 8 (19).

Las praderas fueron establecidas en febrero de 2010, la siembra se realizó en hileras a 30 cm (gramíneas), mientras que la leguminosa fue sembrada en forma perpendicular con una distancia entre surcos de aproximadamente 30 cm; tomando como base las densidades de 20, 30 y 5 kg ha⁻¹ para ovilla, ballico perenne y trébol blanco, respectivamente.

Las praderas no fueron fertilizadas y en la época de estiaje, se proporcionaron riegos a capacidad de campo cada dos semanas.

Antes de iniciar la investigación, se realizó un pastoreo de uniformidad con ovinos cosechando aproximadamente a 5 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente, los pastoreos se efectuaron cada 4 semanas en primavera-verano y cada 5 y 6 semanas durante otoño e invierno, respectivamente.

Cabe mencionar que los ovinos únicamente fueron utilizados como defoladores, mismos que fueron manejados en las parcelas experimentales mediante un cerco eléctrico.

Las asociaciones de gramíneas y leguminosa fueron realizadas mediante el paquete Minitab (17), con un diseño de vértices con tres componentes de la mezcla, con restricción a la leguminosa en un 40 y 50% como mínimo y máximo, respectivamente.

Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40 y 50-00-50% de ovillo (Ov), ballico perenne (Ba) y trébol blanco (Tr). Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 12 parcelas experimentales de 9 por 8 m, de acuerdo con un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones.

Rendimiento de materia seca de forraje

Para obtener el rendimiento de forraje en cada parcela, se establecieron aleatoriamente dos cuadros fijos de 0,25 m² al inicio de la investigación, donde se cosechó el forraje presente antes del pastoreo a una altura aproximada de 5 cm sobre el nivel del suelo.

El forraje presente dentro de cada cuadro se depositó en bolsas de papel etiquetadas, se lavó la muestra y se expuso a un proceso de secado en una estufa de

aire forzado, a una temperatura de 55°C durante 72 h.

Posterior a ello, las praderas fueron pastoreadas con ovinos a una altura de 5 cm aproximadamente.

Una vez secas las muestras de forraje se registraron sus pesos en seco, con la suma del rendimiento por corte se obtuvo el rendimiento acumulado de forma estacional y anual.

Tasa de crecimiento de forraje

La tasa de crecimiento promedio estacional de las asociaciones, se calculó con los datos de rendimiento obtenidos en cada corte, en cada una de las repeticiones, con la siguiente fórmula:

$$TC = R / T$$

donde

TC = Tasa de crecimiento promedio estacional (kg MS ha⁻¹ d⁻¹)

R = Rendimiento estacional (kg MS ha⁻¹)

T = Días transcurridos en cada estación

Composición botánica y morfológica

Para obtener la composición botánica y morfológica a mediados de cada estación del año, de las muestras de forraje cosechado para determinar el rendimiento, se tomó una submuestra de aproximadamente 20%.

Cada submuestra se separó en las diferentes especies deseadas (ovillo, ballico perenne y trébol blanco) y no deseadas (malezas).

A las especies deseadas se les separaron sus componentes morfológicos (hojas, tallos, material muerto y flor), para determinar la composición morfológica. Cada componente separado se secó en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55°C por 72 h y se determinó el peso seco.

Para determinar la contribución (porcentaje) de cada componente al rendimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$CBM = (COMP * 100) / R$$

donde

CBM = Composición botánica y morfológica (%)

COMP = Submuestra del componente separado y/o especie

R = Rendimiento (kg MS ha⁻¹)

Altura de la planta

Para estimar la altura promedio por planta, un día antes del pastoreo se realizó 20 mediciones de altura con la regla en cada unidad experimental. Para ello, se utilizó una regla graduada de 100 cm, la cual se colocó al azar en las parcelas, de forma que la parte inferior de la regla graduada quedara a nivel de suelo.

Posteriormente, un dispositivo con el que cuenta la regla, se colocaba de manera vertical arriba del dosel vegetal y se deslizó hacia abajo, hasta que este tocó algún componente morfológico y se registró la altura. Se utilizó el promedio de las 20 alturas registradas.

