

## INFLUENCIA DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE LA CEBADA HIDROPÓNICA

### CHEMICAL COMPOSITION Y INFLUENCES OF TWO NUTRITIOUS SOLUTIONS IN THE BARLEY'S PRODUCTION HIDROPÓNICA

José Contreras Paco <sup>1</sup>, Alfonso Cordero Fernández <sup>1</sup>, Percy Castro Contreras <sup>2</sup>,  
Edwin Ccencho Guerra <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Académica Profesional de Zootecnia  
<sup>2</sup> Investigadores particulares.

#### RESUMEN

El Estudio se llevó a cabo en la Región de Huancavelica, a una altitud de 3900 msnm, durante el período de octubre 2006 – abril 2007, con el objetivo de evaluar la influencia de dos soluciones nutritivas sobre la composición química de materia seca, materia orgánica y proteína cruda; altura de planta, producción de: masa forrajera, materia seca, materia orgánica y proteína cruda. El ensayo fue conducido en un invernadero rústico, utilizando la semilla de cebada (*Hordeum vulgare*) en una proporción de 321 g de semilla seca/655,8 cm<sup>2</sup>. Los tratamientos en estudio fueron: la solución nutritiva de la UNH -Huancavelica (1gr. de suplemento mineral, 0,43 g de urea y 0,33 g de cloruro de potasio, por litro de agua.), solución nutritiva de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNAM) (5 ml de solución A y 2ml de la solución B por litro de agua) y el testigo (exento de solución nutritiva). Estas soluciones fueron aplicadas por un espacio de cuatro días (del noveno y doceavo día de producción). El delineamiento experimental fue el completamente aleatorizado con un solo factor. Se aplicó la prueba de Tukey, al nivel de 5% de probabilidad para analizar las diferencias entre las medias de las variables en estudio. Referente a la composición química, las soluciones nutritivas no influyeron ( $P>0,05$ ) sobre el contenido de la materia seca, cuya media fue de 8,39%. Las parcelas regadas sin solución nutritiva (testigo) presentaron un mayor contenido de materia orgánica (95,42%). La solución nutritiva de la Universidad Nacional de Huancavelica

(UNH) posibilitó tenores mayores de proteína cruda (13,74%) en comparación al testigo, pero similar a la solución de la UNAM. La producción de la masa forrajera propiciado con la solución de la UNH (37,64 kg/m<sup>2</sup>) fue equivalente a la producida por la solución de la UNAM y superior al testigo. Los tratamientos no influyeron sobre la producción de la materia seca, cuya media fue 2,92 kg/m<sup>2</sup>. La solución de la UNH posibilitó una mayor producción de materia orgánica (3,00 kg/m<sup>2</sup>) y proteína cruda (0,42gk/m<sup>2</sup>), en relación a la solución de la UNAM. Se escribe en un solo párrafo debe tener: Contenido, métodos, resultados y conclusiones.

Palabras clave: Hidroponía, forraje, germinado.

#### ABSTRACT

The study took place in Huancavelica's region an altitude of 3900 meters above sea level, from October 2006 to April 2007 the objective was to evaluate the influence of two nutritious on the chemical dry matter, organic matter and raw protein: high plant, production of: Fodder mass, dry matter, organic matter and raw protein. The essay was conducted in a rustic greenhouse, it was used the barley seed (*Hordeum vulgare*) with 321 gr. proportion of dry seed /655.8 cm<sup>2</sup>. The treatments in study were: the nutritious solution NUH - Huancavelica (1gr. mineral supplement, 0.43 gr. urea, and 0.33 gr. chloride of potassium for liter of water, Nutritious solution of the National Agrarian University The Molina (NAUM) (5

ml. solution A and 2 ml. solution B for liter of water) and the witness (exempt of nutritious solution) These solutions were applied for four days (from the ninth and twelfth day production) The experimental delineation was aleatory with just one factor, it was applied the Tukey's test, 5% level of probability to analyze differences between the mean of the variable of study. Relating to the chemical composition, the nutritious solutions did not affect on the dry matter's contents, whose mean was 8.39%. The watered Parcels without nutritious solution (witness) showed more contents of organic matter (95.42%). The nutritious solution of the National University of Huancavelica (NUH) made possible bigger raw protein tenors (13.74%) as compared with the witness, but similar to the solution of the NAUM. The production of the fodder mass with the NUH's solution (37.64%) was equivalent to the solution of the NAUM and superior to the witness. Treatments did not influence on the dry matter's production whose mean was (2.92 kg/m<sup>2</sup>). The NUH's solution made possible a bigger production of organic matter (3.00 kg/m<sup>2</sup>) and raw protein (0.42kg/m<sup>2</sup>) in relation to the solution of the NAUM

