



HIDROFORRAJES DE ARROZ CON UTILIZACIÓN DE DOSIS DE HIDRÓXIDO DE CALCIO

HYDROPONIC RICE FODDER USING CALCIUM HYDROXIDE DOSES

Sandro Valentín Chávez Insfran¹, Rubén Alejandro Ovelar Centurion^{1*}  y Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹

¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

*Autor por correspondencia: raovelar@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de forraje hidropónico de arroz con diferentes dosis de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción. El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar (DCA), constituidos por cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se utilizó una parcela con dimensión de 1x1m por cada unidad experimental, siendo 20m² de pista de concreto. Los tratamientos fueron T1: 0 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Testigo), T2: 2 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$, T3: 4 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$, T4: 6 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y T5: 8 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$, por litro de agua utilizada. Las características evaluadas fueron determinar la altura de planta, diámetro del tallo, masa fresca y seca de hoja/tallo, rendimiento de biomasa y la proteína bruta de los diferentes tratamientos evaluados. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas por el test de Tukey al 5%. De las determinaciones evaluadas el T4 obtuvo la mayor altura, diámetro y peso en biomasa total con 7,238 kg, sin embargo, el mayor contenido de proteína bruta se logró con el T3 con 22,28%.

Palabras clave: Forraje hidropónico, biomasa, proteína bruta.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the production of hydroponic rice fodder with different doses of calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). The present research work was carried out at the Faculty of Agricultural Sciences of the Universidad Nacional de Concepción. The experimental design used was completely randomized (DCA), consisting of five treatments and four replications, a plot with a dimension of 1x1m was used for each experimental unit, being 20m² of concrete track. The treatments were T1: 0 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Control), T2: 2 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$, T3: 4 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$, T4: 6 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and T5: 8 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$, per liter of water used. The characteristics evaluated were to determine plant height, stem diameter, fresh and dry mass of leaf/stem/root, biomass yield and crude protein of the different treatments evaluated. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared by Tukey's test at 5%. Of the determinations evaluated, T4 obtained the highest height, diameter and weight in total biomass with 7,238 kg; however, the highest crude protein content was achieved with T3 with 22,28%.

Keywords: hydroponic fodder, biomass, crude protein.

INTRODUCCIÓN

El hidroforraje de arroz es un alimento con el suficiente valor nutricional para considerarlo como un suplemento alimenticio ideal para elevar la condición nutricional del ganado, principalmente en zonas áridas y semiáridas donde es común que los animales pasen por periodos de desnutrición en diferentes etapas de su vida (Espinoza-Villavicencio et al., 2007).

Aunque se ha indicado que el hidroforrajes debe emplearse como complemento y no como un sustituto total de los forrajes convencionales puede convertirse en un forraje ideal para incrementar la condición nutricional del ganado, principalmente en zonas áridas y semiáridas donde es común la escasez de alimento para el ganado (FAO, 2001).

Con este sistema de alimentación se puede ofrecer un suministro constante de alimentos, que se caracteriza por un alto nivel de proteína y sales minerales (FAO, 2001).

Una manera de enfrentar este problema es través de la producción de hidroforrajes dentro de invernaderos rústicos, de bajo costo, que permita sostener una producción intensiva de forraje fresco para los animales, tanto en condiciones extremas de frío, como viene ocurriendo actualmente, como también en condiciones extremas de sequía, además de obtener la misma cantidad y calidad de forraje todo el año y a bajo de costo (García, 2004).

Hoy se sabe que es posible cultivar en climas adversos dentro de invernaderos y que también es posible cultivar sin necesidad del suelo a través de la técnica de cultivo sin suelo más conocida como hidroponía. Pero el agua ha sido y será siempre el factor limitante para toda producción agrícola. Precisamente, una de las ventajas del cultivo sin suelo es el ahorro significativo del agua, siendo una buena opción en zonas donde ocurren sequías frecuentes (Robles, 2000).

El éxito de la producción hidropónica depende más del conocimiento agronómico (clima apropiado para el cultivo, siembra, solución nutritiva, control de plagas y enfermedades, etc.) que del conocimiento de la técnica en sí (Morales et al. 2012).

