



Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,  
A.C.

México

Salas-Pérez, Lilia; Preciado-Rangel, Pablo; Esparza-Rivera, Juan Ramón; Álvarez-Reyna, Vicente de Paul; Palomo-Gil, Arturo; Rodríguez-Dimas, Norma; Márquez-Hernández, Cándido Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica Terra Latinoamericana, vol. 28, núm. 4, octubre-diciembre, 2010, pp. 355-360 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57318502007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE HIDROPÓNICO PRODUCIDO BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

## Yield and Quality of Hydroponic Forage Produced Under Organic Fertilization

Lilia Salas-Pérez<sup>1</sup>, Pablo Preciado-Rangel<sup>2‡</sup>, Juan Ramón Esparza-Rivera<sup>3</sup>, Vicente de Paul Álvarez-Reyna<sup>1</sup>, Arturo Palomo-Gil<sup>1</sup>, Norma Rodríguez-Dimas<sup>1</sup> y Cándido Márquez-Hernández<sup>4</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del tipo de fertilización (TF), genotipo (G) y días a la cosecha (DC) sobre el rendimiento y calidad nutrimental de forraje verde hidropónico (FVH). Se evaluaron tres TF: orgánica (té de compost), química (solución nutritiva) y sin fertilizar (agua potable) sobre dos genotipos (híbrido y criollo) de maíz forrajero en tres fechas de cosecha (12, 14 y 16 días después de la siembra). Estos factores conformaron un arreglo factorial  $3 \times 2 \times 3$  en un diseño completamente al azar, con seis repeticiones. Las variables de respuesta fueron: peso fresco (PF), materia seca (MS), contenido de proteína (PC), fibra ácida (FAD) y neutro detergente (FND) y grasa. Los resultados obtenidos indicaron que la calidad del FVH se encuentra dentro de los valores recomendados para su uso en alimentación animal. Los factores evaluados tuvieron efecto significativo: TF y DC sobre todas las variables, G sobre PC y FAD. En rendimiento y calidad nutrimental el FVH fertilizado con té de compost fue similar comparado con la fertilización química, excepto para FAD. A los 16 DC el FVH manifestó efectos positivos sobre rendimiento, MS, FAD y FND. El maíz híbrido superó al criollo en todas las variables evaluadas.

**Palabras clave:** hidroponía, forraje, té de compost.

### SUMMARY

The objective of this study was to determine the effect of fertilization type (FT), genotype (G), and harvest day (HD) on yield and nutritional quality of hydroponic green forage (HGF). Three TF were evaluated: organic (compost tea), chemical (nutrient solution), and unfertilized (tap water), in two corn genotypes (hybrid and native) and harvest on three different dates (12, 14 and 16 days after sowing). These factors formed a  $3 \times 2 \times 3$  factorial arrangement in a completely randomized design with six replicates. The response variables were: fresh weight (FW), dry matter (DM) and protein content (PC), acid (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) and fat. The results showed that the quality of HGF produced in the experiment is within the recommended values for use in animal feed. The factors evaluated had significant effect: FT and HD affected all variables, HD affected genotype. Also the HGF fertilized with compost tea was similar in yield and nutritional quality except for ADF compared to that fertilized with chemical fertilizers. On the day 16 sampling date, HGF showed positive effects on yield, dry matter, ADF and NDF. The hybrid maize surpassed the native variety in all variables.

**Index words:** hydroponic, forage, compost tea.

### INTRODUCCIÓN

La producción convencional de forrajes en regiones áridas y semiáridas tiene problemas como falta de agua, suelos pobres en materia orgánica, con problemas de salinidad y elevados costos de producción (Santamaría *et al.*, 2004). Además, la calidad del forraje no es uniforme durante todo el año por lo cual, los ganaderos realizan cambios en el suministro de la ración alimenticia, presentándose regularmente pérdida de peso y enfermedades en el ganado (SAGARPA-SENASICA, 2000). El forraje verde hidropónico (FVH) es una alternativa de producción sostenible que puede mantener

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, U. L. Periférico y carretera a Santa Fe s/n. 27052 Torreón, Coahuila, México.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Torreón. km 7.5 carretera Torreón-San Pedro. Apartado Postal 42. 27070 Torreón, Coahuila, México.

