

Evaluación de la ensilabilidad del boniato como método de conservación para la alimentación porcina

Evaluation of the insilage of the sweet potato like conservation method for the swinish feeding

Raciél Lima Orozco (1), Seliza Nancy Tavares da Veiga (2), Luis A. González Díaz (3); Yasser García López (3) y Leandro Marrero Suárez (3).

(1) Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara.

(2) Médico Veterinario Zootecnista, Cabo Verde.

(3) Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara.

E-mail: raciello@uclv.edu.cu

RESUMEN: El trabajo se realizó en el laboratorio de nutrición animal del CIAP. El boniato molido se empleó para efectuar la prueba rápida de ensilabilidad de 12 tratamientos y sus réplicas (3). Las muestras fueron incubadas a temperatura ambiente por 46h, seleccionando 4 tratamientos para desarrollar los silos de laboratorio. Estos ensilajes se evaluaron a diferentes % de MS (13, 17, 25 y 33%). Las lecturas de pH se efectuaron al inicio (0 h), 24h, 7 días, 14 días y 21 días post fermentación. Se seleccionó una parte de la muestra (40 g) para realizar análisis bromatológico. Al boniato se les analizó MS, ceniza bruta, proteína bruta (PB), fibra neutra detergente, fibra ácida detergente y hemicelulosa (Hcel). A los ensilajes posados fermentación (21 días) se les analizó Materia seca, ceniza y Proteína Bruta. Los análisis estadísticos se realizaron en SPSS 16.0, aplicándose pruebas de comparación de medias mediante el ANOVA de clasificación simple. Los resultados demostraron que el ensilaje de boniato es fuente de aporte energético, potencialmente utilizable por el cerdo, debido al alto contenido de FND y bajo contenido de FAD. Los mejores tratamientos, según pH, fueron el boniato+guarapo y el boniato+guarapo + yogur. El mejor tratamiento de los silos a nivel de laboratorio fue el de Boniato + Canavalia + Guarapo + Yogurt con 25 % de MS. Se concluye que la incorporación de la canavalia al ensilaje de boniato mejoró su contenido en PB y su nivel en MS.

Palabras clave: Boniato, ensilabilidad, porcino, alimentación, valor nutritivo.

ABSTRACT: The study was carried out in animal nutrition laboratory from CIAP. The crashed sweet potatoes for quick ensilability test of 12 treatments and their replicates (3) was used. The samples were incubated at room temperatures for 46 hrs, four best treatments were selected to carry out the silage for laboratory. Those silages evaluated at different % of dry matter (13, 17, 25 and 33 %). The pH was recorded in the beginning (0 h), 24 h, 7 days, 14 days and 21 days after fermentation. Same of the sample (40 g) was selected for chemical proximate analysis out of the sweet potato the following was analyzed, ash, dry matter and crude protein. The statistically were carried out using SPSS 16.0 applying the test for the mean in simple classification ANOVA. The results indicate that sweet potato silage is source of energy which is potentially applicable to pigs due to the high content of NDF and low content of ADF. The best treatments according to pH were the sweet potato + sugar cane juice and sweet potato + sugar cane juice + yogurt. The best silage treatment in the laboratory was sweet potato + Jack beans + sugar cane juice + yogurt with 25 % of dry matter. It is concluded that the incorporation of Jack beans in the silage of sweet potatoes improves the crude protein and the level of dry matter.

Key words: Sweetpotato, ensilability, pigs, feeding, nutritive value.

INTRODUCCIÓN

Ante la creciente demanda mundial de alimentos para la población humana, el cerdo constituye una

alternativa por ser fuente de proteína de excelente calidad. Sin embargo, la mayoría de los países de Latinoamérica tienen una serie de limitaciones para masificar su uso en la alimentación, como alternativa

para bajar su costo, debido a que la dieta porcina está basada en formulaciones con materias primas principalmente importadas, lo que da origen a una gran dependencia externa y fragilidad del sistema. (Gomez, 2006)

En una producción racional de cerdos, se hace necesario el desarrollo de estrategias alimenticias utilizando recursos y materias primas que, por sus requerimientos agroecológicos, compitan económicamente en condiciones más ventajosas con los cereales y la soya importados; haciendo posible su uso en la sustitución, total o parcial, de estos últimos recursos, con el fin de generar un producto a menor costo con componentes nacionales. (González, 1994)

En los últimos 30 años numerosas investigaciones han demostrado que con algunos alimentos no convencionales se logran resultados de comportamiento comparables a los obtenidos con la alimentación convencional. Por otro lado, los alimentos no convencionales están constituidos por una amplia gama de productos y subproductos que existen en el área tropical. Estos alimentos varían ampliamente en su composición química y pueden presentarse en forma líquida, semi-líquida y sólida; pero además para ser utilizados más eficientemente en animales monogástricos requieren de algún procesamiento que viabilice su empleo, como secado por métodos artificiales o naturales para fabricar harinas, ensilajes, preservación o simplemente molinaje para incrementar el consumo y aprovechamiento digestivo. (Lezcano, 2006)

El boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) ocupa el sexto lugar entre los alimentos más importantes del mundo. En Cuba, el boniato se cultiva en casi todas las localidades, por ser un cultivo que se adapta fácilmente a la mayoría de las condiciones climáticas y de suelo. Este cultivo juega un importante papel desde el punto de vista económico y para la alimentación humana y animal, ya que constituye una fuente de carbohidratos, vitamina A y calcio. (González, 1996)

De acuerdo a lo planteado, a las facilidades agrotécnicas del cultivo en Cuba y a las deficiencias de su almacenaje, el ensilaje de este alimento puede ser una herramienta útil para los productores porcinos en aras de reducir importaciones, por lo que nos proponemos como objetivo evaluar la ensilabilidad del boniato como fuente energética en la alimentación del cerdo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el laboratorio de nutrición animal del Centro de Investigaciones Agropecuarias. El boniato y la canavalia (*Canavalia ensiformis*) fueron molidos en un molino de facturación alemana “Veb Nosse Ner Maschinenbau” sin criba (2-3 mm de grosor de las partículas). Después de molidos se tomaron 50 g de muestra para efectuar la prueba rápida de ensilabilidad de Pieper *et al.* (1996) y 1 kg de muestra para secar a 65 °C durante 72 h y ser molida a 1 mm para análisis químicos. Los tratamientos conformados aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos empleados en la prueba rápida de ensilabilidad (n = 3).

Tratamientos	Agua		CS (2%)		Guarapo	
	S/Inóculo	Yogurt (2 %)	S/Inóculo	Yogurt (2 %)	S/Inóculo	Yogurt (2 %)
Boniato	1	2	3	4	5	6
Boniato + Canavalia	7	8	9	10	11	12

Procedimiento de ensilabilidad

Se tomaron 50 g de muestra [boniato (50 g) o boniato (30 g) + canavalia (20 g)] y se le adicionaron 200 ml de agua destilada o guarapo, 1 ml de yogurt, 1,32 g de miel, según correspondió a cada

tratamiento (ver tabla 1). Las muestras fueron incubadas a temperatura ambiente (26-31 ± 3 °C) por 46h, efectuando lecturas de pH (realizadas con pH meter “Mtrhom Herisau”, de facturación Suiza) a diferentes tiempos postincubación (0; 11; 18; 22; 26; 38; 46 horas). Al finalizar la incubación se

seleccionaron los mejores tratamientos para desarrollar los silos de laboratorio, según pH.

Para los silos de laboratorio (recipientes plásticos

con capacidad de 560 mL) se evaluaron los tratamientos que aparecen en la tabla 2, variando el nivel de materia seca y la fuente de carbohidratos solubles.

Tabla 2. Tratamientos empleados en los silos de laboratorio (n = 3)

Tratamientos	MS (%)				CS		Yogurt (2%)
	13	17	25	33	Miel	Guarapo	
Boniato	X						
Boniato		X					
Boniato	X				X		X
Boniato		X			X		X
Boniato	X					X	X
Boniato		X				X	X
Boniato + Canavalia			X			X	X
Boniato + Canavalia				X		X	X

Para el mismo se utilizaron por cada tratamiento 200 g de boniato + 200 mL de agua destilada o guarapo para un 13 % de materia seca, 132 g de boniato + 68 mL de agua destilada o guarapo para un 17 % de MS, 80 g de canavalia + 120 g de boniato + 200 mL de guarapo para un 25 % de MS y 52 g de canavalia + 79 de boniato + 68 mL de guarapo para un 33 % de MS. Además, se adicionó 2 % de yogurt de soya comercial y 5,26 g de miel en los tratamientos que contenían los mismos (ver tabla 3). Las lecturas de pH se efectuaron al inicio (0 h), 24 h, 7 días, 14 días y a los 21 días post fermentación. Se seleccionó una parte de la muestra (40 g) y se conservó en la refrigeración (16 horas) para realizar análisis bromatológico.

Tabla 3. Caracterización bromatológica de la materia prima (tubérculo de boniato con cáscara) en cuanto a MS (g de MS/kg de alimento), PB, FND, FAD, Cz (kg de MS)

MS	PB	FND	Hcel	FAD	Cz
260,76	19,75	239,02	189,80	49,22	46,29

Análisis bromatológico

A la materia prima (boniato) se le analizó materia seca (MS), ceniza bruta (Cz), proteína bruta (PB) según la AOAC (1995); fibra neutra detergente (FND), fibra ácida detergente (FAD) y hemicelulosa

(Hcel) según Van Soest & Robertson (1981). A los ensilajes post fermentación (21 días) se les analizó MS, Cz y PB. Además, se efectuó un análisis de factibilidad económica.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos (ANOVA) se realizaron en SPSS 16.0, aplicándose pruebas de comparación de medias mediante el ANOVA de clasificación simple, efectuando la prueba de Duncan (1955) en aquellos casos donde existieron diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de la composición bromatológica realizado al boniato se aprecia en la tabla 3, estos resultados son diferentes a los reportados por Noblet *et al.* (1990) y Einsminger (1992) quienes plantean 44 y 17 g/kg MS de PB, 42 y 26 g/kg de MS de FAD, 31 y 11 g/kg MS de Cz, respectivamente. En el mismo trabajo Noblet *et al.* (1990) plantean 69 g/kg MS de FND, diferente a nuestros resultados; estos también difieren a los reportados por Domínguez (1990) quien declara en sus investigaciones 292 g de MS/kg de alimento. Estas diferencias pudieran estar dadas por las diferencias entre las condiciones medio-ambientales de cosecha del boniato, así

como las características propias de cada uno de los clones empleados en cada estudio.