Por esa razón en este trabajo se utilizó el hidrato de calcio con el fin de controlar hongos y bacterias, donde el calcio actúa en diversas reacciones que influyen en la resistencia de los vegetales al ataque de patógenos.

La hipótesis planteada en el presente trabajo sostiene que el T4 con 6g/lts de agua obtendrá mejores resultados en comparación a los demás tratamientos.

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general; evaluar la producción de hidroforrajes de arroz con diferentes dosis de hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, y como objetivos específicos determinar la altura, diámetro, masa fresca y seca de hojas/tallo/raíz y determinar la proteína bruta de los diferentes tratamientos evaluados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo correspondió al tipo experimental cuantitativo. El experimento se realizó en la Granja Didáctica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC, situado a la altura del km 2 de la ruta V Gral. Bernardino Caballero, en las coordenadas de 23° 24' 23" S, 57° 26' 4 O.

El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26°C y 14°C con máximas pueden que pueden llegar 45°C en estaciones de verano y mínimas de hasta 4°C en estaciones de invierno, con leves incidencias de heladas. La precipitación media anual es de 1400 mm (DINAC, 2016).

El diseño utilizado fue Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando veinte unidades experimentales. Se utilizó una parcela con dimensión de 1x1 m por cada tratamiento, siendo 20 m² de pista de concreto. Los tratamientos utilizados se detallan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos. Concepción Paraguay 2018.

Tratamientos	Descripción
T1	0 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Testigo)
T2	2 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$
T3	4 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$
T4	6 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$
T5	8 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$

El trabajo experimental se instaló sobre una pista de concreto con una profundidad de 5 cm y con declive de 10%, en esta área se constituyeron las 20 unidades experimentales.

Se utilizaron semillas proveídas de los productores de la Zona de San Pedro (Ybapovó) se realizó una selección de las mejores semillas para el experimento, una vez seleccionadas, se procedió a la siembra de las mismas, la densidad fue de 2,2 kg m², según FAO (2001), se utilizó una pista de cemento y se colocó encima pasto seco, así para mantener la humedad después del riego y de esa manera germine y crezca en un lapso de 14 días.

Para la producción de hidroforrajes de arroz, se utilizó la metodología propuesta por Jiménez

y Elizondo (2002). Los procedimientos empleados en el manejo fueron: pesaje y selección de las semillas: se hizo una selección manual de las semillas para eliminar todas aquellas que estaban en mal estado; prelavado: las semillas se lavaron y desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio a una a dosis de 1%, dejándolas remojar por tres minutos, luego se enjuagaron con agua limpia; remojo: se sumergió la semilla en un recipiente con agua, usando un litro de agua por kilogramo de semilla y se dejó remojar por un periodo de 24 horas; el oreo: consistió en esparcir las semillas en una carpa para que se oreen uniformemente por un periodo de tiempo de 24 horas; traslado y tapado: se trasladaron y taparon las parcelas con las semillas para proveer un ambiente sin luz con el propósito de estimular las plántulas a germinar, colocando pasto seco para el efecto. Riego y fertilización: a los 6 días después de la siembra se aplicaron las diferentes dosis de hidróxido de calcio según los tratamientos. Completando un total 14 días de aplicación, no se llevó en cuenta los días de reposo que debe tener el forraje antes de la alimentación al animal. Las determinaciones se realizaron en el momento de la cosecha, a los 15 días después de la siembra. Se evaluaron los siguientes parámetros:

Altura de la planta: se seleccionaron 10 plantas al azar de cada unidad experimental, se utilizó una regla centimetrada para medir la altura de las plántulas a los 15 días, justo antes de la cosecha, desde la apertura del cuello hasta el ápice de las plantas.

Diámetro de tallo: se utilizaron las plantas que fueron medidas para determinar la altura, el diámetro se midió con un paquímetro digital en la apertura del cuello. Los resultados fueron expresados en milímetros (mm).

