

## EVALUACIÓN PRODUCTIVA DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ, AVENA Y TRIGO

PRODUCTIVE EVALUATION OF GREEN FODDER HYDROPONICS CORN, OATS AND WHEAT

Albert G<sup>1</sup>, Alonso N<sup>1</sup>, Cabrera A<sup>1</sup>, Rojas L<sup>1</sup>, Rosthoj S<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción - Facultad de Ciencias Veterinarias - Cátedra de Agrostología y Edafología - San Lorenzo - Paraguay

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Asunción - Facultad de Ciencias Veterinarias - Departamento de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal - San Lorenzo - Paraguay

**RESUMEN.** El trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento productivo y contenido de nutrientes de tres especies de gramíneas del Forraje Verde Hidropónico (FVH) de *Zea mayz* (maíz), *Avena strigosa* (avena) y *Triticum vulgare* (trigo). Para el efecto se procedió a extraer muestras representativas a los 10 y 12 días de iniciado el experimento, luego se pesó el material fresco y se obtuvieron los siguientes resultados: maíz: 3,91 kg/m<sup>2</sup>, 4,64 kg/m<sup>2</sup>; avena: 4,44 kg/m<sup>2</sup>, 4,96 kg/m<sup>2</sup> y trigo: 8,18 kg/m<sup>2</sup>, 10,73 kg/m<sup>2</sup>. Los resultados laboratoriales de materia seca (MS) a los 10 y 12 días fueron: maíz: 25,55%, 19,24%; avena: 16,12%, 13,75% y trigo: 7,97%, 8,68%; proteína bruta (PB): maíz: 12,93%, 12,89%; avena: 24,25%, 24,88% y trigo: 21,46%, 22,10%, encontrándose diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) en el contenido de MS del FVH de maíz, avena y trigo del día 10 en relación al día 12.

**Palabras clave:** hidroponía, maíz, avena, trigo

**ABSTRACT.** The work was done in the Production Unit Hydroponic Green Forage (FVH) Department of Animal Production Faculty of Veterinary Science-A and had as its overall objective to evaluate the productivity of hydroponic forage oat, wheat and corn. For this purpose we proceeded to extract representative samples of corn, oats and wheat at 10 and 12 days into the experiment, then the fresh material was weighed and the following results at 10 and 12 days respectively were obtained: Corn: 3,91 kg / m<sup>2</sup>, 4.64 kg / m<sup>2</sup>; Oats: 4.44 kg / m<sup>2</sup>, 4.96 kg / m<sup>2</sup> and wheat: 8.18 kg / m<sup>2</sup>, 10.73 kg / m<sup>2</sup>. Then each sample was identified and sent to the Laboratory of the Department of Food Science, Nutrition and Animal Nutrition for their analysis. The laboratory results of dry matter at 10 and 12 days respectively were: Corn: 25.55%, 19.24%; Oats: 16.12%, 13.75% and wheat 7.97%, 8.68%; As for crude protein in the laboratory at 10 and 12 days respectively results were: Maize: 12.93%, 12.89%; Oats: 24.25%, 24.88% and wheat 21.46%, 22.10%. The results showed statistically significant differences (p < 0.05) in the dry matter content of hydroponic green fodder corn, oats and wheat day 10 compared to day 12. The use of hydroponic green fodder in animal feed is recommended, considering its content of crude protein, dry matter and the high productivity of biomass.

**Keywords:** hydroponic forage, corn, oats, wheat

doi: 10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.01.7-10

**Dirección para correspondencia:** Dra. Gretel Albert - Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional de Asunción - Casilla de Correo N° 1061 - Ruta Mcal. Estigarribia Km 10,5 - Campus Universitario - San Lorenzo - Paraguay.

**E-Mail:** gretelalbert89@gmail.com

**Recibido:** 15 de marzo de 2016 / **Aceptado:** 02 de mayo de 2016

## INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria en la actualidad, requiere de la utilización eficiente de los factores, y dentro de cada sistema del funcionamiento adecuado de sus componentes, entre ellos uno de los más importantes es la alimentación animal, por ser la clave del éxito o el fracaso de las explotaciones pecuarias, y representa un reto determinar el método de alimentación dependiendo de la especie animal y el tipo de explotación utilizada (1).

