

Curva de crecimiento de la asociación ballico perenne y ebo

Benito Bello Olivera¹
Sergio Iban Mendoza Pedroza^{1§}
Eliseo Sosa Montes²
José Ricardo Bárcena Gama¹
Arturo Pro Martínez¹
María Guadalupe Zambrano Velasco¹

¹Campus Montecillo-Colegio de Posgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 595 9520200. (olivera14@hotmail.com; rbarcena@colpos.mx; aproma@colpos.mx; guadalupezamvel@gmail.com). ²Departamento de Zootecnia-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. CP. 56230. Tel. 595 9521500. (eliseososa@yahoo.com.mx).

§Autor para correspondencia: sergiomp@colpos.mx.

Resumen

Las especies anuales generan costo de establecimiento varias veces por año, las praderas perennes permiten que la inversión inicial sea amortiguada durante dos o más años; sin embargo, las especies perennes tienen un establecimiento lento y compiten con hierbas indeseables, por lo que el presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el rendimiento de una asociación ballico perenne (*Lolium multiflorum* L) y ebo (*Vicia sativa* L). La investigación se llevó a cabo en el campo experimental 'Predio Nuevo' del Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México. Se evaluaron las variables contenido de materia seca (MS), rendimiento de MS, relación hoja:tallo, material muerto, malezas y radiación interceptada. El primer muestreo fue a los 38 días, posterior a ello se realizaron cada 14 días, hasta los 150 cuando se hizo un corte mecánico, se hicieron dos cortes posteriores cada 28 días. Se observó un incremento progresivo conforme avanzó la edad hasta los 150 días (10 052 kg MS ha⁻¹) así como 6 331 kg MS ha⁻¹ y 6 397 kg MS ha⁻¹ para el segundo y tercer corte. La MS se incrementó de 12.4 al 28.04% del día 38 al 150 para el primer corte y 26.67 y 27.2%, para el segundo y tercer corte. El material muerto se observó el día 80 con 0.84%, el valor ascendió a 17.3% para el día 150. La asociación de ballico perenne y ebo, aumenta el rendimiento de MS al primer corte sin afectar los rendimientos posteriores del cultivo perenne.

Palabras claves: forraje, pradera, rendimiento.

Recibido: junio de 2022

Aceptado: julio de 2022

Los rumiantes generan grandes beneficios para la humanidad, entre ellos alimentos de alta calidad nutricional, los forrajes constituyen una parte importante en la dieta de estos animales y son la fuente más barata de alimentación para la producción animal (Pérez *et al.*, 2002). Para cubrir la demanda de forraje existen diversas estrategias de producción y manejo de praderas, en las que se utilizan especies que mejor se adapten al clima, y que tengan un valor nutricional alto. Por ejemplo, la zona central de México cuenta con un clima templado, con una estación fría muy marcada (otoño-invierno) y existen sistemas de producción animal que tienen como componente importante el uso de praderas puras y asociadas (Moreno *et al.*, 2015; Rojas *et al.*, 2016).

En los sistemas de producción se utilizan especies anuales de verano e invierno, que implica gastos de preparación del terreno, semilla e insumos dos o más veces por año. El establecimiento de praderas con forrajes perennes permite que la inversión inicial sea amortiguada durante dos a cinco años del establecimiento, con cortes cada cuatro, seis u ocho semanas, lo cual depende de la temperatura y el cultivo. Sin embargo, las especies perennes, pueden tener un establecimiento de especie lento, comparado con una anual y competir con hierbas indeseables que impidan mayor rendimiento (Velasco *et al.*, 2005).

En algunos casos es necesario generar asociaciones de especie perenne con especie anual que sirva como protectora, para aumentar la competencia a otras especies indeseables y así generar mayor cantidad y calidad del forraje al primer corte (Villalobos *et al.*, 2013). Por lo que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el rendimiento de forraje en una asociación ballico perenne (*Lolium multiflorum* L.) y ebo (*Vicia sativa* L.), así como determinar el efecto sobre el cultivo perenne al término de la asociación.

