

## **EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE DESHIDRATADO DE RAÍZ Y FOLLAJE DE YUCA AMARGA (*Manihot esculenta, crantz*) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DEL ALMIDÓN Y LA PROTEÍNA**

### **Effect of different types of dehydration of root and foliage of bitter cassava (*manihot esculenta, crantz*) on the *in vitro* digestibility of starch and protein**

Rafael Quiñónez<sup>1</sup>, Carlos González<sup>1</sup>, Delia Polanco<sup>2</sup> y Humberto Araque<sup>1</sup>

#### **RESUMEN**

El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Su objetivo fue determinar el impacto del tratamiento de secado de raíz y follaje de yuca amarga sobre la digestibilidad *in vitro* del almidón (DIVA) y de la proteína (DIVP) en raíz y follaje, respectivamente. Los tratamientos fueron: T1: Patio de secado (PS); T2: Cuarto de secado con techo de vidrio (CS); T3: Estufa (E) y T4: Túnel de secado (TS), tanto para la raíz, como el follaje. Una vez deshidratado el material se determinó la DIVA utilizando el método descrito por Holm *et al.* (1983) y la DIVP mediante el método descrito por Akeson y Stammann (1964). La raíz en TS tuvo un valor de 35,55% de DIVA a los 180 minutos y fue menor ( $P < 0,01$ ) que en los demás tratamientos, los cuales presentaron valores superiores a 60% y no fueron diferentes ( $P > 0,05$ ) entre ellos. La DIVP en follaje fue afectada ( $P < 0,05$ ) por el tratamiento térmico. Fue mejor para PS (47,82%) y similar entre CS y E (46,45 y 42,48%, respectivamente); mientras que E fue diferente de PS. Los menores valores se observaron en TS (27,50%). Se concluye, que el deshidratado con altas temperaturas de raíz y follaje de yuca afectó la digestibilidad tanto del almidón en la raíz, como de la proteína en el follaje, la cual disminuyó a medida que aumentó la temperatura y el tiempo de secado.

**Palabras clave:** yuca amarga, digestibilidad *in vitro*, tipos de deshidratado

---

Recibido: 20-05-2005

Aceptado: 10-10-2005

<sup>(1)</sup> Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. El Limón, Maracay, Venezuela. caraujo2@telcel.net.ve, araqueh@agr.ucv.ve

<sup>(2)</sup> Instituto de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. El Limón, Maracay, Venezuela.

---

## ABSTRACT

The study was made at the Faculty of Agronomy of the Central University of Venezuela; the objective was to determine the impact of the treatment of drying the root and foliage of bitter cassava on the digestibility *in vitro* of the starch (DIVA) and the protein (DIVP) in root and foliage respectively. The treatments were: T1: Patio for drying (PS); T2: Room for drying with glass roof (CS); T3: Stove (E) and T4: Tunnel for drying (TS), for the root and foliage. Once dehydrated the material the determinations of DIVA was done using the method described by Holm *et al.* (1983), and the DIVP by the method described by Akeson y Stammann (1964). The root in TS obtained a value of 35.55% of DIVA after 180 minutes ( $P < 0.01$ ), and was lower than the other treatments of drying, which surpassed 60% of DIVA, among which were no differences ( $P > 0.05$ ) according to the type of drying. The DIVP in foliage was affected ( $P < 0.05$ ) by the heat treatment, the DIVP was better for PS (47.82%), and similar between CS and E (46.45% and 42.48%, respectively); lower values were observed for TS (27.50%). It concludes that dehydration by high temperatures for root and foliage of cassava affected the digestibility of the starch in the root and the protein in the foliage, which lowered as it increased the temperature and the drying time.

Key words: bitter cassava, *in vitro* digestibility, types of dehydration

---

## INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos en Venezuela no ha podido crecer debido a la alta dependencia de materias primas importadas para la alimentación, que representan más de 80% de los costos de producción (González 1994). En función de esto, en Venezuela se ha estudiado el uso de materias primas tropicales que producen grandes cantidades de biomasa, suficiente para suplir gran parte de las necesidades nutricionales energéticas en la alimentación de monogástricos (Cuellar 1997). No obstante, es necesario el conocimiento de los valores de referencia de la digestibilidad de

nutrimentos para balancear las dietas de los animales. Un método para predecir la digestibilidad en forma rápida y económica es la digestibilidad *in vitro*, que no requiere animales ni infraestructura para alojarlos y es posible usarla como prueba de rutina en laboratorio. Sin embargo, tiene el inconveniente de no considerar aspectos ligados a la fisiología misma de la digestión, como la tasa de pasaje o el tránsito de la digesta que pueden tener influencia directa sobre la digestibilidad (Boissen 1991). Además, no considera el nitrógeno endógeno que se origina en mayor o menor cantidad de acuerdo con las características del alimento