<sup>‡</sup> Autor responsable (pprecio@ yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio, UJED. Av. Artículos 123 Fracc. Filadelfia, Apartado Postal 51. 35010 Gómez Palacio, Durango, México.

<sup>4</sup> Escuela Superior de Biología, UJED. Av. Universidad s/n, Fracc. Filadelfia. 35070 Gómez Palacio, Durango, México.

Recibido: abril de 2010. Aceptado: noviembre de 2010.

Publicado como nota de investigación en  
Terra Latinoamericana 28: 355-360.

y mejorar las condiciones de productividad y sanidad del ganado (Campôlo *et al.*, 2007), y su uso representa una opción viable, económica y segura que puede ser utilizada en la nutrición animal (Vargas, 2008). Una característica destacable acerca del FVH es la acelerada producción de biomasa en períodos de 9 a 16 días después de la siembra, (Müller *et al.*, 2006a).

Por otra parte, se ha reportado que el comportamiento productivo de este sistema depende de varios factores que incluyen las condiciones ambientales, ciclo de cultivo, variedad de la especie forrajera y tipo de fertilización, que puede ser tradicional (química) u orgánica (Müller *et al.*, 2006b). Así otra ventaja adicional de la producción de FVH es el aprovechamiento de desechos orgánicos tales como estiércol producidos en gran cantidad en los sistemas ganaderos, los cuales llegan a representar un problema ambiental. Éstos pueden ser procesados para obtener compost y posteriormente el té de compost. El té de compost es un extracto líquido obtenido a partir de la fermentación aeróbica de compost en agua, y ha sido usado en fertiriego debido a su contenido de microorganismos, nutrientes solubles y compuestos benéficos para las especies vegetales (Rippy *et al.*, 2004; Ochoa *et al.*, 2009).

Dentro de los factores importantes en la producción de FVH están el genotipo y el tiempo de cosecha, lo cual permite seleccionar el material con mayor potencial de rendimiento, además de determinar en qué estado de desarrollo del cultivo se obtiene mayor calidad del forraje (Müller *et al.*, 2006c). Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente estudio fue evaluar el tipo de fertilización, genotipo y días a cosecha sobre el rendimiento y calidad nutrimental de forraje verde hidropónico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó cabo en un invernadero ubicado en el Ejido San Lorenzo, municipio de San Pedro, Coahuila. Se utilizaron dos genotipos de maíz, el híbrido AN447 y el criollo San Lorenzo, con porcentajes de germinación del 95 y 90% respectivamente. La semilla fue sometida primeramente a una etapa de pre-germinación mediante inmersión en una solución de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en agua potable ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) a 25-28 °C durante 24 h para escarificar y eliminar patógenos en la semilla (López *et al.*, 2009). Posteriormente las semillas fueron enjuagadas con agua potable para eliminar el exceso de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y escurridas antes de la etapa de germinación, la cual consistió en la colocación de

las semillas pre-germinadas en botes de plástico de 20 L con perforaciones para permitir suficiente aireación. Los botes con semilla en germinación fueron cubiertos con plástico negro y colocados en un cuarto oscuro, al término de 24 h se realizó una selección de semillas germinadas que tenían radículas de 1-1.5 cm de longitud, las cuales fueron colocadas en bandejas de siembra de  $35 \times 53 \times 5 \text{ cm}$ , con una densidad de siembra de 3.4 kg de semilla por  $\text{m}^2$  (FAO, 2001).

El riego se realizó mediante aspersión, con una dosis de  $1050 \text{ mL d}^{-1}$  en cada bandeja durante el desarrollo del cultivo desde el día 0 hasta el día de cosecha. A los cinco días de crecimiento las bandejas fueron distribuidas aleatoriamente para la aplicación de los tratamientos asignándose seis bandejas por tratamiento. El té de compost se preparó conforme a la metodología de Ingham (2005), mientras que la solución nutritiva utilizada fue la indicada por Rodríguez (2003) (Cuadro 1). El contenido de nutrientes de la solución nutritiva y del té de compost no se igualó ya que el objetivo de la investigación fue determinar la factibilidad de reutilización de los subproductos generados por el ganado, como fuente alternativa de nutrientes.