Datos climáticos

La temperatura máxima mensual osciló entre 24 y 35°C, en tanto que la temperatura mínima mensual osciló entre -13 y 5°C (1).

La temperatura alta se presentó en primavera, y fueron superiores a 30°C, registrándose la máxima en abril con 35°C. La temperatura más baja se registró en otoño con -13°C en el mes de noviembre.

La precipitación acumulada de septiembre de 2012 a septiembre de 2013 fue de 582,3 mm, de los cuales el 78,8% se presentó en los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 2013 acumulando una precipitación de 459 mm.

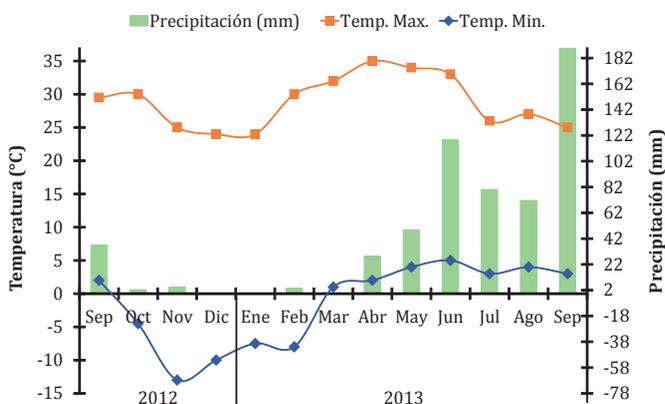


Figura 1. Temperaturas media mensual máxima y mínima y precipitación acumulada durante el período de estudio (2012 y 2013).

Figure 1. Average monthly maximum and minimum temperatures and precipitation accumulated during the study period (2012 and 2013).

Análisis estadístico

Para comparar el efecto de las asociaciones estudiadas, se realizó un análisis de varianza con el procedimiento de Modelos Mixtos (22), con un diseño de bloques al azar y tres repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ajustada ($p = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca de forraje

En la tabla 1 se presentan los datos de rendimiento anual y estacional de las asociaciones de ovilla, ballico perenne y trébol blanco.

En general se observa que el rendimiento anual mostró el siguiente orden descendente: 40-20-40 > 20-40-40 > 50-00-50 > 00-50-50 ($p = 0,05$).

La asociación 40-20-40 de ovilla, ballico perenne y trébol blanco superó en 21%

(4.286 kg MS ha⁻¹) a la asociación 00-50-50. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Castro *et al.* (2012), quienes obtuvieron un rendimiento de 17.275 kg MS ha⁻¹ con la asociación de trébol blanco, ovilla y ballico perenne.

La distribución estacional del rendimiento anual de forraje de la mejor asociación (40-20-40) presentó el siguiente orden durante las estaciones del año: 44% (primavera) > 25% (verano) > 16% (otoño) > 15% (invierno); mientras que la asociación que mostró el menor rendimiento de materia seca (00-50-50) presentó el siguiente orden durante las estaciones del año: 38% (primavera) > 27% (verano) > 19% (otoño) > 16% (invierno).

Independientemente de la asociación, el rendimiento estacional de materia seca siguió el siguiente orden: 40, 28, 17 y 15% para primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente.

Tabla 1. Rendimiento anual y estacional (kg MS ha⁻¹) de ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.), asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Table 1. Annual and seasonal efficiency (kg DM ha⁻¹) orchard (*Dactylis glomerata* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) associated with white clover (*Trifolium repens* L.).

Asociaciones	2012		2013		Anual
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	
Ov-Ba-Tr					
20-40-40	3346 cA	2605 dA	8163 aB	5030 bC	19146 A
00-50-50	3042 cB	2593 dB	5980 aD	4281 bC	15896 C
40-20-40	3261 cA	3099 cB	8767 aA	5055 bC	20182 A
50-00-50	3065 cB	2345 dC	6256 aC	5923 bA	17589 B
Promedio	3178 c	2661 d	7292 a	5072 b	

abcd = Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p = 0,05$);
 ABCD = Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p = 0,05$).

abcd = Means with same letters lowercase in the same row are not different ($p = 0.05$);
 ABCD = Means with same letters capitalized in the same column are not different ($p = 0.05$).