que se evalúa (Furuya 1991). A pesar de esto, es una técnica de menor costo y de mucha utilidad (Savoie 1991). En este sentido, se persiguió como objetivo evaluar el efecto de diferentes tipos de deshidratado de raíz y follaje de yuca amarga (*Manihot esculenta*, crantz), sobre la digestibilidad *in vitro* del almidón y la proteína.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el Laboratorio Sección Porcinos del Instituto de Producción Animal, y en el Laboratorio de Raíces y Tubérculos del Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se utilizó el clon de yuca UCV-2241. Las raíces fueron cosechadas, seleccionadas y lavadas con agua corriente, se retiró el exceso de humedad y se troceó en rodajas de 0,4-0,5 cm de espesor; fueron pesadas y distribuidas en los diferentes tratamientos de secado. Los tratamientos fueron tanto para la raíz, como para el follaje: T1: Patio de secado (PS), T2: Cuarto de secado con techo de vidrio (CS), T3: Estufa (E) y T4: Túnel de secado, con temperaturas de 25, 40, 65 y 183 °C, respectivamente, hasta alcanzar peso constante. Se realizó la determinación de la DIVA utilizando el método descrito por Holm *et al.* (1983) y la DIVP mediante la técnica descrita por Akeson y Stammann (1964). El N se determinó por el método de MICRO – KJENDHAL, y el porcentaje de digestibilidad y el

nitrógeno soluble, se determinó por medio de las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{\% \text{ nitrógeno soluble en tricloroacético}}{\% \text{ nitrógeno de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ N soluble en tricloroacético} = \frac{(V \text{ H}_2\text{SO}_4 - V \text{ Blanco}) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 14 \times V \text{ Total}}{V \text{ Digestión} \times \text{Peso muestra (mg)}} \times 100$$

Donde:

V: Volumen

N: Nitrógeno

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro (4) tratamientos y siete (7) repeticiones. Se realizó el análisis de la varianza por el método de mínimos cuadrados, con un modelo de efectos fijos, para igual número de observaciones, mediante el paquete estadístico Statistix versión 8.0. Se verificó el cumplimiento de los supuestos del análisis de la varianza, y en aquellas variables con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,01$ ) se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (Steel y Torrie 1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa que la DIVA en la raíz de yuca amarga mostró diferencias significativas entre tratamientos. La DIVA para TS (35,55 %) fue menor ( $P < 0,01$ ) a la obtenida en los demás tratamientos, en los cuales se observaron valores superiores a 60% y no presentaron diferencias estadísticas entre ellos. Se evidencia que en el tratamiento de TS

ocurrió disminución en la hidrólisis del almidón, debido a la menor actividad de la enzima  $\alpha$ -Amilasa pancreática causada por la alta temperatura a la cual fue expuesto el material vegetal (183° C). En este sentido, Berry (1986) explicó que los alimentos procesados en caliente pueden tener cantidades de almidón resistentes; que soportan la incubación prolongada con enzimas amilasas y otras enzimas aminolíticas. No obstante, Xue *et al.* (1996) señalaron que los almidones con cantidades altas y bajas en amilosa consumidas por ratas disminuyeron su digestibilidad como resultado de la formación de almidones resistentes durante el tratamiento calórico, que limitan a las enzimas hidrolíticas para fraccionar el componente amiláceo. Según Goñi *et al.* (1995), aparte del tratamiento térmico, la relación amilosa-amilopectina, grado de gelatinización, enfriamiento y almacenamiento, también afectan el contenido de almidones resistentes.

**Tabla 1. Digestibilidad del almidón de raíz de yuca amarga de acuerdo al tipo de secado utilizado.**

| Tratamiento | Digestibilidad (%) |
|-------------|--------------------|
| T1          | 61,46 a            |
| T2          | 63,15 a            |
| T3          | 69,10 a            |
| T4          | 35,55 b            |
| CV.         | 17,97              |

Letras diferentes en la misma columna reflejan diferencias (P<0,01). T1: PS, T2: CS, T3: E, T4: TS

Según Ly y Preston (2001), la digestibilidad *in vitro* de la proteína se relaciona cercanamente con los valores de nitrógeno soluble en agua en una amplia gama de especies tropicales forrajeras. Estos autores propusieron que la

medida del nitrógeno soluble en agua es una primera aproximación que permite predecir la digestibilidad verdadera de la proteína en forrajes tropicales para animales monogástricos. En la Tabla 2 se observa la DIVP para el follaje de yuca amarga, hubo diferencias (P<0,01) entre tratamientos. La DIVP más alta se observó en PS (47,82%). No obstante, el valor obtenido en PS fue menor al reportado por Ly y Preston (2001) quienes informaron DIVP de 57,8 %.