Las soluciones nutritivas y el agua potable (SF) fueron aplicadas dos veces al día (8:00 y 18:00 h) sobre la parte aérea del forraje usando una regadera ( $500 \text{ mL bandeja}^{-1}$ ), suspendiendo la fertilización dos días antes de la cosecha. Se determinó peso fresco (PF) mediante pesado del forraje contenido en las bandejas, reportándose el promedio para cada tratamiento en  $\text{kg m}^{-2}$ , materia seca y calidad nutrimental. Los análisis químicos se realizaron siguiendo los métodos oficiales de la AOAC (1990) para materia seca (MS), proteína cruda (PC) y grasa (G). La materia seca (MS) se cuantificó colocando 12 g de muestra fresca en cajas de aluminio en estufa de aire forzado a 70 °C hasta peso constante. La PC se cuantificó con el método Kjeldhal, el cual se utiliza para cuantificar N total, cuyo valor se multiplica por 6.25 para estimar proteína. El contenido de grasas se determinó en el aparato de extracción Goldfish marca Labconco por 4 h; después de evaporar el éter, el vaso se coloco en un desecador para obtener temperatura constante y se peso nuevamente para calcular por diferencia el contenido de grasa. Las fibras se cuantificaron con el método de fraccionamiento con detergente y filtración subsecuente (Van Soest *et al.*, 1991). El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial  $3 \times 2 \times 3$ , y consistió en tres tipos de fertilización (TF): té de compost

**Cuadro 1. Composición química de los materiales utilizados como tratamientos aplicados para la producción de forraje hidropónico de maíz.**

Tratamiento	N	P	K	Na	Ca	Cl	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	pH	CE
----- mg L <sup>-1</sup> -----															
Solución nutritiva	202.7	48.5	32.4	18.2	81	33.8	60.6	9.4	23.8	1.8	0.04	0.07	0.02	6.5	2.5
Té de compost	238	39.7	53.2	33	80	12.7	91.2	2.6	10.4	3.7	0.01	nd	nd	7	3.5
Agua potable	nd	nd	14	36.3	47	23	8	13.6	nd <sup>†</sup>	nd	nd	nd	nd	8.5	1.05

<sup>†</sup> nd = no detectado.

(FO), solución nutritiva (FQ) y agua potable (SF); dos genotipos (G), el híbrido AN447 y el criollo San Lorenzo y tres fechas de cosecha (DC): 12, 14 y 16 días, con seis repeticiones de cada tratamiento. Para el análisis estadístico se uso el programa Statistica 7 (SPSS, 1996), mediante un análisis de varianza y prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para la comparación de medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento en Peso Fresco

El análisis de varianza mostró diferencias significativas debidas a TF y DC para PF (Cuadro 2); sin diferencias para G ó las interacciones. Estos resultados concuerdan con los reportados por Bayardo (2006), el cual señala que el rendimiento de forraje fresco depende, en mayor medida, del día de cosecha y la fertilización que del genotipo utilizado. La fertilización (inorgánica y orgánica) superó significativamente al testigo, lo anterior es debido al bajo aporte nutrimental del agua potable (Cuadro 1); ya que la producción de biomasa en FVH, se favorece cuando éste se fertiliza con al menos 200 mg L<sup>-1</sup> de N (FAO, 2001). En el presente estudio, ambos tratamientos de fertilización contenían la concentración suficiente de N para satisfacer los requerimientos del forraje (Cuadro 1). Para los días a cosecha, existió diferencia significativa a medida que avanza el tiempo de cosecha (Cuadro 2), el rendimiento de FVH y la producción de MS aumentaron significativamente al paso de los días.

### Porcentaje de Materia Seca

La MS y el contenido de PC del forraje son los mejores indicadores de la calidad de un forraje, ya que

regulan la digestibilidad y por lo tanto la producción de rumiantes (Mejía, 2002). En este estudio TF y DC afectaron significativamente la MS (Cuadro 2). Herrera *et al.* (2010) reportaron un incremento de la MS al aumentar los días a cosecha de FVH, aunque la MS también aumenta al incrementar la aplicación de N (Dumont *et al.*, 2005). En el presente estudio se obtuvieron resultados similares, ya que los DC tuvieron un efecto significativo sobre la MS, la cual aumentó conforme fue avanzando el desarrollo del FVH, obteniendo los mayores valores a los 16 días. Esto concuerda con Teixeira (2009), quien concluyó que con la edad, o el estado de madurez de la planta, se incrementan la MS. Se encontró un incremento significativo de MS al aumentar los días de cosecha en ambos genotipos.