**Key words:** Hidroponics, fodder, germinated

## INTRODUCCIÓN

La producción ganadera es altamente dependiente de los forrajes, que son las fuentes más económicas de nutrientes para los animales. Entretanto la disponibilidad y calidad de las especies forrajeras están sujetas a condiciones edáficas y climáticas. En sistemas intensivos de explotación, una de las alternativas durante la época crítica seca, de corregir las deficiencias nutricionales es hacer uso de los cultivos hidropónicos de cereales o leguminosas (1) ya que no se requiere de grandes extensiones de tierras ni de mucha agua. Tampoco se requiere de largos períodos de producción. Esta forma de producción le permitiría a los campesinos obtener de una manera rápida, a bajo costo y en forma sostenible, un forraje fresco, sano, limpio y de alto valor nutritivo para alimentar a sus

animales (1).

En la hidroponía las soluciones nutritivas constituyen el aspecto principal del cultivo, pues estas determinan el crecimiento de las plantas y la calidad del producto final. (2). La solución nutritiva comúnmente utilizada para la producción del forraje verde hidropónico (FVH) en nuestro país es la solución hidropónica la Molina, la cual fue formulada por la Universidad Nacional Agraria la Molina. Sin embargo, su uso es limitado por su elevado costo, que en la mayoría de las veces no está al alcance del productor, especialmente de los pequeños y medianos.

La búsqueda de una solución nutritiva igual o mejor que la disponible en el mercado para cultivos hidropónicos, hizo que desarrollemos un experimento para responder la pregunta de Investigación: ¿Influirá considerablemente, las dos soluciones nutritivas en la composición química y producción de la cebada como forraje hidropónico? Para ello se planteo como objetivo general: evaluar la influencia de dos soluciones nutritivas en la composición química y producción de la cebada como forraje hidropónico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo fue conducido en un invernadero rústico, instalado a 3800 msnm con temperatura media de 18,8 y -2 °C en el día y en la noche, respectivamente. Se utilizó la semilla de cebada (*Hordeum vulgare*) en una proporción de 321 g de semilla seca/655,8 cm<sup>2</sup>. Los tratamientos en estudio fueron: la solución nutritiva de la UNH (1g de suplemento mineral, 0,43 g de urea y 0,33 g de cloruro de potasio, por litro de agua.), solución nutritiva de la UNAM (5 ml de solución A y 2ml de la solución B por litro de agua) y el testigo (exento de solución nutritiva). Estas soluciones fueron aplicadas por un espacio de cuatro días (del noveno y doceavo día de producción).

Las muestras de la masa fresca hidropónica de la cebada fueron analizados en cuanto a: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC); digestibilidad "in situ": de la

materia seca (DISMS) y de la proteína cruda (DISPC). La MS y MO se determinaron en el Laboratorio Central de la UNH, de acuerdo a la metodología (3), y la PC en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia de la UNCP. Para este nutriente se utilizó el método Micro Kjeldahl, considerándose el valor de 6,25 para la corrección de la proteína cruda.

Las variables consideradas en estudio fueron: Producción (kg/m<sup>2</sup>) de: Masa fresca (PMF), Materia seca (PMS), Materia orgánica (PMO), Proteína cruda (PPC) y además se consideró la composición química Materia Seca (%), MS), Materia Orgánica (%), MO) y Proteína Cruda (%), PC).

El delineamiento experimental utilizado fue el completamente aleatorizado con un solo factor y un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3x4, para la digestibilidad "in situ" de la materia seca y proteína cruda. Se aplicó la prueba de Tukey, al nivel de 5% de probabilidad para analizar las diferencias entre las medias de las variables en estudio.

