

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DENSIDAD DE SEMILLA EN LA PRODUCCIÓN Y COSTOS DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa*) EN UN SISTEMA TRADICIONAL

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

El objetivo del estudio consistió en evaluar la dosis de fertilización nitrogenada y densidad de semilla empleada en un sistema tradicional, en la producción y costos de avena forrajera. Las labores culturales se realizaron de acuerdo a los métodos imperantes en la región de Huitzilac Morelos, el barbecho en marzo y la siembra en mayo al inicio de las lluvias, se empleó semilla de la variedad Saia y urea y superfosfato de calcio triple como fertilizantes. La cosecha se llevó a cabo en octubre. Se empleó un diseño en parcelas divididas en arreglo completamente al azar con 12 tratamientos y cuatro repeticiones, las parcelas principales se establecieron con base a la dosis de fertilización nitrogenada (A): $a_1= 40-40-00$, $a_2= 80-40-00$ y $a_3= 120-40-00$ kg/ha. Las subparcelas se fijaron de acuerdo a la densidad de semilla (B): $b_1= 140$, $b_2= 200$, $b_3= 260$ y $b_4= 300$

kg/ha. La altura de la planta (1.49 ± 0.07 a 1.58 ± 0.03 m) y la producción de materia seca (14425.1 ± 2276.3 a 16836.7 ± 1279.6 kg/ha) fueron similares ($P > 0.05$) entre los 12 tratamientos. Los costos de fertilización y de semilla por hectárea fueron menores en \$ 1561.1 pesos (53%) en el tratamiento uno con la dosis de fertilización y densidad de semilla más bajas ($40-40-00$ y 140 kg/ha), en comparación con el tratamiento 12 ($120-40-00$ y 300 kg/ha) que es el que se utiliza como sistema tradicional y fue el que registró el costo más elevado (\$ 2942.9). La mayor producción se obtiene empleando la combinación de la dosis menor de fertilización nitrogenada y densidad de semilla y así disminuir costos.

Palabras clave: *Avena forrajera, producción, fertilización nitrogenada, densidad de semilla, costos.*

ABSTRACT

The purpose of the present work was to evaluate the cost, dose of nitrogen fertilization and seed density used under a traditional system in the production of y the production and costs of forage oat. Cultural labors were conducted according to the methods used in the region of Huitzilac Morelos, land preparation in march and seed was deposited in may at the beginning of the raining season. The seed used was Saia variety while urea and triple super phosphate were used as fertilizers. Crop took place in October. A split parcel design was used in a complete randomized design with 12 treatments and four repetitions. Main parcels were established based on the nitrogen fertilization doses (A): $a_1= 40-40-00$, $a_2= 80-40-00$ and $a_3= 120-40-00$ kg/ha. Sub parcels were fixed according to seed density (B): $b_1= 140$, $b_2= 200$, $b_3= 260$ and $b_4= 300$ kg/ha. High of the plant (1.49 ± 0.07 a 1.58 ± 0.03 m) and dry matter production (14425.1 ± 2276.3 a 16836.7 ± 1279.6 kg/ha) were similar ($P > 0.05$) among treatments. Fertilization and seed costs per hectare cheaper in 1561.1 pesos (53%) in treatment one with the lowest seed density and fertilization level (40-40-00 y 140 kg/ha), in comparison with treatment 12 (120-40-00 y 300 kg/ha) which is the one used as traditional system and that registered the highest price (\$ 2942.9). Highest production was obtained using the minor dose of nitrogen fertilization and seed density combination, leading to a cost reduction.

Key words: Forage oat, production, nitrogen fertilization, seed density, costs.

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 tiene una extracción de 37% de nitrógeno (Zhang *et al.*, 2006), lo cual implica que si el cultivo tiene deficiencias, puede ser un factor determinante en su desarrollo (Ciampitti y García, 2007). Es por eso, que la dosis de nitrógeno empleada juega un papel importante en la producción de forraje de este cereal (Fontanetto *et al.*, 2008). La producción de avena forrajera por hectárea depende de la densidad de semilla empleada en la siembra, el no emplear la cantidad adecuada puede afectar su rendimiento (Bolletta *et al.*, 2002; Anderson y McLean, 1989).

