

EFECTO DE LA CANTIDAD DE NITRÓGENO Y SEMILLA SOBRE LA ALTURA, RENDIMIENTO Y COSTOS DE AVENA FORRAJERA

EFFECT OF THE AMOUNT OF NITROGEN AND SEED ON THE HEIGHT, YIELD AND COST OF FORAGE OAT

Jaime Jesús Solano Vergara^{1*}, Agustín Orihuela Trujillo², Virginio Aguirre Flores², Fernando Iván Flores Pérez², Reyes Vázquez Rosales²

¹Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 154 de Huitzilac, Morelos, México. Prolongación Benito Juárez s/n. CP 62510. Correo-e: jsolano_ver@hotmail.com

²Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. CP 62209, México.

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

La producción de avena forrajera en el estado de Morelos, México se caracteriza por presentar baja altura de plantas, escaso rendimiento y altos costos de producción; además, la asistencia técnica es escasa y el uso de algunos insumos es ilimitado. Lo cual condujo a evaluar tres dosis de fertilización nitrogenada (0, 60 y 120 kg/ha) y tres densidades de semilla (100, 200 y 300 kg/ha) de avena (*Avena sativa*). El experimento se estableció en mayo de 2011 y se utilizó un diseño en parcelas divididas en un arreglo completamente al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Las parcelas mayores se establecieron con base a la dosis de fertilización nitrogenada y las menores a la densidad de semilla. La

altura de la planta (AP) y rendimiento de forraje (RF) en materia seca fueron mayores ($P<0.05$) cuando se fertilizó, registrándose un promedio de 1.57 ± 0.05 m y 16028.2 ± 427 kg/ha, respectivamente. Los costos del fertilizante y semilla C(F+S) fueron 41 % inferiores cuando se empleó la combinación 60-100, en comparación con la combinación utilizada en el estado (120-300), la cual presentó un C(F+S) mayor de \$ 2513.50 pesos. Se concluye que la máxima AP y RF se obtienen empleando la dosis mínima de 60 kg de N/ha y cuando se combina con la densidad de siembra de 100 kg/ha, permiten que los C(F+S) sean los menores, lo cual contrasta con la combinación empleada en el estado de Morelos.

Palabras clave: *Avena sativa*, altura de planta, fertilización nitrogenada, densidad de semilla, costos.

ABSTRACT

Inefficiency, lack of technical support and waste of resources characterize oat forage production in Morelos State, Mexico. With this in mind, three nitrogen fertilization doses (0, 60 and 120 kg/ha) and three plantation densities (100, 200 and 300 kg/ha) of oat forage (*Avena sativa*) were evaluated in the present study. The experiment was established on May 2011. A split parcel design was used, under a complete random array, with nine treatments and four repetitions. Major parcels were established based on fertilization doses, while minor parcels corresponded to plantation densities. Plant height PH and dry matter production DMP were higher ($P < 0.05$) when fertilized, averaging 1.57 ± 0.05 m y 16028.2 ± 427 kg/ha, respectively. The costs of fertilizer and seed C(F+S) were below 41% with combination 60-100, compared with the combination used in Morelos state (120-300), which showed a C(F+S) more than \$ 2513.5 pesos. We conclude that the maximum PH and DMP are obtained using the lowest dose of 60 kg N/ha and when combined with density of 100 kg/ha, allow C(F+S) are the minors, this contrasts with the combination employed in Morelos state.

Keywords: *Avena sativa*, plant height, nitrogen fertilization, seed density, cost.

INTRODUCCIÓN

La avena (*Avena sativa*) ocupa el quinto lugar en la producción mundial de cereales, siendo el de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte. México se encuentra en el vigésimo segundo lugar con 90,000 toneladas producidas en promedio al año (ASERCA, 2002).

Los cereales dependen del suministro de nitrógeno para acelerar el crecimiento de la planta hasta la formación de la semilla (Rebetzke et al., 2004; Peltonen et al., 2006; Bolletta et al., 2007).

La avena extrae del suelo 37 % del nitrógeno para completar su ciclo de desarrollo (Zhang et al., 2006), por lo que se requiere aplicar para que la planta alcance su máximo crecimiento (Ciampitti y García, 2007) y así logre obtenerse la mayor producción de forraje de este cereal (Fontanetto et al., 2008).

La producción de avena forrajera por hectárea depende también de la densidad de semilla empleada (Anderson y McLean, 1989; Bolletta et al., 2002).