### Calidad Nutrimental

Con respecto al porcentaje PC, todos los factores en estudio la afectaron significativamente (Cuadro 2) y la interacción G × TF también resultó significativa. El híbrido AN447 presentó mayor PC con respecto al criollo, no hubo efecto por tipo de fertilización pero en ambos casos PC resultó mayor a la obtenida al regar con agua de la llave. Gutiérrez *et al.*, (2006) mencionan una relación directamente proporcional entre la fertilización nitrogenada y el contenido de proteína en forraje. Por otra parte, se observó mayor contenido de PC en las etapas iniciales que a los 16 días. La disminución del PC en FVH, es debido a la maduración de la planta, ya que durante el desarrollo de órganos estructurales como tallos y pecíolos, el N se desplaza a las partes más jóvenes, esto disminuye la fracción de biomasa activa y promueve una dilución del N en la planta (Taiz y Zeiger, 2003; Müller *et al.*, 2006b; Herrera,

**Cuadro 2. Efecto del genotipo, tipo de fertilización y días a cosecha y de las interacciones, sobre el peso fresco (PF), materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD) fibra ácido detergente y fibra neutro detergente (FND) de forraje verde hidropónico de maíz.**

Factor	Nivel	PF	MS	PC	FAD	FND	Grasa
		kg m <sup>-2</sup>	- - - - -	- - - - -	% - - - - -	- - - - -	- - - - -
Genotipo (G)	Híbrido	25.17 a <sup>*</sup>	18.45 a	13.11 a	12.85 a	41.28 a	2.48 a
	Criollo	24.58 a	18.54 a	12.55 b	11.49 b	40.80 a	2.63 a
Tipo de fertilización (TF)	Té de compost	27.22 a	18.67 a	13.00 a	13.18 a	41.92 a	2.77 a
	Solución nutritiva	26.41 a	18.82 a	13.25 a	11.88 b	42.13 a	2.81 a
	Agua potable	21.02 b	17.98 b	12.23 b	11.45 b	39.07 b	2.09 b
Días a cosecha (DC)	12	16.49 c	15.79 c	15.04 a	10.08 c	38.26 c	3.36 a
	14	24.42 b	18.13 b	12.80 b	12.03 b	41.34 b	2.41 b
	16	33.74 a	21.55 a	10.63 c	14.40 a	43.52 a	1.90 c
G x TF		ns	ns	*	ns	**	ns
G x DC		ns	*	ns	*	ns	ns
TF x DC		ns	ns	ns	ns	*	ns

<sup>†</sup>Medias con diferente letra en la misma columna y factor indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). ns = no significativo; \* = significativo  $\alpha = 0.05$ ; \*\* = altamente significativo  $\alpha = 0.01$ .

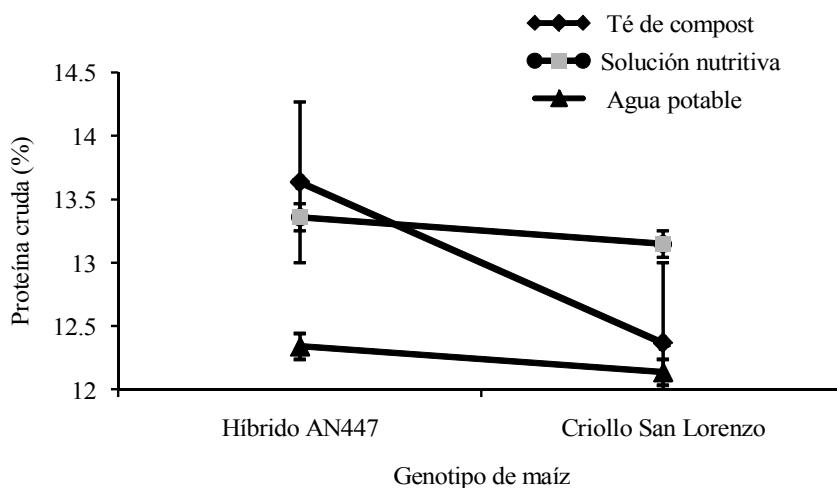
2010). Existe evidencia de que el consumo de MS en bovinos disminuye cuando la proteína del forraje se encuentra por debajo del 8% (Aregheore *et al.*, 2006). En el presente estudio se obtuvieron valores superiores al 10% de PC en todos los tratamientos, por lo cual es recomendable el uso del FVH para alimentación de diferentes especies ganaderas. La interacción G × TF, indica que la fertilización presentó efecto diferencial (Figura 1) a los genotipos de maíz en el contenido de PC, presentando mayor contenido de PC en el híbrido AN447 combinada con fertilización orgánica, lo anterior debido al mayor contenido de N en el té de compost.