Las recomendaciones técnicas fluctúan entre 40 y 80 Kg de nitrógeno y entre 140 a 200 Kg de semilla por hectárea (Beratto, 2006). Sin embargo, es común que en los sistemas tradicionales no se usen las recomendaciones técnicas para el cultivo, por lo que utilizan dosis de fertilización y densidades de semilla superiores a los 100 y 250 Kg de nitrógeno y semilla por hectárea respectivamente, desconociéndose los beneficios de utilizar mayores cantidades en la producción y costos de cultivo.

El objetivo del estudio consistió en evaluar si la dosis de fertilización nitrogenada y densidad de semilla empleada en un sistema tradicional presenta ventajas en la producción y costos de avena forrajera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la región productora de avena forrajera del municipio de Huitzilac, que se localiza en el ángulo nor-occidental del estado de Morelos, México entre el paralelo 19°00'00''

y 19°07'20'' de latitud norte y entre 99°10'20'' y 99°20'00'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y se encuentra a una altitud de 2550 msnm.

El área de estudio se ubica al norte de la cabecera municipal con una fisiografía de sierra, la geología es ígnea extruciva básica, el suelo es andosol y la vegetación natural fragmentada es de pino encino (INEGI, 2004). El clima es templado subhúmedo con invierno definido $C(w_2)(w)b(i')$, 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 2008.

Las labores culturales se realizaron de forma mecanizada de acuerdo al sistema tradicional imperante de la zona, iniciando con el barbecho en marzo. La siembra se llevó a cabo en mayo al inicio de las lluvias, utilizando la variedad Saia y la urea ($CO(NH_2)_2$) con 46% de nitrógeno y superfosfato de calcio triple (P_2O_5) con 46% de fósforo como fertilizantes, los cuales se esparcieron a voleo y fueron tapados con rastra de discos en ese momento. 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 mas abundante de la región. La cosecha se llevó a cabo en octubre cortando la avena con guadaña e inmediatamente se amogotó y después de 20 días se procesó para su comercialización en pacas de 16 kg de peso en promedio.

Para el análisis de los datos se empleó un diseño en parcelas divididas en arreglo completamente al azar (Rodríguez, 1991) con 12 tratamientos y cuatro repeticiones, las parcelas principales se fijaron con base a la dosis de fertilización nitrogenada (A): $a_1= 40-40-00$, $a_2= 80-40-00$ y $a_3= 120-40-00$ kg/ha. Las subparcelas se fijaron de acuerdo a la densidad de siembra

(B): $b_1= 140$, $b_2= 200$, $b_3= 260$ y $b_4= 300$ Kg/ha.

La dimensión de la parcela principal fue de 160 m² (16 x 10 m) y de la subparcela de 40 m² (10 x 4 m). El tamaño de la parcela experimental fue de 1920 m² (48 x 40 m) y se incluyeron pasillos de un metro entre las repeticiones (Figura 1). La altura de 10 plantas se registró utilizando un longímetro y la producción de forraje se determinó dos veces con un cuadrante metálico de 0.31 m² (56 x 56 cm) cortando el forraje a ras del suelo al azar en cada subparcela. El peso seco se obtuvo después de exponer las muestras en un horno secador a una temperatura de 60° C durante 48 horas. La altura y la producción se determinaron un día antes de la cosecha, la cual se llevó a cabo en octubre.

Los costos del cultivo se calcularon para determinar cual dosis de fertilización y densidad de siembra fueron las más económicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis realizados no se encontró interacción entre dosis de fertilización con la densidad de semilla para las variables altura y producción. Además, la altura de la planta y la producción de materia seca por hectárea fueron similares ($P > 0.05$) entre los 12 tratamientos. En cambio, los costos de fertilización y de semilla fueron menores en \$ 1561.10 pesos, equivalente a 53% menos cuando se empleó la dosis de fertilización y densidad de semilla más bajas (t_1), en comparación con el tratamiento 12, que es el que se utiliza como sistema tradicional y fue el que registró el costo más elevado (\$ 2942.90 pesos) (Cuadro 1).