En Sudamérica, la recomendación fluctúa entre 40 y 80 kg de nitrógeno y entre 140 a 200 kg de semilla por hectárea (Beratto, 2006). En México, la producción de avena forrajera se lleva a cabo tanto en sistemas intensivos como en sistemas tradicionales, en este último la producción es ineficiente, sin asistencia técnica y uso ilimitado de algunos insumos (Macedo et al., 2003) como los fertilizantes y la semilla, de los cuales se desconocen las combinaciones más adecuadas para el estado de Morelos y los beneficios que aportan al utilizarse en mayores cantidades.

El objetivo del estudio consistió en determinar la mejor combinación de dosis de nitrógeno y densidad de siembra a través de un ensayo de campo en la localidad de Huitzilac para mejorar la altura de planta y el rendimiento de materia seca, así como para reducir los costos de fertilización y de semilla de avena forrajera (*Avena sativa*) en el norte de Morelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó al inicio del temporal en mayo de 2011, en la región productora de avena forrajera del estado de Morelos, ubicada en el municipio de Huitzilac, entre el paralelo $19^{\circ}00'00''$ y $19^{\circ}07'20''$ de latitud norte y entre $99^{\circ}10'20''$ y $99^{\circ}20'00''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y se encuentra a una altitud de 2550 msnm.

El clima es templado subhúmedo con invierno definido C (w₂) (w) b (i'), registra una temperatura media anual de 11.8° C, con temperatura del mes más frío entre -3 y 18° C y del mes más caliente entre 6.5 y 22° C, con verano fresco y largo (García, 1984). La precipitación anual fue de 1536.9 mm en el ciclo (de mayo a octubre) de producción de la avena.

El área de estudio se ubica al norte de la cabecera municipal con una fisiografía de sierra, la geología es ígnea extrucciona básica y el suelo es del tipo andosol (INEGI, 2004), con pH 5.5, 3 % de M. O., traza de N, 9 ppm de P y 1.7 % de C.

El experimento se llevó a cabo de acuerdo al sistema imperante en la zona, en el cual las labores son realizadas con mano de obra familiar, sin asistencia técnica, ineficiencia y atraso en uso de semillas mejoradas y el destino del producto es principalmente al autoconsumo de su ganado.

Las labores culturales se realizaron de forma mecanizada, iniciando con el barbecho en marzo y la siembra en mayo al inicio de las lluvias (sin rastreo antes de la siembra), esparciendo la semilla, la mitad del nitrógeno y todo el fósforo a voleo y tapados con un paso de rastra. La semilla utilizada fue de la variedad Saia y como fertilizantes la urea (46 % de N) y superfosfato de calcio triple (46 % P₂O₅) a razón de 40 kg de P/ha. La otra mitad del nitrógeno se aplicó cuando la planta presentó una altura promedio de 20 cm. Una vez establecido el cultivo se realizaron dos deshierbes manuales, uno en julio y otro en agosto para controlar el chicalote (*Argemone* spp) de la familia Papaveracea, que es la maleza más abundante de la región.

El diseño experimental empleado fue en parcelas divididas con arreglo completamente al azar (Rodríguez, 1991) con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Las parcelas mayores se establecieron con base a la dosis de

fertilización nitrogenada (0, 60 y 120 kg/ha) y las menores a la densidad de siembra (100, 200 y 300 kg/ha). Como referencia, en la región se emplean 120 kg de N y 300 kg de semilla/ha.

La dimensión de la parcela mayor fue de 120 m² (12 x 10 m) y de la menor de 40 m² (10 x 4 m). El tamaño de la parcela experimental fue de 1440 m² (36 x 40 m) y se incluyeron pasillos de un metro entre las repeticiones.

La cosecha se realizó el 10 de octubre, cuando la planta finalizó su ciclo de crecimiento y madurez de la semilla, determinando en cada parcela menor la altura de 10 plantas (AP) al azar y el rendimiento de forraje (RF) se obtuvo cortando a ras de suelo un metro de ancho a lo largo de los cuatro metros de la parcela en su parte central, con el propósito de eliminar el efecto de orilla. El peso seco se obtuvo después de exponer las submuestras de 500 g en un horno secador a una temperatura de 60 °C durante 48 horas.

Se estableció el costo del fertilizante nitrogenado (CF) en \$ 7.00/kg y de la semilla (CS) en \$ 8.00/kg y así fueron considerados para determinar la combinación más productiva y económica C(F+S).