El mayor rendimiento observado en la estación de primavera se puede atribuir a las altas temperaturas, registradas en esta estación, en contraste en la estación de invierno, el menor rendimiento se atribuye a las bajas temperaturas registradas en el período (figura 1, pág. 61), situación que coincide con Reborá *et al.* (2015), y de acuerdo con Hernández-Garay *et al.* (1997), dichas temperaturas ocasionan reducción en el crecimiento y tasa de acumulación de forraje, por su influencia directa en una menor tasa de aparición y expansión foliar (13), ya que para tener la mejor expresión en el crecimiento se requieren temperaturas de 18 a 21°C para ballico perenne y ovilla, mientras que para el trébol blanco de 24°C (2).

Tasa de crecimiento de forraje

En la tabla 2 se presenta la tasa de crecimiento (TC) estacional y promedio

anual de las cuatro asociaciones de ovilla, ballico perenne y trébol blanco.

Se presentaron diferencias estadísticas entre asociaciones ($p = 0,05$), siendo 40-20-40 con 56 kg MS ha⁻¹d⁻¹, la que registró la mayor TC promedio anual, mientras que 00-50-50 presentó la menor TC promedio con 44 kg MS ha⁻¹d⁻¹.

En general, se observó una marcada estacionalidad en la TC, con los menores y mayores valores en invierno (29 kg MS ha⁻¹ d⁻¹) y primavera (81 kg MS ha⁻¹ d⁻¹), respectivamente.

Lo anterior se puede atribuir a que las TC aumentan conforme se presentan las temperaturas óptimas para el crecimiento de las asociaciones.

En esta investigación las estaciones de primavera y verano fueron las que presentaron mayores temperaturas (tabla 1, pág. 62), lo que benefició el crecimiento y productividad del forraje.

Tabla 2. Cambios estacionales en la tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) de ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.), asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Table 2. Seasonal changes in growth rate (kg DM ha⁻¹ d⁻¹) of orchard (*Dactylis glomerata* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) associated with white clover (*Trifolium repens* L.).

Asociaciones	2012		2013		Anual
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	
Ov-Ba-Tr					
20-40-40	37 cA	29 dA	91 aB	56 bB	53 B
00-50-50	34 cB	29 dBC	66 aD	48 bC	44 D
40-20-40	36 cA	34 cB	97 aA	56 bB	56 A
50-00-50	34 cB	26 dC	70 aC	66 bA	49 C
Promedio	35 c	29 c	81 a	56 b	

abcd = Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p = 0,05$);
 ABCD = Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p = 0,05$).

abcd = Means with same letters lowercase in the same row are not different ($p = 0.05$);
 ABCD = Means with same letters capitalized in the same column are not different ($p = 0.05$).

Al respecto, McKenzie *et al.* (1999), consignan que dentro de los elementos del clima, las bajas temperaturas en invierno son las que determinan la menor producción y tasa de crecimiento de los forrajes.

Composición botánica y morfológica

La composición botánica y morfológica de las cuatro asociaciones de ovilla, ballico perenne y trébol blanco que se muestra en la figura 2 (pág. 65), presentaron diferencias estadísticas entre asociaciones y estaciones del año ($p = 0,05$).

La contribución de cada especie al rendimiento de las asociaciones fue variable durante el período de estudio; el pasto ovilla en promedio entre las asociaciones obtuvo el siguiente orden descendente: invierno > verano > primavera > otoño, con; 61, 54, 52 y 51%, respectivamente ($p = 0,05$).

La asociación (40-20-40) que mayor porcentaje de ovilla presentó en la estación de verano el 70% ($3.538 \text{ kg MS ha}^{-1}$) y el menor en la estación de otoño con 44% ($1.434 \text{ kg MS ha}^{-1}$), superando verano a otoño un 59,5%.

La asociación que aporta mayor ballico perene, en la composición botánica y morfológica es 00-50-50, con el siguiente orden descendente en las estaciones del año: invierno > primavera > verano > otoño, con 38, 30, 19 y 18%, respectivamente, superando invierno a otoño un 52,7% ($439 \text{ kg MS ha}^{-1}$).