En el presente estudio todos los tratamientos registraron una altura promedio similar de 150 cm, la cual se considera óptima cuando la avena se somete a un sólo corte (SEP, 1983).

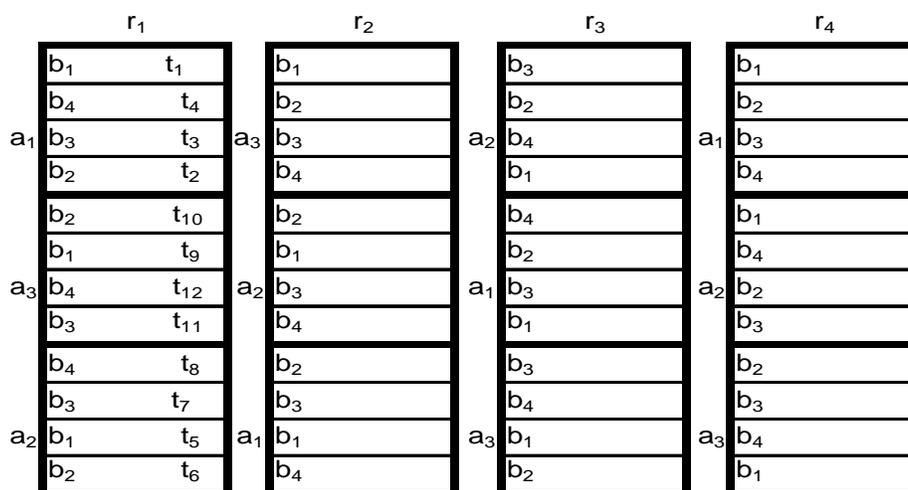


Figura 1. Diseño de parcelas divididas en arreglo completamente al azar con 12 tratamientos y cuatro repeticiones. Parcela principal: dosis de fertilización nitrogenada (A): a₁= 40-40-00, a₂= 80-40-00 y a₃ = 120- 40-00. Subparcela: kg de semilla/ha (B): b₁ = 140, b₂ = 200, b₃ = 260 y b₄ = 300

Cuadro 1. Valores promedio (±) de altura y producción de avena forrajera y costo del fertilizante y semilla.

Tratamiento	Altura de la planta (cm)*	Producción de materia seca (kg/ha)*	Costo (fertilizante+semilla) (\$/ha)
1 (a ₁ b ₁)	1.56± 0.04	16222.9± 2191.7	1381.8
2 (a ₁ b ₂)	1.49± 0.07	14425.1± 2276.3	1669.8
3 (a ₁ b ₃)	1.51± 0.09	15952.8± 3332.4	1957.8
4 (a ₁ b ₄)	1.50± 0.05	16078.9± 3015.6	2149.7
5 (a ₂ b ₁)	1.56± 0.12	14688.1± 3553.1	1778.1
6 (a ₂ b ₂)	1.58± 0.13	15038.9± 2352.1	2066.3
7 (a ₂ b ₃)	1.56± 0.09	15872.1± 4139.5	2354.3
8 (a ₂ b ₄)	1.55± 0.07	15985.7± 2853.5	2546.3
9 (a ₃ b ₁)	1.57± 0.08	16397.2± 2133.8	2174.8
10 (a ₃ b ₂)	1.55± 0.12	16281.4± 2293.4	2462.8
11 (a ₃ b ₃)	1.56± 0.10	16162.8± 1625.4	2750.8
12 (a ₃ b ₄)	1.54± 0.12	16836.7± 1279.6	2942.9

* = no significativo (P>0.05).

El tratamiento 12 se utiliza en el sistema tradicional.

La altura máxima registrada sugiere que hubo competencia entre plantas al utilizar densidades menores, porque no presentó una altura mayor que cuando se emplearon densidades altas. Así, como tampoco sucedió que la altura de la planta fuera menor con la utilización de densidades mayores por encontrarse en una competencia entre plantas más intensa. En ambos casos las densidades utilizadas no fueron extremas, al no permitir mayor o menor altura al 1.5 m de crecimiento de las plantas. Sin embargo, la competencia entre plantas en las gramíneas provoca que el tamaño y peso de las plantas disminuya conforme aumenta el número de plantas, reduciendo el rendimiento (Lozano *et al.*, 2002).