Los datos obtenidos, se sometieron a un análisis de varianza y a una comparación de medias de tratamientos, utilizando la prueba de Tukey (p<0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra que la AP varió (p<0.05) entre las dosis de nitrógeno, presentando una altura mayor con las dosis de 60 y 120 kg de N /ha (1.57 y 1.58 m) y menor con la dosis de 0 kg de N/ha (0.40 m), lo cual equivale a una diferencia de 75 % en la altura. En cambio, no se observaron

diferencias ($P>0.05$) en la AP entre las densidades de siembra.

Un comportamiento similar al anterior se observó en el RF, donde los valores mayores ($P<0.05$) se presentaron con las dosis de 60 y 120 kg N/ha y menor con la dosis de 0 kg de N/ha, correspondiendo a una diferencia de 74 %. En cambio, no se observaron diferencias ($P>0.5$) en el RF por efecto de las densidades de siembra.

Los CF de la dosis 120 kg de N/ha (\$ 1826.30 pesos), correspondieron al doble del de 60 kg de N/ha, mientras que el CS tuvo un valor de 800, 1600 y 2400 pesos para las densidades 100, 200 y 300 kg/ha, respectivamente. Los valores del C(F+S), mostraron que la combinación 120-300, fue la que presentó los máximos valores de RF, pero con costos mayores (\$ 4226.30 pesos), encontrándose que la interacción 60-100 fue significativa ($P<0.05$), obteniendo los valores mayores para AP y RF (Figura 1), por lo que se consideró la mejor opción de RF con 15 196.60 kg de ms/ha y de C(F+S) con \$ 1712.80 pesos, obteniendo una diferencia de \$ 2513.50 pesos de ahorro con respecto a la combinación 120-300, lo cual representa 41 % menos.

En el presente estudio, las combinaciones con fertilizante registraron

una AP similar de 1.50 m, la cual se considera óptima cuando la avena se somete a un sólo corte (SEP, 1983).

El promedio de altura registrada sugiere que la competencia entre plantas al utilizar tanto densidades menores como mayores fue similar. Aunque, con densidades mayores se esperaba una competencia más intensa y por lo tanto una altura menor, lo que conlleva a determinar que las densidades utilizadas no fueron extremas, por no encontrarse una diferencia del promedio registrado en todas las combinaciones. La competencia entre plantas de gramíneas provoca que el tamaño y peso de las plantas disminuya conforme aumenta el número de plantas (Lozano *et al.*, 2002), situación que no coincidió con los resultados del presente estudio, cuando se consideró sólo la densidad de siembra.

La combinación 60-100, fue la que empleo la dosis de fertilización y densidad de semilla menor, esto nos sugiere que al disponer la avena de la humedad suficiente y de la fertilización mínima, tuvieron la posibilidad de potencializar su crecimiento, esto coincide con las recomendaciones técnicas para la avena, al utilizar sólo entre 40 y 60 kg de nitrógeno y 120 a 160 kg de semilla por hectárea (ASERCA, 2002).

Cuadro 1. Altura de la planta, rendimiento de forraje y costos de fertilizante y semilla con diferentes dosis de nitrógeno y densidades de siembra en avena forrajera.

Dosis de N (kg/ha)	Densidad de siembra			Densidad de siembra (kg/ha)	Densidad de siembra			
	AP (m)	RF (kg/ha)	CF (\$)		AP (m)	RF (kg/ha)	CS (\$)	C(F+S) (\$)
0	0.40 b*	4201.8 b	0	100	1.17 a	11660.1 a	800	800
60	1.57 a	15725.8 a	912	200	1.21 a	12015.7 a	1600	2512.8
120	1.58 a	16330.6 a	1826	300	1.16 a	12582.4 a	2400	4226.3

*Literales distintas en columnas, indican diferencia significativa ($P<0.05$). AP=altura de la planta; RF=rendimiento de forraje en materia seca; CF=costos de fertilizante; CS= costos de semilla; C(F+S)=costos de fertilizante más semilla. \$ 7.00 pesos/kg de fertilizante; \$ 8.00 pesos/kg de semilla.