Una alternativa de alimento para los actuales sistemas de producción pecuaria es el FVH. Es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir de la germinación y crecimiento de las plantas bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo a partir de semillas viables de cereales o de leguminosas, aprovecha todo: forraje, grano y raíz (2,3).

En cuanto a las instalaciones requeridas para este sistema se necesita el de anaqueles que da soporte a las bandejas, sistema de riego y mallas de media sombra, asegurando un microclima ideal para la germinación y emergencia de las plántulas (4).

El proceso de producción se lleva a cabo en recipientes planos, por un lapso de tiempo no mayor a 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen una longitud de 3 a 4 cm. A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución nutritiva, la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (4).

Entre las ventajas que presenta el forraje hidropónico, se menciona: disponibilidad de suministro constante durante todo el año, empleo de terrenos marginales, reducción del desperdicio de agua, obtención de una fuente alternativa de alto valor nutricional, completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades, aumenta la fertilidad y la producción láctea (5).

En investigaciones previas se ha determinado la biomasa y calidad de FVH en contenedores no convencionales, con diferentes semillas y densidades de siembra. En el mismo, cuantificándose la calidad del FVH de maíz, sorgo,

trigo y avena, evaluándose la densidad de siembra en charola vs costal de plástico. La calidad del FVH de trigo fue mayor y diferente ( $p < 0.05$ ) al resto de las semillas evaluadas, observándose ( $p < 0.05$ ) mayor producción de FVH en costal de plástico (6).

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar la productividad del FVH de avena, maíz y trigo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La producción de las gramíneas con el sistema hidropónico se realizó hidratando las semillas durante 24 h, procediendo al cambio del agua a las 5 h. Posteriormente, se extrajo el agua y se mantuvo por 72 h en oscuridad para el maíz y 48 h para el trigo y la avena, hasta lograr las primeras emisiones de las raicillas.

Después de la pre germinación del grano se procedió a la distribución en las bandejas, teniendo en cuenta una densidad de hasta 1,5 veces el tamaño del grano. Se efectuaron 10 riegos diarios con 1 min de duración, cada una dependiendo de la temperatura y humedad relativa del ambiente.

La humedad mínima permanente estuvo entre 70% a 80% y con una temperatura de 25°C. Se evitó la acumulación de agua, por lo que las bandejas estaban dispuestas con una pendiente de 16° de inclinación, para facilitar el drenaje del agua.

Finalmente a los 10 y 12 días, se realizó la cosecha, procediendo a extraer las muestras de maíz, avena y trigo; posteriormente, el material fresco se pesó, asentando los valores obtenidos en una planilla elaborada para el efecto. Cada muestra fue identificada y enviada al Laboratorio para el análisis por el método de WEENDE, para la obtención del contenido de MV, MS y PB del FVH de maíz, avena y trigo.

El test estadístico utilizado correspondió al análisis de varianza y para la comparación de las medias fue utilizada la prueba de tuckey con un 95% de confianza, utilizando el paquete estadístico Epi-Info 2004 e Infostat versión estudiantil

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se aprecia el rendimiento promedio de MV y el porcentaje promedio de MS de FVH de maíz, avena y trigo al día 10 y 12. El

rendimiento de MV para el FVH fueron: Maíz: 3,91 kg/m<sup>2</sup>, 4,64 kg/m<sup>2</sup>; Avena: 4,44 kg/m<sup>2</sup>, 4,96 kg/m<sup>2</sup> y Trigo: 8,18 kg/m<sup>2</sup>, 10,73 kg/m<sup>2</sup>. En cuanto al porcentaje de MS fueron: Maíz: 25,55%, 19,24%; Avena: 16,12%, 13,75% y Trigo: 7,97%, 8,68%.