Por otra parte, la precipitación registrada durante el periodo experimental sugiere, que al tener el cultivo forrajero la humedad suficiente y disponer de la fertilización mínima necesaria, permitió que las plantas tuvieran mayores posibilidades de potencializar su crecimiento, lo cual coincide con lo encontrado por ASERCA (2002), utilizando dosis de fertilización entre 40 a 60 kg de nitrógeno y 140 a 160 kg de semilla por hectárea. Por lo tanto, la avena no incrementó su producción al recibir mayor cantidad de fertilizante y de semilla, lo cual sugiere que aún conserva cierto grado de rusticidad, aunque es considerada una de las principales especies forrajeras de corte (FIRA, 1986).

La altura promedio de la variedad Saia cuando se realizan dos cortes en el 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 solo se realizó un corte.

La producción de materia seca presentó el mismo comportamiento en todos los tratamientos, por lo 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, en el momento que el temporal inicia en las condiciones montañosas de Huitzilac Morelos. La producción de forraje de todos los tratamientos del presente estudio fueron superiores a las 11 ton/ha que registraron Espitia *et al.* (2003) en Pachuca, en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), utilizando la dosis de fertilización 40-40-00 y la densidad de semilla 140 kg/ha. Sin embargo, la producción 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, 1966).

La avena forrajera es considerada ideal para cultivarse en zonas frías y templadas frías, pero en la región de Huitzilac no se puede evaluar el cultivo en el ciclo otoño-invierno, debido a que no se dispone de riego y que de acuerdo con Flores (1987), la avena no soporta inviernos severos, por lo que se desconoce como se comportaría productivamente.

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, 1976).

La dosis de 120 kg/ha de nitrógeno empleando 300 kg/ha de semilla es la combinación que emplean en la región los productores de manera tradicional, y se considera elevada de acuerdo a los resultados de producción encontrados en el presente estudio. Sin embargo, aunque la fertilización nitrogenada influye positivamente en la producción de materia seca en las gramíneas (Teitzet *et al.*, 1991), debido a que tienen una alta capacidad para absorberlo (Whitehead, 1970) y en especies seleccionadas como la avena (Whyte *et al.*, 1959) que presentan un rápido establecimiento, desarrollo y altos rendimientos aún puede ser mayor

(Spurway *et al.*, 1974; FIRA, 1986), la respuesta encontrada en las condiciones del sitio donde se realizó el presente experimento y con el sistema tradicional de producción, sugiere que con una dosis y densidad baja de fertilización y semilla se puede obtener una alta eficiencia de aprovechamiento del 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), ó cuando se pastoreo en forma rotacional tres veces se recomienda aplicar 180 Kg/ha (Archer y Swain, 1977), 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 50 Kg/ha es suficiente (Fontanetto *et al.*, 2008), lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio.

La dosis de fertilización empleada en el sistema tradicional sugiere que se excede la capacidad de asimilación de 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 dio un corte y cuando se aplicó la dosis de 40 Kg/ha de nitrógeno, se obtuvo un rendimiento similar al registrado en el sistema tradicional para la región de Huitzilac Morelos.

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, 1966). 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.*, 1974; ASERCA, 2002; Alarcón, 2007). En el presente estudio, la producción de forraje se obtuvo con 140

Kg/ha de semilla, lo cual contrasta con los 300 Kg/ha que utilizan los productores de la región de Huitzilac Morelos.

La máxima producción de avena forrajera se obtiene 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 (Beech y Norman, 1966). En México el cultivo de avena forrajera se realiza principalmente en condiciones de temporal en el ciclo primavera-verano (Amado y Ortíz, 2001).

La avena como gramínea cuando 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 empleadas presentan cantidades de semilla que no permiten que la población de plantas fuera reducida para que mostrara ese comportamiento vegetativo.