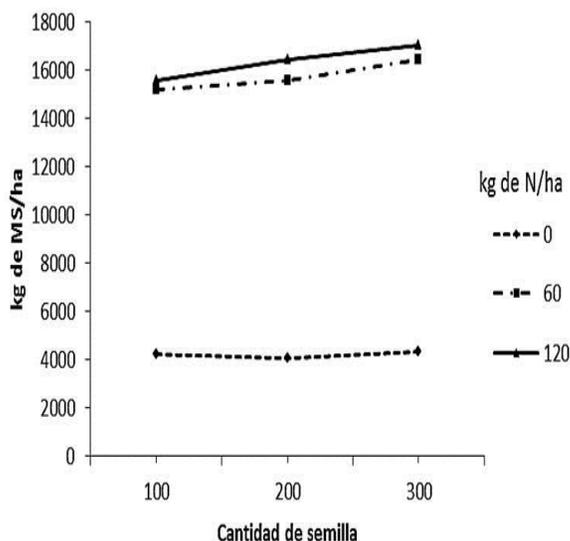


Figura 1. Rendimiento de forraje de avena (*Avena sativa*), con tres dosis de nitrógeno y tres densidades de siembra.

Por lo tanto, la avena forrajera no incrementó su producción al recibir mayor cantidad de fertilizante y de semilla, lo cual sugiere que aún conserva cierto grado de rusticidad y que su potencial de producción se manifiesta con cantidades bajas de ambos insumos, aunque ha sido modificada genéticamente para ser considerada una de las principales especies forrajeras de corte (FIRA, 1986).

La altura promedio de la variedad Saia, cuando se realizan dos cortes en un ciclo es de 74 y 35 cm en el primero y segundo respectivamente (Flores, 1987), lo cual denota una menor altura con la encontrada en el presente estudio donde sólo se realizó un corte.

De acuerdo, a que el RF de materia seca fue similar en todas las combinaciones que fueron fertilizadas, sugiere que la dosis de fertilización y la densidad de semilla más bajas son suficientes para que la avena muestre su potencial de producción para forraje cuando se siembra a finales de la primavera y principios de verano, momento que el temporal inicia en la región norte montañosa de Morelos.

El RF de todas las combinaciones fertilizadas del presente estudio fueron superiores a las 11 ton/ha que registraron en el área de influencia de la ciudad de Pachuca (Espitia *et al.*, 2003), utilizando la combinación 40-140 de fertilizante y semilla respectivamente, aunque no son las mismas condiciones, estas se toman como referencia, porque en el estado de Morelos no existen estudios de fertilización en avena.

El rendimiento de forraje puede variar de acuerdo a la época del año, de tal manera que la siembra realizada en otoño requiere más fertilizante y semilla que cuando se realiza en primavera o principios de verano (Crofts, 1986), sin embargo en la región de Huitzilac no se puede evaluar el cultivo en el ciclo otoño-invierno, debido a que no se dispone de riego.

La avena puede soportar inviernos severos (Flores, 1987), por lo que se desconoce cómo se comportaría productivamente en el estado.

Cuando la avena se siembra con riego se puede emplear dosis de fertilización nitrogenada a razón de 180 kg/ha, lo cual favorece una producción mayor (Blunt y Fisher, 1996), debido a que el nitrógeno influye positivamente en la producción de materia seca en las gramíneas (Teitzet *et al.*, 1991), por tener una alta capacidad para absorberlo (Whitehead, 1990) y en especies mejoradas como la avena (Whyte *et al.*, 1999) que presentan un rápido establecimiento, desarrollo y altos rendimientos aún puede ser mayor (FIRA, 1986; Spurway *et al.*, 1994), lo cual no coincidió con los resultados encontrados en el presente estudio, en donde la dosis de 120 kg de N/ha ya no obtuvo más RF en condiciones de temporal.

De acuerdo a las condiciones del sitio donde se realizó el experimento y considerando que en la región se emplea la combinación 120-300, los resultados de C(F+S) son elevados, por lo que se sugiere emplear la dosis menor de la combinación de

fertilización y semilla, ya que esta es capaz de obtener un RF elevado al aprovechar eficientemente el nitrógeno.

Los sistemas de producción de forraje de la avena están supeditados al propósito del cultivar, es por eso que cuando se somete al menos a dos cortes se recomienda aplicar 100 kg de nitrógeno por hectárea (FIRA, 1986), o cuando se pastorea en forma rotacional, tres veces, se recomienda aplicar 180 kg/ha (Archer y Swain, 1987), en ambos casos la fertilización empleada es mayor que cuando se pretende obtener producción de un sólo corte, en donde una dosis entre 40 a 60 kg/ha es suficiente (Fontanetto *et al.*, 2008), lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio.

La dosis de fertilización empleada en la región norte del estado de Morelos, sugiere que se excede la capacidad de asimilación de nitrógeno por la avena, por lo cual no se aprovecha y se convierte en pérdidas (Peña *et al.*, 2002), aunado a que no incide en la producción y tienen un efecto negativo en los costos del cultivo (Lozano *et al.*, 2002).