El trabajo de investigación se realizó del 28 de octubre de 2020 al 16 mayo de 2021, en el campo experimental denominado 'Predio Nuevo' del colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y 2 240 msnm, con un área aproximada de 2 500 m². El clima del lugar es templado subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con precipitación media anual de 636.5 mm, con un régimen de lluvias en verano (junio a octubre) y temperatura media anual de 15.2 °C (García, 2004). El suelo del área es franco arenoso y ligeramente alcalino con pH 7.8, con 2.4% de materia orgánica (Wilson *et al.*, 2018).

La pradera fue establecida el 28 de octubre de 2020, la siembra se realizó al voleo con una densidad de 40 y 35 kg de semilla ha⁻¹ de *Lolium multiflorum* L. y *Vicia sativa* L., respectivamente, posteriormente la semilla fue cubierta con un paso de rastra, no se aplicó fertilización y se proporcionaron riegos por gravedad a capacidad de campo, cada 14 días. Las mediciones se realizaron a partir de los 38 días después de la siembra (DDS), posteriormente se tomaron muestras cada 14 días hasta a los 150 DDS donde se realizó un primer corte mecánico a toda la parcela, a los 178 y 206 DDS se repitió el proceso, permitiendo 28 días de recuperación a la parcela.

Rendimiento de materia seca

El rendimiento de materia seca (MS) de la parte aérea de la parcela se obtuvo al realizar cinco muestreos aleatoriamente en la parcela con cuadros de 0.25 m² y el forraje se cosechó a ras de suelo. La biomasa de cada cuadro se depositó en bolsas de plástico tipo ziploc previamente etiquetadas, para posteriormente determinar la humedad parcial en el laboratorio de forrajes del Colegio de Postgraduados campus Montecillo y la humedad residual en el laboratorio de nutrición animal del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

Para cuantificar materia seca parcial (M_{Sp}) se colocó en una bolsa de papel del # 8 aproximadamente 100 g de materia fresca y se ingresó a una estufa de aire forzado durante 72 h a 55 °C, una vez que se cumplió el tiempo se retiraron las bolsas de la estufa y posteriormente se pesaron en una balanza dibatec con 600 g de capacidad, obtenidos los pesos se calculó la M_{Sp} con la siguiente fórmula: $\%M_{Sp} = (\text{peso de la materia seca} / \text{peso de la materia fresca}) * 100$. Una vez parcialmente secas las muestras se determinó la materia seca total (M_{St}) en una estufa a 105 °C durante 12 h AOAC (1980) método 7.003, las MS obtenidas se utilizaron para determinar la M_{St} con la siguiente ecuación: $\% \text{ de } M_{St} = (\% \text{ MS a } 55^{\circ}\text{C}) * (\% \text{ de MS a } 105^{\circ}\text{C}) / 100$.

Radiación interceptada

Para calcular la radiación interceptada (RI), se utilizó un ceptómetro lineal, modelo LP-80 (Decagon Devices INC.) fabricado en los Estados Unidos de América, el cual se colocó de manera horizontal arriba del dosel vegetal, con orientación este-oeste y se registró la luz incidente arriba del dosel, en $\mu\text{mol de fotones m}^{-2} \text{ S}^{-1}$, a la que se le asignó un valor de 100%. Inmediatamente después, el sensor se colocó debajo del dosel con la misma orientación y se registró la incidencia de luz. La RI se expresó en % utilizando la ecuación que se indica: $\%RI = 100 - ((\text{lectura debajo del dosel} * \text{lectura arriba del dosel}^{-1}) * 100)$.

Composición botánica y relación hoja:tallo

Para determinar la composición botánica, se tomó una submuestra de aproximadamente 20% de la muestra de forraje, cada submuestra se separó en la especie de interés (ebo) y (ballico), especies no deseadas (maleza) y el material muerto, con ayuda de una balanza digital se obtuvieron los pesos de cada composición, posteriormente se calculó el (%) de cada fracción, dividiendo el peso de cada composición botánica entre el peso total y multiplicado por 100. Para la relación hoja:tallo se separaron en hojas (H) y tallos (T), finalmente se determinó el peso y se dividió el componente hoja entre el tallo.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y se utilizó el procedimiento PROC GLM del programa estadístico SAS 9.0 Statistical Analysis System (2002), con un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, con la finalidad de evaluar la relación entre las variables estudiadas en el experimento. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ajustada ($p = 0.05$).