**Tabla 1.** Rendimiento promedio de materia verde (MV) y porcentaje promedio de materia seca (MS) de forraje verde hidropónico de maíz, avena y trigo al día 10 y 12. San Lorenzo, 2014.

| FVH      | DÍA 10                  |         | DÍA 12                  |         |
|----------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|
|          | MV (kg/m <sup>2</sup> ) | MS (%)  | MV (kg/m <sup>2</sup> ) | MS (%)  |
| Maíz     | 3,91 a                  | 25,55 A | 4,64 a                  | 19,2 A  |
| Avena    | 4,44 a                  | 16,12 B | 4,96 a                  | 13,75 B |
| Trigo    | 8,18 b                  | 7,97 C  | 10,73 b                 | 8,68 C  |
| Promedio | 5,51D                   | 16,55E  | 6,78D                   | 13,88F  |

Letras diferentes en las columnas y filas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Los rendimientos promedios de MV de maíz, avena y trigo al día 10, no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de los rendimientos promedios de MV de maíz, avena y trigo al día 12; sin embargo, se verificó que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre el rendimiento promedio de MV del FVH de trigo en relación al rendimiento promedio de MV del FVH de maíz y avena, tanto al día 10, como al día 12.

En cuanto al porcentaje de MS de FVH de maíz, avena y trigo al día 10, no difiere significativamente ( $p < 0,05$ ) de los porcentajes promedios de MS de maíz, avena y trigo al día 12. Sin embargo, se verificó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre el porcentaje promedio de MS del FVH de maíz, avena y trigo tanto al día 10 como al día 12.

De acuerdo con Tarrillo (2008), a partir de 1 kg de semilla se puede producir una masa forrajera de 6 a 8 kg consumible en su totalidad, dato que no coincide con la presente investigación, debido a que el maíz y la avena presentaron rendimientos inferiores y el trigo, un rendimiento superior a lo expresado por el mencionado investigador, en contrapartida a lo encontrado por Elizondo (2005), quien obtuvo 9 kg de biomasa, sin embargo no se logró alcanzar similares rendimientos para el maíz y la avena (día 10 y 12), ni del trigo (día 10), mostrando resultados inferiores a lo expresado por, Elizondo, aunque el trigo en el día 12 presentó biomasa superior a lo expresado por el investigador (9).

Los rendimientos de maíz y avena (día 10 y 12) no coinciden con los datos obtenidos por Valdivia (1997) y Sneath y McIntosh (2003), quienes consideran una relación 1:5 en FVH, sin embargo el rendimiento para el trigo es similar (10, 11).

Carballo (2000), FAO (2001), Elizondo (2005), Müller et al (2005), aseveran que los rendimientos esperados en cuanto a % MS rondan entre 20 y 30%, lo cual coincide con el resultado obtenido para el maíz a los 10 días en la presente investigación; en contrapartida con los resultados de MS del maíz al día 12, de la avena al día 10 y 12 ni del trigo al día 10 y 12 (4, 9, 12, 13).

En la Tabla 2 se visualiza el porcentaje promedio de proteína bruta (PB) del forraje verde hidropónico de maíz, avena y trigo al día 10 y 12, en la misma se observa el porcentaje promedio de PB para el FVH Maíz: 13%, 13%; Avena: 24%, 25% y Trigo: 21%, 22%.

**Tabla 2.** Porcentaje promedio de PB del FVH de maíz, avena y trigo al día 10 y 12.

| FVH   | DÍA 10 | DÍA 12 |
|-------|--------|--------|
|       | PB (%) | PB (%) |
| Maíz  | 13     | 13     |
| Avena | 24     | 25     |
| Trigo | 21     | 22     |

Debido al escaso número de muestras dentro de este parámetro se realizó estadística descriptiva.

Tarrillo (2007) considera que el parámetro normal en producción hidropónica en cuanto a la PB se encuentra entre 12 - 25%, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación para el maíz, la avena y trigo, en los días 10 y 12 respectivamente (8).