En los costos del fertilizante y semilla se encontró un ahorro económico en el tratamiento donde se emplearon la dosis de fertilización y densidad de semilla menores, lo cual contrasta con el método tradicional empleado por los productores de la zona de influencia de Huitzilac Morelos.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se puede concluir que en las condiciones del sistema tradicional, la mayor producción de avena

forrajera se logra con el empleo de la combinación de fertilización 40-40-00 y densidad de semilla 140 Kg/ha, que a su vez disminuye los costos y no con 120-40-00 y 300 Kg de fertilizante y semilla respectivamente, que aún utilizan los productores.

LITERATURA CITADA

- 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.
- 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 Latinoamericana. 19: 175-182.
- Anderson, W. K. y McLean, R. 1989. Increased responsiveness of short oat cultivars to early sowing, nitrogen fertilizer and seed rate. Australian J. of Agricultural Research. 40: 729-744.
- Archer, K. A. y Swain, F. G. 1977. Evaluation of oat forage for finishing prime lambs on the Northern Tablelands, New South Wales. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 17: 385-392.
- ASERCA. 2002. Producción mundial de granos. Secretaria de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Ficha técnica no. 6. 1-16.
- Beech, O. F. y Norman, M. J. T. 1966. The effect of time of planting on attributes of oat varieties in the Ord River Valley. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 6: 250-254.
- Beratto, M. E. 2006. Cultivo de la avena en Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. No. 19. Chile. 297 p.
- Blunt, C. G. y Fisher, M. J. 1976. Production and utilization of oats as forage for cattle in the Ord River Valley, Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 16: 88-93.
- 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.
- 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.
- Ciampitti, I. A. y García, F. O. 2007. Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, Oleaginosas e Industriales. Informaciones Agronómicas. 33
- Contreras, G. F. E. y Albrecht, K. A. 2006. Forage production and nutritive value of oat in autumn and early summer. Crop Science. 46: 2382-2386.
- Crofts, F. C. 1966. The effect of seeding rate and nitrogen fertilizer on the winter production of irrigated sod-sown oats at Badgery's Creek. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 6: 42-47.
- 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.
- 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.
- Flores, J. A. M. 1987. Manual de la alimentación animal. Volumen 2. Ediciones Ciencia y Técnica. Limusa. 3ª reimpresión. 518 p.
- Fontanetto, H., Keller, O., García, F. y Ciampitti, I. 2008. Fertilización nitrogenada en avena. Informaciones Agronómicas. 38: 25-26.
- García, E. 1984. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.
- 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.
- INEGI. 2004. Anuario estadístico. Morelos. Gobierno del estado de Morelos. p. 552.
- 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. Técnica Pecuaria. 40: 17-35.
- 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.
- 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 (¹⁵N). Terra Latinoamericana. 20: 51-56.
- Rebetzke, G. J., Botwright, T. L., Moore, C. S., Richards, R. A. and Condon, A. G. 2004. Genotypic variation in specific leaf area for genetic improvement of early vigour in wheat. Field Crops Res. 88: 179-189.
- Rodríguez, d. A. J. M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México. 208 p.
- SEP. 1983. Cultivos forrajeros. Manuales para la educación agropecuaria. Trillas. México. 80 p.
- Southwood, O. R., Mengersen, F. y Milham, P.J. 1974. Response of oats to seeding rate and nitrogen in the southern wheat belt of New South Wales. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 14: 231-236.
- Spurway, R. A., Wheeler, J. L. y Hedges, D. A. 1974. Forage and sheep production from oats, rape and vetch sown in autumn with or without nitrogen fertilizer. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 14: 619-628.
- Teitzet, J., Gilbert, M. y Cowan, R. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. 6. Nitrogen fertilized grass pasture. Tropical Grassland. 25: 111-118.
- Whitehead, D. C. 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. Commonwealth Agricultural Bureaux. Berkshire, England. 202 p.
- Whyte, R. O., Moir, T. R. G. y Cooper, J. P. 1959. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Roma, Italia. 464 p.
- 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. Agronomy Journal. 98: 1551-1558.