## RESULTADOS

Las soluciones nutritivas (tratamientos) no presentaron efecto significativo ( $P > 0,05$ ) sobre el porcentaje de materia seca (Tabla 01), cuya media fue de 8,39 % de MS (Tabla 02). Los resultados del análisis de varianza (Tabla 01), se verificó efecto significativo ( $p < 0,05$ ) de las soluciones nutritivas sobre el contenido de MO (%) de la cebada hidropónica. Las parcelas libres de solución nutritiva (testigo), presentaron un mayor contenido de materia orgánica (95,42%) en comparación de aquellas que recibieron las soluciones nutritivas de la UNA La Molina (94,90%) y de la UNH (93,50%); existiendo superioridad de las parcelas incorporadas con la solución de la UNAM en relación al de la UNH (Tabla 02).

Tabla 01. Resumen del anava del efecto de las soluciones nutritivas sobre la composición química de la cebada hidropónica

FV	Cuadrados medios		
	%MS	%MO	%PC
Solución nutritiva	0,07 <sup>ns</sup>	4,93*	0,50*
Error	0,30 <sup>s</sup>	0,04	0,113
CV (%)	6,51	0,22	2,51

\* Significativo a 5% de probabilidad por la prueba de F.

<sup>ns</sup>: No significativo.

Según el análisis de varianza (Tabla 01) los tratamientos (soluciones nutritivas) influyeron significativamente ( $p < 0,05$ ) sobre la fracción de la PC de la cebada hidropónica

La solución nutritiva UNH (Tabla 02) es estadísticamente ( $p < 0,05$ ) superior a la solución nutritiva de la UNAM (T1) y al testigo. Sin embargo, la solución nutritiva de la UNAM (T1) es equivalente al testigo.

Tabla 02. Medias de la composición química de la cebada hidropónica

Tratamiento	Composición química (%)		
	MS	MO	PC
Testigo	8,48 <sup>a</sup>	92,42 <sup>c</sup>	13,14 <sup>b</sup>
UNAM	8,28 <sup>a</sup>	94,90 <sup>a</sup>	13,26 <sup>b</sup>
UNH	8,41 <sup>a</sup>	93,50 <sup>b</sup>	13,74 <sup>a</sup>

a,b,c)- números seguidos por letras desiguales, dentro de cada columna, difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Referente a la producción de la masa fresca hidropónica de la cebada, el resumen del análisis de varianza (Tabla 03), indica el efecto significativo ( $P < 0,05$ ) de las soluciones nutritivas.

Tabla 03. Resumen del anava del efecto de las soluciones nutritivas sobre la producción de masa fresca (PMF), materia seca (PMS), materia orgánica (PMO) y proteína cruda (ppc) - foto 01

1FV	Cuadros medios			
	PMF	PMS	PMO	PPC
Solución Nutritiva	78,93*	0,47 <sup>ns</sup>	0,22*	0,03*
Error	20,14	0,16	0,00004	0,0001
CV. (%)	12,89	18,62	0,23	2,63

\*: Significativo a 5% de probabilidad por la prueba de f.

<sup>ns</sup>: No significativo



Foto 01. Forraje Verde Hidropónico de Cebada

La solución nutritiva UNH (T2) fue superior al testigo (T0), pero equivalente a la solución nutritiva UNAM (T1). Los tratamientos T0 y T1 no difirieron entre sí (Tabla 04).

Tabla 04. Medias de producción de: PMF, PMS, PMO y PPC de la cebada hidropónica

Tratamientos	Producción (Kg/m <sup>2</sup> )			
	PMF	PMS	PMO	PPC
Testigo	31,43 <sup>b</sup>	2,65 <sup>a</sup>	2,59 <sup>c</sup>	0,37 <sup>c</sup>
UNAM	35,34 <sup>ab</sup>	2,99 <sup>a</sup>	2,87 <sup>b</sup>	0,39 <sup>b</sup>
UNH	37,65 <sup>a</sup>	3,12 <sup>a</sup>	3,01 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>

(a,b,c)- números seguidos por letras desiguales, dentro de cada columna, difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

La producción de masa fresca hidropónica, propiciado por los tratamientos se sitúan con medias de producción entre 18,92 a 24,90 kg/m<sup>2</sup>.