Rendimiento de materia seca y radiación interceptada

Se observó un incremento progresivo en el rendimiento de materia seca conforme la edad avanzó, de 155 kg MS ha⁻¹ a 10 052 kg MS ha⁻¹ del día 38 al día 150 después de la siembra (Cuadro 1). El porcentaje de materia seca se aumentó al paso del tiempo de 12.4 a 28.04% de 38 a 150 DDS, en el segundo y tercer corte se obtuvo 26.67 y 27.2% de MS, respectivamente. La radiación interceptada (RI) incrementó a medida que los días del cultivo avanzaron, se observó un aumento significativo ($p < 0.05$) de RI hasta el día 80 alcanzando 90.57%. No obstante, en los DDS posteriores, los incrementos no fueron estadísticamente significativos ($p > 0.05$).

Cuadro 1. Rendimiento de MS (%) y RI a diferente edad de muestreo, en una asociación ballico perenne-ebo.

DDS	MS (%)	RMS (kg MS ha ⁻¹)	% de radiación interceptada
38	12.4 H	155.1 G	14.88 D
52	15.69 G	833.1 G	38 C
66	16.78 FG	2 147.9 F	69.58 B
80	17.02 F	2 609 F	90.57 A
94	19.19 E	4 259 E	94.8 A
108	23.47 D	7 174.2 C	96 A
122	25 C	8 252.4 B	97.4 A
136	26.98 AB	9 470.8 A	98 A
150 primer corte	28.04 A	10 052 A	98.4 A
178 segundo corte	26.67 B	6 331.2 D	93.4 A
206 tercer corte	27.2 AB	6 396.6 D	92.8 A
EEM	0.315	5.247	5.15

DDS= días después de la siembra; MS= materia seca; RMS= rendimiento de materia seca; EEM= error estándar de la media. Distintas literales en columna representan diferencia significativa con un $p < 0.05$.

En la Figura 1, se observa la correlación que existió entre el rendimiento de MS y el (%) de radiación interceptada, así como una propuesta de ecuación de predicción, en la que se utiliza el (%) de RI para determinar el rendimiento con una R^2 de 0.7778. En el rendimiento (kg MS ha⁻¹) hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) a los 52, 80, 94, 108 y 136 DDS; sin embargo, no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los días 136 y 150 DDS.

Con lo anterior se infiere que el primer corte se puede realizar el día 136 sin afectar el rendimiento. Para el segundo y tercer corte se observó una disminución significativa ($p < 0.05$) en la cantidad de MS ha⁻¹ comparada con el primer corte a los 136 o 150 DDS, lo que pudiera deberse a la ausencia del ebo en los siguientes cortes (Figura 1).

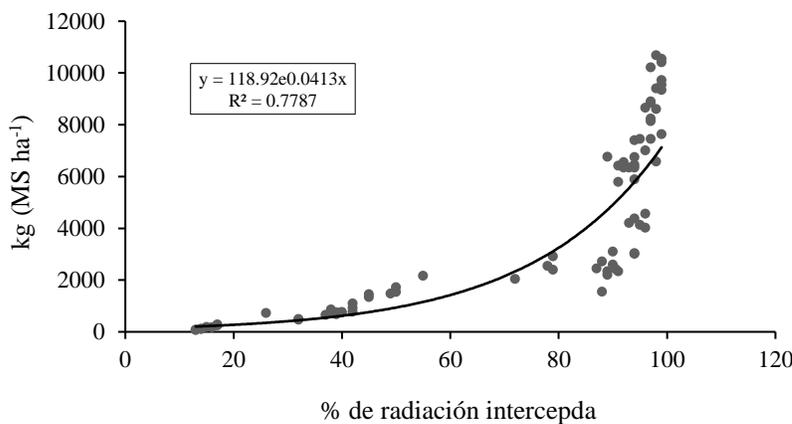


Figura 1. Comportamiento del rendimiento de MS ha⁻¹ y radiación interceptada a distintos días de muestreo.