Masa fresca y seca de hoja/tallo: se realizó el pesaje en fresco de las 10 plantas seleccionadas al azar de las determinaciones anteriores, con ayuda de una balanza analítica. Posteriormente, se secaron las muestras al sol durante 72 horas para la obtención de la masa seca. Los resultados fueron expresados en kilogramo (kg).

Rendimiento de biomasa: Se realizó la cosecha del total de las plantas emergidas, se pesó la biomasa fresca y después se dejó 72 horas al sol para su secado, posteriormente fueron pesadas con la ayuda de una balanza electrónica para la obtención del rendimiento en kilogramos (kg).

Proteína Bruta: Se utilizó para cada muestra 500 g de forraje, las cuales fueron remitidas a un

laboratorio de bromatología para su análisis. (Barbarino, 2001).

Todos los datos fueron estudiados y evaluados estadísticamente, para el efecto se recurrió al análisis de varianza (ANAVA), para verificar si existió o no diferencia significativa entre los tratamientos y las medias que presentaron diferencias significativas fueron comparadas entre sí con el test de Tukey al 5% de probabilidad para categorizar los tratamientos en estudio y el análisis de regresión entre los rendimientos adquiridos para obtener la dosis recomendada.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de la planta

Como se aprecia en la (Tabla 2) no existen diferencias significativas para la variable altura de las plántulas con respecto a los tratamientos; sin embargo, el T4 mostró mayor altura con 12 cm utilizando dosis de 6g Ca(OH)_2 /litro de agua, con un coeficiente de variación de 10,16, parámetros normales para una investigación.

Tabla 2. Determinación de la altura de las plántulas, de todos los tratamientos evaluados, FCA-2018.

Trat.	Dosis de Ca(OH)_2 (g/L de agua)	Altura de la planta (cm) ^{NS}
T4	6 g	12 a
T5	8 g	11 a
T3	4 g	11 a
T2	2 g	11 a
T1	0 g (Testigo)	11 a
MG:		11,5
DMS:		2,552
CV:		10,16

Las medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí en el nivel Tukey, significancia al 5%. NS: No significativo. MG: Media general. DMS: Desviación mínima significativa. CV (%) Coeficiente de variación.

La altura de la planta de arroz es un parámetro muy importante como indicador de la velocidad de crecimiento y cantidad de biomasa, los tratamientos 1, 2, 3 obtuvieron datos iguales con 11 cm de altura, probablemente se debe al efecto de una menor concentración de Ca(OH)_2 , sin embargo en el T5 con 8 g de Ca(OH)_2 por litro de agua obtuvo mismo valor que los tratamientos 1, 2 y 3. MINAG (2004) recomienda una dosis de 6 g/L de agua de Ca(OH)_2 para el control de enfermedades fúngicas en sistemas

hidropónicos, lo que se corresponde con los resultados obtenidos.

Diámetro de tallo

Como puede verse en la Tabla 3, el análisis estadístico demuestra que el T4 presentó agrónomicamente mejor resultado con 1,49 mm por tallo, con una media general de 1,46 mm, aunque no hubo diferencia significativa a nivel estadístico entre los tratamientos.

Tabla 3. Determinación del diámetro de las plántulas, de todos los tratamientos evaluados, FCA-2018.

Trat.	Dosis de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (g/L de agua)	Diámetro de tallo (mm) ^{NS}
T1	0 g (Testigo)	1,43 a
T2	2 g	1,45 a
T3	4 g	1,48 a
T4	6 g	1,49 a
T5	8 g	1,47 a
MG:		1,46
DMS:		0,19
CV (%):		6,10

Las medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí en el nivel Tukey, significancia al 5%. NS: No significativo. MG: Media general. DMS: Desviación mínima significativa. CV (%) Coeficiente de variación.

Masa fresca y seca de hoja/tallo

En la tabla 4 se presentan las medias de la determinación masa verde y masa seca de hoja/tallo, además de los resultados del Test de Tukey al 5% practicado.

Tabla 4. Análisis de masa fresca y seca de hoja/tallo de todos los tratamientos evaluados, FCA-2018.