En el presente estudio sólo se dió un corte y cuando se aplicó la dosis de 60 kg/ha de nitrógeno, se obtuvo un rendimiento similar al registrado en el estado de Morelos, empleando lo doble de nitrógeno y triple de semilla.

Una densidad de 200 kg/ha de semilla de avena, se recomienda cuando la siembra se lleva a cabo en primavera en condiciones de riego (Crofts, 1986). En cambio, cuando se establece en primavera en condiciones de temporal, hasta 140 kg/ha de semilla es suficiente para obtener un rendimiento óptimo de forraje (Southwood *et al.*, 1994; ASERCA, 2002; Alarcón, 2007). En el presente estudio, la producción máxima de forraje también se obtuvo con 100 kg/ha de semilla, lo cual contrasta con los 300 kg/ha que utilizan los productores del estado de Morelos.

La avena forrajera obtiene su máxima producción sembrándola en primavera, independientemente de que el cultivo sea de

riego o temporal, ya que las condiciones climáticas le favorecen para que al llegar a la cosecha en otoño su desarrollo sea máximo (Contreras y Albrecht, 2006; García, 2007). En cambio, cuando la siembra es en otoño, las plantas no desarrollan igual por efecto de las temperaturas bajas de invierno, aunque presentan resistencia a esas condiciones (Beech y Norman, 1986).

En México el cultivo de avena forrajera se realiza principalmente en condiciones de temporal en el ciclo primavera-verano (Amado y Ortiz, 2001).

Cuando la avena se siembra a densidades bajas, sus semillas pueden acelerar la emergencia de las plántulas y a su vez estas son favorecidas para desarrollarse más rápido, puesto que su competencia es menor en espacio, nutrientes y captación de luz (Peltonen *et al.*, 2006), y así amacollar y tener tallos con más inflorescencias, lo cual se sugiere como práctica recomendada debido a que normalmente se corta una vez (SEP, 1983). En el presente estudio, las densidades de semilla empleadas no permitieron que la población de plantas fuera reducida para que mostrara ese comportamiento vegetativo.

En los costos del cultivo se consideran que los insumos combinados del fertilizante y semilla son de los más importantes en el cultivo de cereales (SEP, 1980), encontrándose un ahorro económico cuando se emplearon la dosis de fertilización y densidad de semilla menores, lo cual contrasta con el método empleado por los productores del estado de Morelos.

CONCLUSIONES

Se concluye que la máxima altura de la planta y rendimiento de forraje se obtienen empleando la dosis mínima de 60 kg de N/ha y cuando se combina con la densidad de siembra de 100 kg/ha, permiten que los costos sean los menores. Lo cual contrasta con la combinación empleada por los productores del estado.

LITERATURA CITADA

1. Alarcón, Z. B. 2007. Producción de forraje verde para ganado bovino en invierno. Fundación Produce estado de México. A. C. Instituto de investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del estado de México. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.
2. Amado, A. J. P. y Ortíz, F. P. 2001. Consecuencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de avena irrigada con agua residual. *Terra Latinoam.* 19: 175-182.
3. Anderson, W. K. and McLean, R. 1989. Increased responsiveness of short oat cultivars to early sowing, nitrogen fertilizer and seed rate. *Australian J Agric Res.* 40: 729-744.
4. Archer, K. A. and Swain, F. G. 1987. Evaluation of oat forage for finishing prime lambs on the Northern Tablelands, New South Wales. *Australian J Exp Agric and Anim Husb.* 17: 385-392.
5. ASERCA. 2002. Producción mundial de granos. Secretaria de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Ficha técnica no. 6. 1-16.
6. Beech, O. F. and Norman, M. J. T. 1986. The effect of time of planting on attributes of oat varieties in the Ord River Valley. *Australian J Exp Agric and Anim Husb.* 6: 250-254.
7. Beratto, M. E. 2006. Cultivo de la avena en Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. No. 19. Chile. 297 p.
8. Blunt, C. G. and Fisher, M. J. 1996. Production and utilization of oats as forage for cattle in the Ord River Valley, Western Australia. *Australian J Exp Agric and Anim Husb.* 16: 88-93.
9. Bolletta, A., Venanzi, S. y Krüger, H. 2002. Respuestas de un cultivo de avena en siembra directa a la fertilización química y biológica en un ambiente marginal. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 1-10.
10. Bolletta, A., Lagrange, S., Tulesi, M. y Dupouy, M. 2007. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y calidad en *Avena sativa*. XXX Congreso Argentino de Producción Animal. Santiago del Estero. 1-2.
11. Ciampitti, I. A. y García, F. O. 2007. Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, Oleaginosas e Industriales. *Inf Agron.* 33.
12. Contreras, G. F. E. and Albrecht, K. A. 2006. Forage production and nutritive value of oat in autumn and early summer. *Crop Sci.* 46: 2382-2386.
13. Crofts, F. C. 1986. The effect of seeding rate and nitrogen fertilizer on the winter production of irrigated sod-sown oats at Badgery's Creek. *Australian J Exp Agric and Anim Husb.* 6: 42-47.
14. Espitia, R. E., Villaseñor, H. E. y Limón, O. A. 2003. Tecnología de producción de avena forrajera. Campo experimental Pachuca. INIFAP. No. 3. 1-2.
15. FIRA. 1986. Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. Serie ganadería. Forrajes. Banco de México. México. 256 p.
16. Flores, J. A. M. 1987. Manual de la alimentación animal. Volumen 2. Ediciones Ciencia y Técnica. Limusa. 3ª reimpresión. 518 p.