Independientemente de la asociación, la especie ballico perenne disminuye notablemente. Esto se puede atribuir a la intensidad de cosecha, ya que es un cultivo de hábito de crecimiento erecto, por lo tanto, más susceptible de perder meristemas de crecimiento, en comparación con ovilla y trébol blanco (8, 12).

Sin embargo, independientemente de las asociaciones y estaciones, la asociación

(00-50-50) presentó el mayor porcentaje de otros pastos con 40% en verano, 37% en otoño, 32% en invierno y la menor con 8% en primavera.

Al mismo tiempo que ballico perenne iba reduciendo su persistencia, existió más competencia intra e interespecífica por recursos como luz y nutrientes, causando que otros pastos y maleza invadieran la pradera. Es importante resaltar que trébol blanco es de hábito de crecimiento estolonífero, y esto ayudó para que no se eliminaran meristemas de crecimiento (5).

La asociación que obtuvo el mayor porcentaje de trébol blanco 00-50-50 registró el siguiente orden descendente durante las estaciones del año: 50% (primavera) > 32% (otoño) > 31% (verano) > 30% (invierno), superando primavera a invierno un 40%.

Resultados similares fueron reportados por Castro *et al.* (2012) y Flores *et al.* (2015), donde en la estación de primavera encontraron el aporte mayor de trébol blanco al rendimiento.

Independientemente de la asociación, en la estación de otoño, se encontró el mayor porcentaje de material muerto con un promedio de 18%, mientras que la menor fue en primavera con un 8%.

Altura de la planta

Se registró diferencias significativas entre asociaciones en el promedio anual y durante primavera - verano y entre estaciones del año en altura de la planta (tabla 3, pág. 66).

La mayor y menor altura promedio estacional de la pradera se presentó en primavera e invierno con 37 y 15 cm, respectivamente ($p = 0,05$).

Las asociaciones 40-20-40 y 50-00-50, ambas con 25 cm, registraron la mayor altura promedio anual y la menor la asociación 00-50-50 con 20 cm.

Figura 2. Cambios estacionales en la composición botánica y morfológica de ovido (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociado con trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Figure 2. Seasonal changes in botanical and morphological composition of orchard (*Dactylis glomerata* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) associated with white clover (*Trifolium repens* L.).