Tratamientos	Masa fresca (kg) ^{NS}	Masa seca (kg) ^{NS}
T1(0g/L de agua)	0,421 a	0,62 a
T2(2g/L de agua)	0,433 a	0,64 a
T3(4g/L de agua)	0,435 a	0,73 a
T4(6g/L de agua)	0,527 a	0,74 a
T5(8g/L de agua)	0,512 a	0,73 a
MG:	0,19	0,69
DMS:	19,5	0,22
CV (%):	13,2	14,85

Las medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí en el nivel Tukey, significancia al 5%. NS: No significativo. MG: Media general. DMS: Desviación mínima significativa. CV (%) Coeficiente de variación.

Se observa que no hubo diferencias significativas a nivel estadístico en los

tratamientos evaluados para la determinación de masa fresca; son iguales entre sí estadísticamente, sin embargo, el T4 presentó agrónomicamente mejor resultado con 0,527 kg de masa.

Igualmente, para la determinación de masa seca se percibe que no hubo diferencias a nivel estadísticos entre los tratamientos estudiados. Pero agrónomicamente se observa que el T4 obtuvo el mayor valor con 0,74 kg de masa seca.

Lo anterior coincide con estudios similares realizados por Rivera et al. (2010), donde no obtuvieron diferencias en los valores de masa seca de hojas/tallos del cultivo hidropónico de arroz cuando aplicaron 4 y 5g de hidróxido de calcio y una solución nutritiva.

Rendimiento de biomasa

En la Figura 1 se presentan las medias del rendimiento de biomasa total producida en kilogramos. Se percibe que no hubo diferencias a nivel estadísticos entre los tratamientos estudiados, donde el T1 obtuvo 5,936 kg, el T2: 6,152kg, T3: 6,117 kg y el T5: 6,47 kg, pero agrónomicamente se observa que el T4 obtuvo el mayor valor con 7,238 kg.

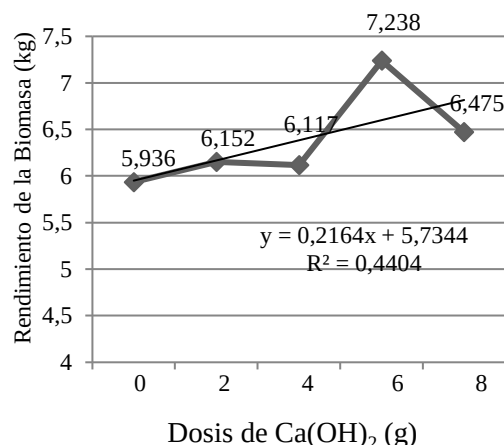


Figura 1. Peso promedio de la biomasa calculada por cada tratamiento, FCA-UNC 2018.

Los resultados demostrados más arriba no concuerdan con el estudio realizado por Salas et al. (2010), quienes señalan que el rendimiento de forraje fresco de arroz a partir de dos kilogramos puede producir 10,49 kg m² a los 12 días de edad, en este experimento se trabajó con 2,2 kg m² y la cosecha se realizó a los 15 días y se obtuvo menores resultados a lo mencionado por el autor.

López-Aguilar et al. (2009), señala que el rendimiento de forraje fresco depende, en mayor medida, del día de cosecha, la

fertilización, la densidad de siembra y el porcentaje de germinación de la semilla.

Proteína bruta

En la Figura 2 se presentan las medias del porcentaje de proteína bruta obtenida en el experimento donde se trabajó con dosis de hidróxido de calcio. No h

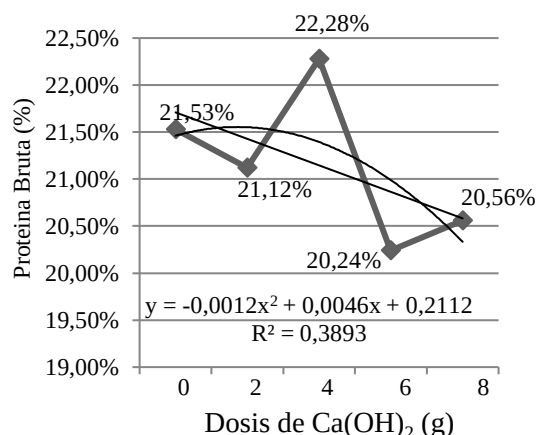


Figura 2. Resultados de proteína bruta del experimento, FCA-UNC 2018.