17. Fontanetto, H., Keller, O., García, F. y Ciampitti, I. 2008. Fertilización nitrogenada en avena. *Informaciones Agronómicas*. 38: 25-26.
18. García, E. 1984. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.
19. García, A. A. 2007. Manual de producción y paquete tecnológico de avena (*Avena sativa*). Secretaría de Desarrollo Rural. Gobierno del estado de Puebla. 1-15.
20. INEGI. 2004. Anuario estadístico. Morelos. Gobierno del estado de Morelos. 552 p.
21. Lozano, R. A. J., Rodríguez, H. S. A., Díaz, S. H., Fuentes, R. J. M., Fernández, B. J. M., Narváez, M. J. M. F. y Zamora, V.V. M. 2002. Producción de forraje y calidad nutritiva en mezclas de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) y ballico anual (*Lolium multiflorum* L.) en Navidad N. L. *Téc Pecu.* 40: 17-35.
22. Macedo, R., Galina, M. A., Zorrilla, J. M., Palma, J. M. y Pérez, G. J. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. *Arch de Zoot.* 52 (200): 463-474.
23. Peltonen, S.P., Kontturi, M. and Peltonen, J. 2006. Phosphorus seed coating enhancement on early growth and yield components in oat. *Agron J.* 98: 206-211.
24. Peña, C. J. J., Grageda, C. O. A. y Vera, N. J. A. 2002. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: Uso de las técnicas isotópicas (^{15}N). *Terra Latinoam.* 20: 51-56.
25. Rebetzke, G. J., Botwright, T. L., Moore, C. S., Richards, R. A., Condon, A. G. 2004. Genotypic variation in specific leaf area for genetic improvement of early vigour in wheat. *Field Crops Res.* 88: 179-189.
26. Rodríguez, D. A. J. M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México. 208 p.
27. SEP. 1980. Guía de planeación y control de las actividades agrícolas. Fondo de Cultura Económica. México. 187 p.
28. SEP. 1983. Cultivos forrajeros. Manuales para la educación agropecuaria. Trillas. México. 80 p.
29. Southwood, O. R., Mengersen, F. and Milham, P. J. 1994. Response of oats to seeding rate and nitrogen in the southern wheat belt of New South Wales. *Australian J Exp Agric and Anim Husb.* 14: 231-236.
30. Spurway, R. A., Wheeler, J. L. and Hedges, D. A. 1994. Forage and sheep production from oats, rape and vetch sown in autumn with or without nitrogen fertilizer. *Australian J Exp Agric and Anim Husb.* 14: 619-628.
31. Teitzet, J., Gilbert, M. and Cowan, R. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. 6. Nitrogen fertilized grass pasture. *Trop Grassland.* 25: 111-118.
32. Whitehead, D. C. 1990. The role of nitrogen in grassland productivity. Commonwealth Agricultural Bureaux. Berkshire, England. 202 p.
33. Whyte, R. O., Moir, T. R. G. y Cooper, J. P. 1999. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Roma, Italia. 464 p.
34. Zhang, M., Gavlak, R., Mitchell, A. and Sparrow, S. 2006. Solid and liquid cattle manure application in a subarctic soil: Bromegrass and oat production and soil properties. *Agron J.* 98: 1551-1558.