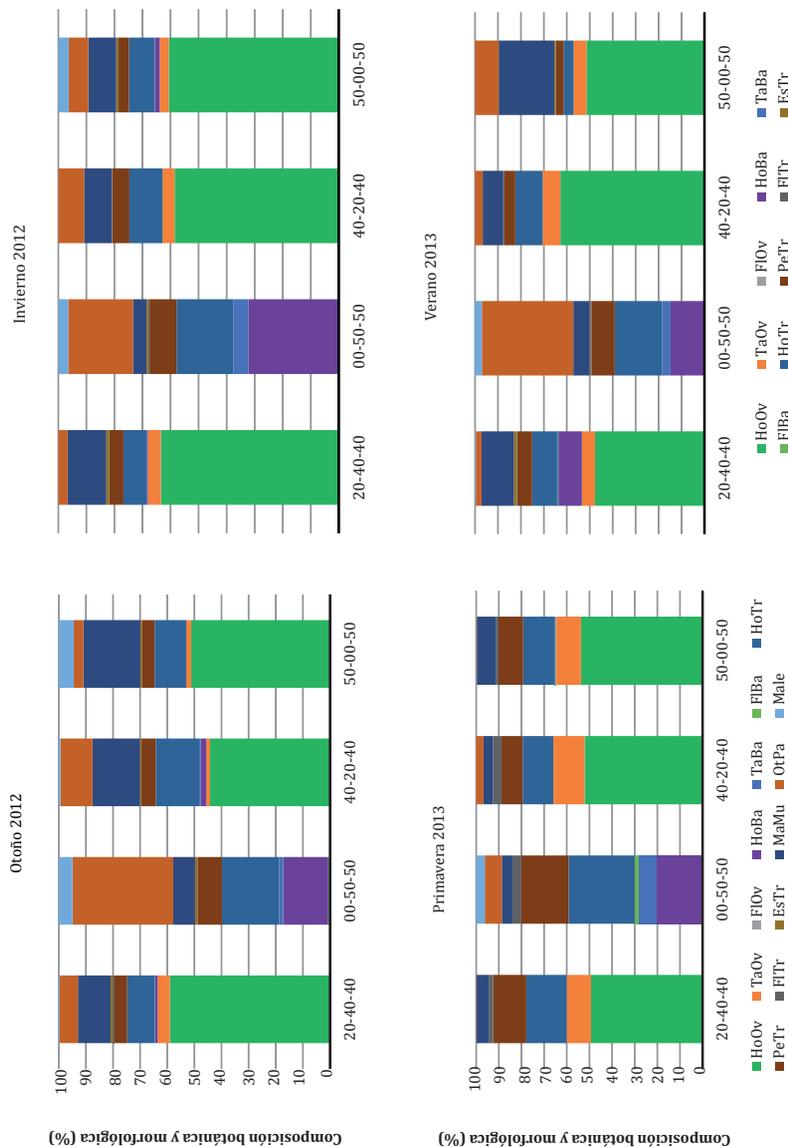


Tabla 3. Cambios estacionales en altura (cm) de ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.), asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Table 3. Seasonal changes in height (cm) orchard (*Dactylis glomerata* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) associated with white clover (*Trifolium repens* L.).

Asociaciones	2012		2013		Promedio
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	
Ov-Ba-Tr					
20-40-40	18 bA	15 bA	39 aA	24 bA	24 A
00-50-50	17 bA	14 bA	29 aB	22 abB	20 B
40-20-40	18 bcA	15 cA	40 aA	26 bA	25 A
50-00-50	20 bA	17 bA	40 aA	25 bA	25 A
Promedio	18 c	15 c	37 a	24 b	

abcd = Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p = 0,05$);
 ABCD = Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p = 0,05$).

abcd = Means with same letters lowercase in the same row are not different ($p = 0.05$);
 ABCD = Means with same letters capitalized in the same column are not different ($p = 0.05$).

Los cambios estacionales observados en altura de la planta, al igual que los de rendimiento anual y tasa de crecimiento, estuvieron estrechamente relacionados con las condiciones ambientales registradas durante el periodo de estudio, particularmente con las temperaturas óptimas de crecimiento de las especies asociadas (figura 1, pag. 61), presentes en primavera y las bajas temperaturas registradas durante el invierno.

Al respecto, McKenzie *et al.* (1999), consignan que dentro de los elementos del clima, las bajas temperaturas en invierno son las que determinan la menor producción y tasa de crecimiento de los forrajes, en tanto que durante la primavera para tener la mejor expresión en el crecimiento, se requieren temperaturas de 18 a 21°C para ballico perenne y ovillo, mientras que para el trébol blanco de 24°C (2).

Los datos obtenidos en la presente investigación coinciden con los reportados

por Castro *et al.* (2012), quienes en una investigación con ballico perenne, ovillo y trébol blanco encontraron que independientemente del tratamiento la menor altura se registró en invierno con 11 cm, mientras que la mayor fue de 26 cm en verano.

Por otra parte, Velasco *et al.* (2005), quienes observaron diferencias estadísticas entre estaciones y entre frecuencias de cosecha; registrando la mayor altura de ballico perenne en verano con 14,4 y la menor de 7,3 cm en invierno.

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento anual de materia seca lo obtuvo la asociación 40-20-40 de ovillo, ballico perenne y trébol blanco.

Todas las asociaciones presentaron estacionalidad en el rendimiento de forraje, siendo mayor en primavera y menor en invierno.