Se observa en la Figura 2 que el T3 presentó mejor porcentaje de proteína bruta en comparación a los demás tratamientos, con 22,28% de PB, en tanto el menor valor fue para el T4 con 20,24%.

Quezada (2007), reportó valores de proteína bruta para hidroforrajes de arroz con 16,8% y reportó que cada cultivo y variedad tienen óptima producción en distintas relaciones de corte-proteína.

CONCLUSIONES

Se obtuvo mejores resultados en las determinaciones de altura, diámetro, biomasa total masa verde y seca de raíz, masa verde y seca de hoja/tallo con el tratamiento cuatro (T4) a una dosis de 6 g de Ca(OH)₂/L de agua, lo que indica, que la cantidad aplicada es óptima para la producción de hidroforrajes de arroz en condiciones ambientales no controladas, y justificando que con el uso de hidróxido de calcio no se observó la presencia de alguna enfermedad fungosa.

Para la determinación de proteína bruta se logró mayor porcentaje con el T3, justificando la respuesta obtenida se puede afirmar que con la cantidad de dosis utilizada se logra obtener mayor elongación de las plántulas y mayor peso de biomasa, pero menor contenido proteico

La dosis recomendada para la aplicación de Ca(OH)₂/L de agua, es de 6 g por cada un litro de agua para obtener 7,238 kg de biomasa total;

utilizando semillas de buena calidad con un poder germinativo del 90%; y para obtener una óptima producción de proteína bruta lo recomendable es utilizar 4 g Ca(OH)₂/L de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbarino, J. (2001). *Avaliação da qualidade nutricional pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas* [Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa]. UFV.
- DINAC. (2016). *Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil*. Consulta personal.
- Espinoza-Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa, A., Ávila-Serrano, N., Guillén-Trujillo, A., de Luna-de la Peña, R., Ortega-Pérez, R., & Murillo-Amador, B. (2007). La ganadería orgánica, una alternativa De desarrollo pecuario para algunas Regiones de México: una revisión. *Interciencia*, 32(6), 385-390. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932604>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2001). *Forraje verde hidropónico*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- García, A. (2004). *Evaluación de forraje verde hidropónico en tres especies forrajeras (Cebada, Trigo y Triticale) bajo condiciones de invernadero* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Jiménez, H., & Elizondo, J. (2002). Forraje hidropónico. Una alternativa para la alimentación animal. *Revista ECAG Informa*, 32, 36–39.
- López-Aguilar, Raúl, Murillo-Amador, Bernardo, & Rodríguez-Quezada, Guadalupe. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*, 34(2), 121-126. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000200009&lng=es&tlng=es
- MINAG (Ministerio de Agricultura). (2004). *Estrategias de producción fitosanitarias para las hortalizas*. Departamento Programa de Defensa, La Habana, Cuba.
- Morales R., H. J., Gómez-Danés A., A., Juárez L., P., Olguín L., L., Ley de C., A.

- (2012). Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea mays* L.) con diferente concentración de solución nutritiva. *Abanico Veterinario*, 2(3):20-28. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=44969>
- Quezada, A. (2007). *Cómo producir con facilidad, rapidez y óptimos resultados hidroforrajes de arroz*. Ediciones Diana. ISBN: 968-13-3613-5
- Rivera, A., Moronta, M., Gonzáles-Estopiñam, M., Gonzáles, D., Perdomo, D., García, D., & Hernández, G. (2010). Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia Tropical*, 28(1), 33–41. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100005&lng=es&tlng=es
- Robles, S. (2000). *Producción de granos y forrajes* (5ª ed.). Editorial Limusa.
- Salas, P., Preciado, R., Rivera, E., Álvarez, R., Vicente De Paul, P., Gil, A., Rodríguez, D., & Márquez, H. (2010). Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoamericana*, 28(4), 355–360. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000400007