Foto 02 Análisis de muestras en el Laboratorio de Nutrición animal

## DISCUSIÓN

La MS de la cebada en forma de cultivo hidropónico se encuentra entre 17,91 a 20 % (4). Sin embargo (5), registran valores entre 10,95% a 12,92%. Evidentemente los valores encontrados en el presente experimento son inferiores respecto a los valores que reporta la literatura. La diferencia de cifras puede deberse a las variedades utilizadas, al tipo de soluciones y a la edad de la cosecha después de la siembra.

Referente a la MO del cultivo hidropónico de la cebada, (7) relatan entre 94,88 a 95,90 %; valores que están en línea a lo obtenido en el presente trabajo; a excepción de la solución nutritiva de la UNH, que presentó 93,50% de MO. (8), utilizando la solución nutritiva de la UNAM en el séptimo y octavo día, encontraron para la cebada hidropónica 91,59% de MO; cifra inferior a lo obtenido en nuestro estudio que se utilizó la misma solución por el espacio de cuatro días. Esta diferencia puede ser atribuida al número de días incorporadas de la solución nutritiva en el presente estudio a comparación a los autores anteriores.

Para la proteína cruda de la cebada hidropónica, reportan valores de 16,53 a 25% (6). Estas cifras están por encima a lo encontrado en el presente estudio. En tanto (9) relatan valores de la fracción proteica alrededor de 12,90%. Mientras (8) y (5), describen para este cultivo hidropónico 10,31 y 2,25 % de proteína cruda, respectivamente. La diferencia en el contenido de PC en los cultivos hidropónicos se debe probablemente al

número de días en las que se produce, pues un mayor número de días, da lugar a un menor tenor de proteína (10). Con soluciones nutritivas que contenían de 105 a 190 ppm de Nitrógeno/litro, (2) encontraron 13% de PC en el cultivo hidropónico de la cebada, valor que está en línea con el presente trabajo.

## AGRADECIMIENTO

El trabajo de investigación fue realizado por la supervisión del Dr. Alfonso Cordero Fernández a quienes nos gustaría expresar nuestros más profundos agradecimientos, por hacer posible la realización de este estudio. A demás agradecer su paciencia, tiempo y dedicación que tuvieron para que esto saliera de manera exitosa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cordero F, Meza F, Contreras P, Tunque Q. Uso de la Urea y Sales Minerales para Animales en la Determinación del Valor Nutritivo del Germinado de Cebada. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2004.
2. Müller L, Santos S, Medeiros, P. y Manfron A. Efecto de Soluciones Nutritivas en la Producción y en la Composición Bromatológica de Forraje Hidropónico de Cebada. Departamento de Fitotecnia de la Universidad Federal de Santa María (Maestría en Agronomía) 2003. III(15): pp. 140 – 160.
3. AOAC Official Methods of Analysis. Décima Edición, Washington: Association of Official Agricultural Chemists; 1970.
4. Orihuela T. Utilización de la Cebada (*Hordeum vulgare*) Germinada en la Alimentación de Cuyes en Crecimiento hasta las 12 Semanas. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero zootecnista]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1995.
5. Lomeli H. Forraje Verde Hidropónico de Trigo. [en línea]. México; 2000. [fecha de acceso 13 de setiembre del 2006]. URL disponible en <http://www.agrored.com.mx/agrocultra/63-forraje.html>. 2000.
6. Castro J. Salvador T, Rodríguez M. C. y Holguin. Uso de Forraje Hidropónico de Avena, Cebada y Arveja en Cuyes. Resumen de la XXI Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Universidad Nacional del Altiplano. Puno; 1998. XXI (X): 82-90.
7. Silva E. Utilización de la Cebada (*Hordeum vulgare*) y Maíz (*Zea mayz*) Germinado en la Alimentación de Cuyes Machos en Crecimiento y Engorde. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1994.
8. Contreras P, Tunque Q. "Evaluación del Rendimiento de la Arveja, Cebada y Trigo en Asociación, en la Producción de Germinados Hidropónicos". [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero zootecnista]. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2004.
9. Pérez, O. Producción de Forraje en Base a Germinados de Cebada (*Hordeum vulgare*) y Maíz (*Zea mays*). [Tesis para optar el grado de magister en ciencias]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1995.
10. FAO. Manual Técnico. Forraje Verde Hidropónico. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América latina y el Caribe. Santiago: Caribe; 2002.

Correo electrónico:  
joselcp2009@hotmail.com