El alto rendimiento del primer corte respecto a los siguientes se atribuye principalmente a la asociación de ebo-ballico perenne ya que, de acuerdo con Sánchez *et al.* (2020), el cultivo de ebo puede producir un rendimiento de otoño-invierno aproximadamente 4 000 kg MS ha⁻¹ aplicando láminas de riego de 60 cm con un sistema de riego con cintilla superficial, así mismo Espinoza *et al.* (2018) reportó rendimientos de ebo de 2 360 kg MS ha⁻¹ en condiciones de secano. Mendoza *et al.* (2018) reportó rendimientos de ballico perenne de 8 742 y 3 793 kg MS ha⁻¹ en época de otoño e invierno respectivamente y Cueto *et al.* (2003) observaron un rendimiento de 4 230 kg MS ha⁻¹ para ballico perenne al primer corte.

Después de analizar estos valores y obtener una media de las dos especies en función se puede concluir que el rendimiento al primer corte mejoró cuando se utilizó una asociación ebo-ballico perenne. El rendimiento de forraje (Cuadro 1) disminuyó para los cortes consecutivos (178 y 206 DDS) con una diferencia significativa ($p < 0.05$), incluso comparado con el rendimiento a los 108 DDS, pero Mendoza *et al.* (2018) informaron que para el crecimiento del monocultivo de ballico perenne en primavera, estación en la que se realizan los cortes posteriores de ballico, fue de 5 271 kg MS ha⁻¹ y los datos obtenidos en la presente investigación para el segundo y tercer corte fueron mayores a lo reportado por estos autores, con rendimientos de 6 331 y 6 396 kg MS ha⁻¹ respectivamente, lo que indica que la asociación ebo-ballico no afecta el rendimiento posterior del cultivo perenne.

Da Silva y Hernández (2010), reportaron que, en pastos tropicales y templados, el punto óptimo de cosecha se alcanza con una RI de 95 moles de fotones interceptados (100 moles de fotones incidentes)⁻¹. En el presente trabajo de investigación esta proporción es alcanzada para el primer corte a los 108 DDS; sin embargo, a pesar de haber alcanzado 95% de RI existe un aumento estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en el rendimiento (Cuadro 1), aún por 28 días; no obstante, para generar sugerencias se deben considerar factores que determinan el punto óptimo al primer corte, como lo mencionado por Castro *et al.* (2017), quienes indican que el aumento en la edad del cultivo de ballico afecta la digestibilidad del forraje, por lo tanto es necesario buscar un punto óptimo entre rendimiento y calidad nutricional. Existe una correlación de 77.87% entre el rendimiento y el (%) de RI (Figura 2), lo cual coincide con lo reportado por Da Silva y Hernández (2010), quienes observaron altas correlaciones entre RI y rendimiento de materia seca, que puede ser útil para determinar la época de corte.

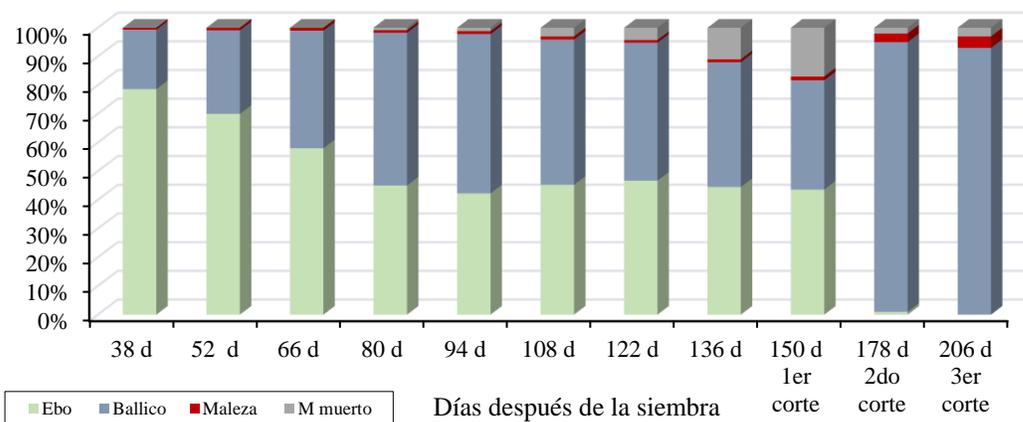


Figura 2. Composición botánica de la asociación de ballico perenne-ebo.