Con respecto al contenido de FAD, todos los factores lo afectaron en forma significativa y la interacción G × DC también fue significativa (Cuadro 2), siendo los niveles híbrido AN447, FO y 16 DC, los que presentaron las mayores cantidades de FAD. Estos resultados son inferiores a los reportados por Aregheore *et al.* (2006), quienes indican que la FAD en forrajes debe ser  $\leq 30\%$  para favorecer el consumo de MS por el ganado. Herrera *et al.*, (2007) reportan que a mayor aplicación de N disminuye la FAD. A los 16 días se observó que la FAD es mayor que en los anteriores días de cosecha. Este comportamiento es similar a otras plantas forrajeras en las cuales se ha reportado que conforme la planta madura, el contenido de FDA aumenta, y la ingestión y digestibilidad disminuye (Van Soest *et al.*, 1991). De acuerdo con Herrera *et al.* (2010) en el FVH, existe un incremento en FND y FAD al avanzar el periodo de cosecha como efecto del proceso

de maduración, debido al engrosamiento de la pared celular que provoca disminución de la calidad nutricional, razón por la cual la fracción insoluble del forraje aumenta cuando se somete a una solución detergente neutro o una solución detergente acida, el cual estima el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina; así como el contenido de fibra indigestible respectivamente. La interacción G × DC, sugiere que en ambos genotipos existió un aumento significativo en el contenido de fibra al incrementar el tiempo de cosecha, siendo mayor en el híbrido AN447 (Figura 2). Müller *et al.* (2006c) señalan una relación directa entre el contenido de FAD y edad, debido a que en la madurez de la planta este tipo de fibra está constituido principalmente por lignina y celulosa.

El TF, DC así como para las interacciones G × TF y TF × DC indujeron diferencias significativas en FND (Cuadro 2). Los valores de FND fluctuaron entre 38 a 43%. FND fue mayor en las plantas fertilizadas que en aquellas regadas con agua de la llave y existió un incremento de FND conforme aumentaron los DC. Herrera *et al.* (2007) indican que valores superiores al 55% de FND dificultan la digestibilidad del forraje, limitando el aprovechamiento eficaz del contenido calórico del producto, por lo que se puede indicar que a FVH se encuentra dentro de los límites aceptables de FND. Los menores contenidos de FND correspondieron al maíz criollo cuando no fue fertilizado (Figura 1).

La interacción TF × DC indica un aumento en FND en todos los TF conforme se incrementan los días a cosecha, siendo los mayores valores en los tratamientos



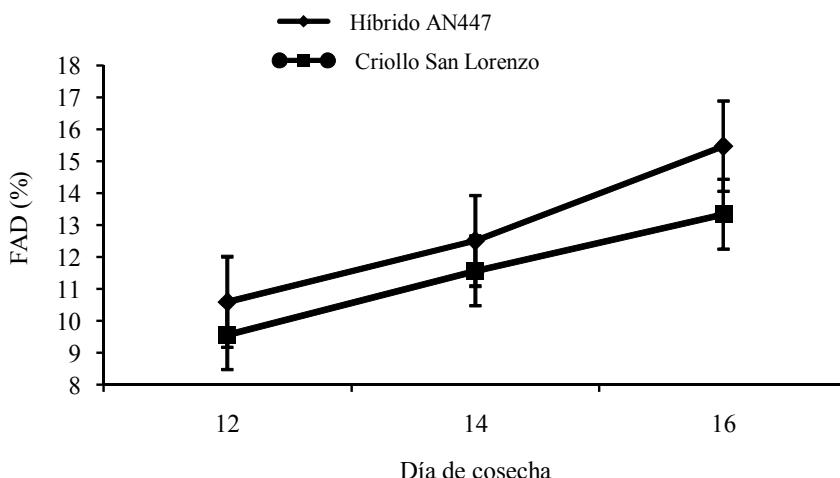
**Figura 2. Interacción Genotipo - Tipo de fertilización para el porcentaje de proteína cruda en forraje hidropónico de maíz.**