Independientemente de la estación el ovinillo fue la especie que más contribuyó al rendimiento en las asociaciones: 20-40-40, 40-20-40; y 50-00-50, mientras que ballico perenne, trébol blanco y otros pastos lo hacen en la asociación 00-50-50. De las tres especies estudiadas el ballico perenne es la que menor persistencia presenta con el manejo realizado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arriaga, J. C.; Espinoza, O. A.; Albarrán, P.; Castelán, O. O. 1999. Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el altiplano central. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Ciencia Ergo Sum. Noviembre. 6(3): 290-300.
2. Brock, J. L.; Tilbrook, J. C. 2000. Effect of cultivar of white clover on plant morphology during the establishment of mixed pastures under sheep grazing. New Zealand Journal of Agricultural Research. (43): 335-343.
3. Camacho, G.; J. L.; García, M. J. G. 2003. Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovinillo. Veterinaria de México. 34(2): 151-177.
4. Castro, R. R.; Hernández-Garay. A.; Vaquera, H. H.; Hernández, P. G. J.; Quero, C. A. R.; Enríquez, Q. J. F.; Martínez, H. P. A. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. Revista Fitotecnia Mexicana. 35(1) 87-95.
5. Durand, J. L.; Schaufele, R.; Gastal, F. 1999. Grass leaf elongation rate as a function of developmental stage and temperature: Morphological analysis and modeling. Annals of Botany. 83: 577-588.
6. Flores, S. E. J.; Hernández, G. A.; Guerrero, R. J. D.; Quero, C. A. R.; Martínez, H. P. A. 2015. Productividad de asociaciones de pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 6(3): 337-347.
7. García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 (ed). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
8. Garduño, V. S.; Pérez, P. J.; Hernández, G. A.; Herrera, H. J. G.; Martínez, H. P. A.; Joaquín, T. B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México. 47(2): 189-202.
9. González, A. S. X.; Días, S. H.; López, T. R.; Aizpuru, G. E.; Garza, C. H. M.; Sánchez, R. F. 2004. Consumo calidad nutritiva y composición botánica de una pradera de alfalfa y gramíneas perennes con diferentes niveles de asignación de forraje. Técnica Pecuaria en México. 42(1): 29-37.
10. Grünwaldt, J. M.; Guevara, J. C.; Grünwaldt, E. G.; Martínez Carretero, E. 2015. Cacti (*Opuntia* spp.) as forage in Argentina dry lands. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 47(1): 263-282.
11. Hernández-Garay, A.; Hodgson, J.; Matthew, C. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass/White clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. New Zealand Journal Agricultural Research. 40: 25-35.
12. Hodgson, J. 1990. Grazing Management: Ciencia intro Practice. Longman Scientific and Technical. Harlow, England. 204 p.
13. Horrocks, R.; Vallentine, J. F. 1999. Harvested Forages. Academic Press. Oval Road, London, United States of America. 426 p.
14. INEGI. 2013. Agricultura, ganadería, silvicultura, ganadería y pesca. (www.inegi.org.mx) 03 de octubre de 2014.

15. Lüscher, A.; Mueller-Harvey, I.; Soussana, J. F.; Reess, R. M.; Peyraud, L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*. 69(2): 206-228.
16. McKenzie, B. A.; Kemp, P. D.; Moot, D. J.; Matthew, C.; Lucas, R. J.; 1999. Environmental effects on plant growth and development. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand Pasture Crop Sci*. 29-44 p.
17. Minitab. 2006. *Meet minitab, Manual for the basic practice of statistics*. W Freeman (ed). USA.
18. Moreno, C. M. A.; Hernández, G. A.; Vaquera, H. H.; Trejo, L. C.; Escalante, E. J. A.; Zaragoza, R. J. L.; Joaquín, T. B. M. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 38(1): 101-108.
19. Ortíz, S. C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de suelos. Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
20. Reborá, C.; Barros, A.; Ibaguren, L.; Bertona, A.; Antonini, C.; Arenas, F. 2015. Efecto del grado de reposo invernal de alfalfa (*Medicago sativa* L.) sobre el rendimiento de heno en el oasis norte de Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina*. 47(2): 43-51.
21. SAGARPA. 2013. *Producción Agrícola en México*. Centro de Estadística Agropecuaria. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Disponible en: (<http://www.siap.gob.mx/>) 20 de noviembre de 2014.
22. SAS, Institute. 2009. *SAS/STAT® 9.2. Use's Guide Release*. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.
23. Velasco, Z. M. E.; Hernández, G. A.; González, H. V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 43(2): 247-258.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Línea Prioritaria de Investigación 11 "Sistemas de producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y pesquera" por el apoyo otorgado para la realización de esta investigación.