Composición botánica y relación hoja:tallo (RHT)

En la Figura 2 se observa el comportamiento en las proporciones de ebo, ballico, maleza y el material muerto. Las proporciones a los 38 DDS fueron 78 y 20.7% de ebo y ballico respectivamente, con mayor presencia del cultivo anual comparado con el perenne, pero los valores se invirtieron a partir de los 80 DDS, con 45 y 53% para el ebo y ballico respectivamente, proporción que siguió en aumento hasta los 150 DDS, cuando se realizó el primer corte. Después del primer corte, el ebo desapareció y se observaron valores menores al 1% para el segundo corte y nulos para el tercer corte, por lo que hubo un incremento en la proporción de ballico de 94 y 93%.

Respecto a la presencia de maleza durante los 150 DDS de la asociación ballico-ebo, el valor más alto fue de 1.3%, lo que puede atribuirse a la alta competencia por la luz de las especies deseadas, impidiendo la prosperidad de las especies no deseadas. Para el segundo y tercer corte la proporción de maleza ascendió hasta 4%. La presencia de material muerto se observó a los 80 DDS con 0.84%, el cual incrementó a 1.2, 3, 4.3, 11.6 y 17.3 a los 94, 108, 122, 136 y 150 DDS respectivamente, del material muerto aproximadamente 72% provenía del ebo.

Hubo mayor proporción de ebo vs ballico en los primeros DDS, lo cual podría deberse a que las especies anuales presentan una tasa de crecimiento mayor comparada con las perennes (Castro *et al.*, 2012). El crecimiento acelerado del ebo compite con las malezas, lo que impide que estas proliferen. Sin embargo, el crecimiento rápido de la especie anual presenta una rápida senescencia lo que ocasiona el gran porcentaje de material muerto (Martínez *et al.*, 2014).

En el Cuadro 2 se observa la relación hoja:tallo (RHT) para las plantas de ebo y ballico de la parcela completa sin considerar el aporte de las malezas, en general existió una disminución de la RHT en el caso del ebo de 2.14 a 1.14, para el ballico de 2.44 a 0.59 y la parcela completa de 2.24 a 0.88 para los 38 a 150 DDS respectivamente. Sánchez *et al.* (2020) indican que la proteína cruda (PC) del ebo decrece conforme el ciclo finaliza, los rangos reportados de floración hasta casi madurez fisiológica fueron desde 32 hasta 14.4% de PC, lo que puede estar relacionado a la disminución en la RHT y el aumento de material muerto.

Cuadro 2. Relación hoja tallo de una parcela en asociación ballico perenne-ebo.

DDS	RHT Ebo	RHT ballico	RHT parcela
52	2.14 A	2.44 A	2.24 A
66	1.83 ABC	2.51 A	2.11 AB
80	2 AB	1.7 B	1.84 BC
94	1.64 BCD	1.44 B	1.52 D
108	1.5 CDE	1.64 B	1.57 CD
122	1.25 DE	0.88 C	1.06 E
150 1 ^{er} corte	1.14 E	0.59 C	0.88 EF
178 2 ^{do} corte	-	0.81 C	0.81 EF
206 3 ^{er} corte	-	0.84 C	0.84 EF
EEM	0.102	0.136	0.074

RTH= relación hoja tallo: EEM= error estándar de la media. Distintas literales en columna representan diferencia significativa con una $p < 0.05$.

Hubo mayor proporción de material muerto a partir de los 94 DDS con un valor 3%, proveniente en mayor porcentaje (72%) del ebo. Este resultado coincide con lo reportado por Sánchez *et al.* (2020), quienes encontraron que la mayor producción de biomasa del cultivo de ebo ocurrió en el día 103 con 20.49 t de materia fresca ha⁻¹ y posteriormente empieza a disminuir la cantidad de forraje verde por hectárea. Asimismo, Wilson *et al.* (2018), observaron una relación positiva del material muerto conforme se incrementó la edad de las plantas.

Conclusiones

En la asociación de ballico perenne (*Lolium multiflorum* L.) y ebo (*Vicia sativa* L.), aumentó el rendimiento de materia seca al primer corte sin afectar los rendimientos posteriores del cultivo perenne.