**Tabla 2. Digestibilidad de la proteína y proteína no digestible de follaje de yuca amarga de acuerdo al tipo de secado utilizado.**

| Tratamiento | D PC     | P ND    |
|-------------|----------|---------|
| T1          | 47,82 a  | 11,40 a |
| T2          | 46,45 ab | 11,38 a |
| T3          | 42,48 b  | 12,69 a |
| T4          | 27,50 c  | 15,48 b |
| CV.         | 8,32     | 7,75    |

Letras diferentes en la misma columna reflejan diferencias (P<0,01). T1: PS; T2: CS; T3: E; T4: TS

Las diferencias en los valores de DIVP, según Dierick (1991), se deben a que la digestibilidad ileal *in vitro* es reflejo del procesamiento de los alimentos (tamaño de partícula, la granulación y el tratamiento térmico). Así mismo, Brennan (1998) indicaron que una modificación de la sensibilidad a las enzimas (las proteínas desnaturalizadas son más sensibles a los jugos digestivos) desnaturaliza la proteína soluble parcial, total y completamente entre 50 y 55, 66 y 70C y a 80°C, respectivamente. En este sentido, Casp y Abril (1999) informaron que el proceso de deshidratación produce una desnaturalización de las proteínas, especialmente en las

membranas, y reduce el valor biológico según el método de deshidratado utilizado; la exposición prolongada a altas temperaturas disminuye la utilización de la proteína.

### CONCLUSIÓN

La digestibilidad *in vitro* de almidón en raíz y proteína en follaje de yuca fue afectada por la estructura de deshidratado. Hubo menor digestibilidad en ambos casos en la medida que aumentó la temperatura de las estructuras de deshidratado.

### REFERENCIAS

- Akeson, W. and Stammann, M. 1964. A pepsin pancreatic digest index of protein quality evaluation. *J. Nutr.* 83: 257 – 261.
- Berry, C. 1986. Resistent starch: formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determinótion of dietary fiber. *J. of Cereal Sci.* 4: 301 – 314.
- Boissen, S. 1991. A model for feed evaluation based on in vitro digestible dry matter and protein. In: M.F. Fuller (Ed.). *In Vitro Digestion for Pigs and Poultry*. CAB International, Wallingford, UK. 206 pp.
- Brennan, J.G. 1998. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. 3<sup>a</sup>. ed. Acribia. Zaragoza. 714 pp.
- Casp, A. y Abril, J. 1999. *Procesos de conservación de alimentos*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. 494 pp.
- Cuellar, P. 1997. Alimentación no convencional de cerdos, mediante la utilización de recursos disponibles en diferentes zonas ecológicas. [Datos en línea]. En <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/piedad.htm>. [2005 julio16].
- Dierick, N. 1991. Recent developments in pig feed evaluation. *Proceedings of the International Congress on Pig Farming*. Bruselas. pp 21-28.
- Furuya, S. 1991. Estimation of true ileal digestibility of amino acid with pigs by an in vitro method using intestinal fluid. In: Fuller, F., ed. *In Vitro digestion for pigs and poultry*. CBA. pp 116 – 127.
- González, C. 1994. *Utilización de la batata (Ipomoea batatas L) en la alimentación de cerdos confinados y en pastoreo*. Tesis Doctoral FAGRO UCV, Maracay. 234 p.
- Goñi, Y., Garcia, L., Mañas, E. and Samura, C. 1995. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chemistry* 56(4):445 – 449.
- Holm, J., Björck, I., Ostrowska, S., Eliasson, A., Asp, N., Akeson L. and Stammann, K. and Lundquist, Y. 1983. Digestibility of amylose-lipid complexes in vitro and in vivo. *Starke* 35: 254 – 297
- Ly, J. and Preston, T. 2001. In vitro estimates of nitrogen digestibility for pigs and water-soluble nitrogen are correlated in tropical forage feeds. [Datos en línea].

<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/1/ly131.htm>. [2005 junio10].

Savoie, L. 1991. In vitro simulation on protein digestion an integrated approach. In: Fuller, F. ed. In Vitro digestion for pigs and poultry. CBA. pp. 140-149.

Steel, R. y Torrie, J. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. 2<sup>a</sup> Edición. McGraw Hill. México. 215 pp.

Xue, Q., Newman, R. and Newman, C. 1996. Effects of heat treatment of barley starches on in vitro digestibility and glucose responses in rats. *Cereal Chemistry* 73(5): 588 – 592.