Van Soest (1994), menciona que el contenido mínimo de PB que debe tener un FVH es de 7%, de tal modo a facilitar la fermentación de los carbohidratos estructurales a nivel de rumen (14).

Müller et al (2005) menciona que pueden haber reducciones en el porcentaje de PB conforme avanza la madurez del cultivo, coincidiendo parcialmente con lo expresado en los resultados obtenidos para el maíz en la presente investigación, no así con los resultados de PB para la avena y trigo, debido a que el porcentaje de PB fue superior a los 12 días en relación al día 10 (13).

## CONCLUSIÓN

Los rendimientos promedios de materia verde obtenidos en el día 10 y 12, fueron superiores en el trigo: (8,18-10,73%) con relación a la avena (4,49-4,96%) y el maíz (3,91-4,64).

Los porcentajes de MS obtenidos en el día 10, fueron superiores en el maíz: 25,55%, avena: 16,12% y trigo: 7,97%; en cuanto al día 12, los resultados de MS fueron: maíz: 19,24%, avena: 13,75% y trigo: 8,68%.

Los resultados de PB visualizados no difieren en los 10 y 12 días, sin embargo se destaca el mayor porcentaje en la avena 24%, 25% trigo 21%, 22% y menor en el maíz 13%, 13%.

Se recomienda la utilización del FVH en la alimentación animal, teniendo en cuenta su contenido de PB, MS, así como la alta productividad de biomasa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gómez M. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. (Internet). Riobamba, Ecuador: Escuela Superior de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica; 2007. [acceso 3 de diciembre de 2013]. Disponible en: [www.dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1813/1/17T0725.pdf](http://www.dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1813/1/17T0725.pdf)
2. Meza Z. Evaluación de variedades de maíz y densidad de siembra en la producción de forraje verde hidropónico. Tesis. (Maestro en Ciencias en Producción Animal) División de estudios de Posgrado. FA-UANL; 2005. 101 p.
3. Alonso N. Forraje verde hidropónico. ABC Color, Asunción, Paraguay; 2013. sep. 04. Sección ABC Rural p. 10.
4. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina. Manual técnico: forraje verde hidropónico. Santiago, Chile: FAO; 2001. 68 p.
5. Vargas C. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Rev. Agronomía Mesoamericana (CR). 2008; 19 (2): 233 - 240.
6. Pérez R. Determinación de biomasa y calidad de forraje verde hidropónico en contenedores no convencionales. (Internet). Michoacán, México: Ergomix; 2010. [Consultado el 7 de enero de 2014]. Disponible en: [www.engormix.com/FVH](http://www.engormix.com/FVH)
7. Rodríguez J, Gutiérrez E, Rodríguez H. Dinámica de sistemas de pastoreo. México: Trillas; 2010. 272 p.
8. Tarrillo H. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal (Internet). Arequipa, Perú : Forraje Hidropónico E.I.R ; 2007. [Consultado el 11 de septiembre de 2014]. Disponible en: [www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88](http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88)
9. Elizondo J. Forraje verde hidropónico: una alternativa para la alimentación animal. Rev. ECAG Informa (C R). 2005; 3 (32): 36 - 39
10. Valdivia E. Producción de forraje verde hidropónico. Conferencia Internacional de Hidroponía Comercial. Lima, Perú; 1997. 59 p.
11. Sneath R, McIntosh F. Review of hydroponic fodder production for beef cattle: On farm. North Sydney, Australia : Meat & Livestock Australia Limited ; 2003. 54 p.
12. Carballo C. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. (Internet). Culiacán, México: Zoe Tecno-Campo; 2000. [Consultado 11 de septiembre de 2014]. Disponible en: [www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.html](http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.html)
13. Müller L, Manfron P, Santos O, Medeiros S, Haut V, Dourado D, Binotto E, Bandeira A. 2005. Producción y composición bromatológica de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes densidades de siembra y días de cosecha. Rev. Veterinaria Trop. (Ven). 23 (2): 105 - 119
14. Van Soest P. Nutritional ecology of the ruminant. 2a ed. New York: Cornell University Press; 1994. 463 p.