El primer corte de la asociación ballico perenne y ebo se debe realizar a los 136 días después de siembra, lo cual no afecta el rendimiento comparado con los 150, se obtiene menor proporción de material muerto (11.6 a 17.3%) y mayor relación hoja:tallo.

Literatura citada

- AOAC. 1980. Association of Official Analytical Chemists. Methods of analysis of the association of official analytical chemists. USA. Association of Official Analytical Chemists. 14th (Ed.). 125 p.
- Castro, H. H.; Dominguez, V. I.; Morales, A. E. y Huerta, B. M. 2017. Composición química, contenido mineral y digestibilidad *in vitro* de raigrás (*Lolium perenne*) según intervalo de corte y época de crecimiento. México. Rev. Mex. Cienc. Pec. 8(2):201-210.
- Castro, R. R.; Hernández, G. A.; Vaquera, H. H.; Hernández, G. J.; Quero, C. A. R.; Enríquez, Q. J. y Martínez, P. A. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. México. Rev. Fitotec. Mex. 35(1):87-95.
- Cueto, J. A.; Quiroga, H. M. y Becerra, C. T. 2003. Nitrógeno disponible y desarrollo del ballico anual. i. producción, calidad del forraje y acumulación de nitratos. México. Terra Latinoam. 21(2):285-295.
- Da Silva, C. y Hernández, A. 2010. Manejo de pastoreo en praderas tropicales. Forrajes y su impacto en el Trópico. México. Universidad Autónoma de Chiapas. 1^{ra}. (Ed.). 43-62 pp.
- Espinoza, M. F.; Nuñez, R. W.; Ortiz, G. I. y Choque, C. D. 2018. Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia sativa*) en condiciones de secano y gran altitud. Perú. Rev. Inv. Vet. 29(4):1237-1248.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. 4^a (Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 217 p.
- Martínez, R. A. y Leyva, G. A. 2014. La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. Cuba. Cultrop. 35(1):11-15.
- Mendoza, P. S. I.; Hernández, G. A.; Rojas, G. A. R.; Vaquera, H. H.; Ramírez, R. O. y Castro, R. R. 2018. Comportamiento productivo de pasto ballico perenne solo y asociado con pasto ovilla y trébol blanco. México. Rev. Mex. Cienc. Agric. 9(2):343-353.
- Moreno, M. A.; Hernández, G. A.; Vaquera, H. H.; Trejo, L. C.; Escalante, J. A.; Zaragoza, J. L. y Joaquín, B. M. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. México. Rev. Fitotec. Mex. 38(1):101-108.

- Pérez, B. M. T.; Hernández, G. A.; Pérez, J.; Herrera, H. J. G. y Bárcena, G. R. 2002. Respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne a diferentes alturas de corte. México. *Téc. Pec.* 40(3):251-263.
- Rojas, A. R.; Hernández, G. A.; Walter, A.; Mendoza, S. I.; Joaquín, C. S.; Vaquera, H. H y Santiago, M. A. 2016. Comportamiento productivo de praderas con distintas combinaciones de ovilla (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Argentina. *Rev. FCA UNCUYO.* 48(2):57-68.
- Sánchez, R. A.; Figueroa, J. J.; Rivera, J. S.; Reveles, H. M.; Gutiérrez, B. H. y Espinoza, C. A. 2020. Comportamiento productivo y valor nutricional de veza común (*Vicia sativa* L.) durante otoño-invierno en Zacatecas, México. México. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 11(1):294-303.
- Villalobos, L.; Arce, J. y Wing, Ch. R. 2013. Producción de biomasa y costos de producción de pastos estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. Costa Rica. *Agron. Costarricen.* 37(2):91-103.
- Velasco, Z. M. E.; Hernández, G. A. y González, H. V. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. México. *Téc. Pec. Méx.* 43(2):247-258.
- Wilson, C. Y.; López, N. E.; Ortega, M. E.; Ventura, J.; Villaseñor, H. E. y Hernández, A. 2018. Acumulación de forraje, composición morfológica e interceptación luminosa en dos variedades de avena. Venezuela. *Interciencia.* 43(9):630-636.