fertilizados. El mayor contenido en grasa correspondió a la FO y FQ. Zakaria *et al.* (2006) relacionan directamente el contenido de grasa en el forraje con el aporte de fósforo en la nutrición de la planta, ya que este mineral es indispensable para la síntesis de proteínas y grasas y en este estudio el contenido de fósforo fue similar en ambas soluciones de fertilización (Cuadro 1). Para los DC, el porcentaje de grasa disminuyó a medida que avanzó el desarrollo de las plantas, esto pudiera atribuirse a la actividad metabólica de la planta, ya que en esa etapa de crecimiento (12-16 días de crecimiento) se prioriza en la formación de compuestos ricos en energía (ATP), formación de paredes celulares y pigmentos, lo cual causa menor síntesis de grasas (Taiz y Zeiger, 2003). Por otra parte, se ha establecido que un

contenido de grasa mayor al 5% en forraje limita su uso para alimentación del ganado, ya que puede reducir considerablemente la digestión de la fibra y el consumo de MS (Morand-Fher y Tran, 2001).

## CONCLUSIONES

El tipo de fertilización y los días a cosecha afectaron el rendimiento y la calidad nutrimental del forraje hidropónico. El híbrido AN447 superó al criollo en el contenido de proteína cruda y fibra ácido detergente. El mayor rendimiento en peso fresco, contenido de materia seca, fibra detergente ácida y fibra detergente neutra, se obtuvo a los 16 días de cosecha. La producción de maíz hidropónico fertilizado con té de compost fue



**Figura 2. Interacción genotipo - día de cosecha para el contenido de fibra ácido detergente (FAD) en forraje hidropónico de maíz.**

similar en el rendimiento y la calidad nutrimental al obtenido con la fertilización inorgánica, excepto en contenido de fibra ácido detergente. Se concluye que es factible la utilización del té de compost como sustituto de la fertilización química en la producción de forraje hidropónico.

## LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th. edition. Washington, DC, U.S.A.
- Aregheore, E. M., I. Ali, K. Ofori, and T. Rere. 2006. Studies on grazing behavior of goats in the Cook Islands: The animal-plant complex in forage preference/palatability phenomena. *Int. J. Agric. Biol.* 8: 147-153.
- Bayardo-Parra R., M. R. Cigales-Rivero, J. G. Lorenzana-Salazar y S. Urquiaga. 2006. Caracterización de variedades de maíz mediante  $^{15}\text{N}$  como marcador en tres etapas fenológicas. *Rev. Fitotec. Mex.* 29: 13-17.
- Campêlo, J. E. G., J. C. Gomes de Oliveira, A. de S. Rocha, J. F. de Carvalho, G. C. Moura, M. E. Oliveira, J. A. Lopes da Silva, J. W. da Silva Moura, V. M. Costa, e L. M. Uchoa. 2007. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. *Rev. Brasileira Zoot.* 36: 276-281.
- Dumont, J. C., R. Anrique y D. Alomar. 2005. Efecto de dos sistemas de determinación de materia seca en la composición química y calidad del ensilaje directo de avena en diferentes estados fenológicos. *Agric. Téc. (Chile)*. 65: 388-396.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Manual técnico de forraje verde hidropónico. Vol. 1. Santiago, Chile.
- Gutiérrez-del Río, E., A. Espinoza-Banda, A. Palomo-Gil, J. J. Lozano-García y O. Antuna-Grijalva. 2006. Aptitud combinatoria de híbridos comerciales de maíz para La Comarca Lagunera. *Rev. Fitotec. Mex.* 27: 7-11.
- Herrera-Angulo, A. M., L. A. Depablos-Álvarez, R. López-Maduro, M. A. Beneza-Sucre y L. Ríos-de Álvarez. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. *Rev. Cient. Univ. Zulia* 17: 372-379.
- Herrera-Torres, E., M. A. Cerrillo-Soto, A. S. Juárez-Reyes, M. Murillo-Ortiz, F. G. Ríos-Rincón, O. Reyes-Estrada y H. Bernal-Barragán. 2010. Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. *Interciencia* 35: 284-289.
- Ingham, E. R. 2005. The compost tea brewing manual. Soil Foodweb. Corvallis, OR, USA.
- López-Aguilar, R., B. Murillo-Amador y G. Rodríguez-Quezada. 2009. El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimentos para el ganado en zonas áridas. *Interciencia* 34: 121-126.
- Mejía-Haro, J. 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria* 12: 56-63.
- Morand-Fehr, P. y G. Tran. 2001. Le fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *Prod. Anim.* 14: 285-302.
- Müller, L., P. A. Manfron, S. L. P. Medeiros, O. S. Santos, G. A. Morselli, D. Dourado N., E. B. Fagan, A. H. Bandeira e G. L. Luz. 2006a. Valor nutricional da forragem hidropônica de trigo com diferentes soluções nutritivas e idades de colheitas. *Bioscienzia* 22: 49-56.
- Müller, L., P. A. Manfron, O. S. Santos, S. L. Petter, D. Dourado, T. B. G. A. Morselli, G. Lopes da Luz e A. H. Bandeira. 2006b. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Zootecnia Trop.* 24: 137-152.
- Müller, L., O. S. Souza, P. A. Manfron, S. L. P. Medeiros, V. Haut, D. Dorado N., N. L. Menezes e D. C. García. 2006c. Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. *Ciência Rural* 36: 1094-1099.
- Ochoa-Martínez, E., U. Figueroa-Viramontes, P. Cano-Ríos, P. Preciado-Rangel, A. Moreno-Resendiz y N. Rodríguez-Dimas. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum mill.*) en invernadero. *Rev. Chapingo Serie Hort.* 15: 245-250.
- Ramírez, J. L., I. Leonard, C. Kljora y B. López. 2003. Efecto de la edad de rebrote y la época en el comportamiento de la proteína bruta y la fibra en el pasto *Brachiaria decumbens*. *Med. Vet.* 20: 1-4.
- Rippy, J. F. M., M. M. Peet, F. J. Louws, P. V. Nelson, D. B. Orr, and K. A. Sorensen. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *HortScience* 39: 223-229.
- Rodríguez-Sánchez , A. C. 2003. Como producir con facilidad, rapidez y óptimos resultados forraje verde hidropónico. Ed. Diana. México, D. F.
- SAGARPA-SENASICA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación / Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2000. Manual de buenas prácticas en producción de leche caprina. Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera. Delegación Regional. Gómez Palacio, Durango, México.
- Santamaría-Cesar, J., U. Figueroa-Viramontes y M. del C. Medina-Morales. 2004. Productividad de la alfalfa en condiciones de salinidad en el distrito de riego 017, Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana* 22: 343-349.
- SPSS (Statistical Package for the Social Science). 1996. Statistic program stat soft no. 7. Somers, NY, USA.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2003. Fisiología vegetal. Artemed. Porto Alegre, Brasil.
- Teixeira, V. C., D. Miranda, C. Coser, E. Martins, D. Do Nascimento, e J. Ribeiro. 2009. Produção do material seco e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e edubação nitrogenada. *Rev. Bras. Zoot.* 38: 435-442.
- Van Soest, P. J., D. R. Mertens, and B. Deinum. 1991. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Anim. Sci.* 47: 712-720.
- Vargas-Rodríguez, C. F. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana* 19: 233-240.
- Zakaria, M. S., A. H. Saelo, E. B. Ahmed, and R. A. Abou-El-Ela. 2006. Cottonseed, protein, oil yields and oil properties as influenced by potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus. *World J. Agric. Sci.* 2: 66-74.