El bajo contenido proteico sugiere que es necesaria la combinación con una fuente proteica para suplir las deficiencias de este alimento el alto contenido de FND y el bajo contenido de FAD, o sea la hemicelulosa, demuestran que es una potente fuente de aporte energético, potencialmente utilizable por el cerdo.

Los mejores tratamientos en la prueba de ensilabilidad según pH [desviación estándar (SD) = 0,20 y error estándar de la media (SEM) = 0,03] (ver figura 1) fueron boniato (B) + guarapo (G) y B + G + yogurt (Y) con diferencias estadísticas ($p < 0,05$) con el resto de los tratamientos, pero no

diferiendo ($p > 0,05$) entre ellos dos. A pesar de ello debemos decir que todos los tratamientos presentan pH inferior a 4,5, límite establecido por Ojeda *et al.* (1991) o inferior a 4,2, establecido por McNeilage *et al.* (2002). Por ello, y atendiendo a diferentes conceptos, seleccionamos 4 tratamientos [boniato (como control), boniato + guarapo + yogurt (por ser el que más redujo el pH), boniato + miel (M) + yogurt (como una alternativa de sustitución del guarapo) y boniato + canavalia (C) + guarapo + miel (por reducir el pH (3.70) y contener mayor % de PB)] para evaluarlos a escala de laboratorio (silos de laboratorio) a diferentes niveles de contenido de MS.

Los tratamientos seleccionados y nuevamente conformados aparecen en la tabla 2.

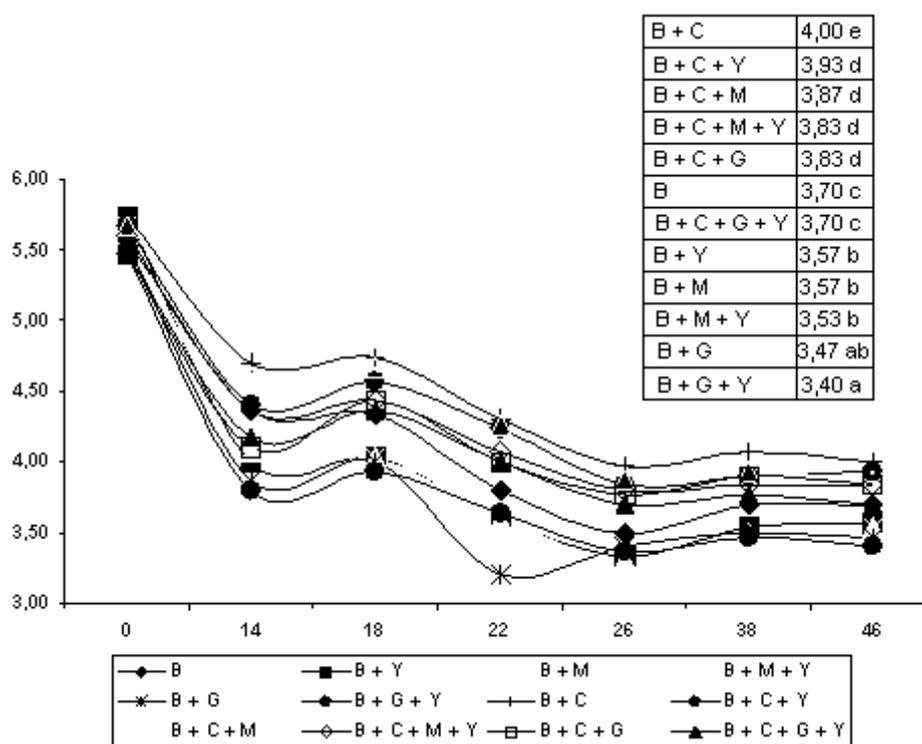


Figura 1. Cinética del pH en diferentes tratamientos con boniato en la prueba de ensilabilidad

La cinética del pH (SD = 0,43 y SEM = 0,09) en los tratamientos ensilados en silos de laboratorio aparece en la figura 2, donde el tratamiento de boniato + guarapo + yogurt al 13% de MS fue superior ($p < 0,05$) a los demás tratamientos; no obstante, el tratamiento de boniato + canavalia + guarapo + yogurt al 25 % de MS presentó pH inferior a 4 y con diferencias significativas ($p < 0,05$) con

los demás tratamientos, excepto ($p > 0,05$) con las variantes de boniato + miel + yogurt (13% MS) y boniato + guarapo + yogurt (17% MS). El estudio en el tiempo demostró que los mejores valores de pH se encontraron a los 7 días post ensilaje, para los casos del boniato y la canavalia no estaban completamente desmenuzados (en forma de papilla), lo cual se alcanzó a partir de los 14 días post ensilaje.

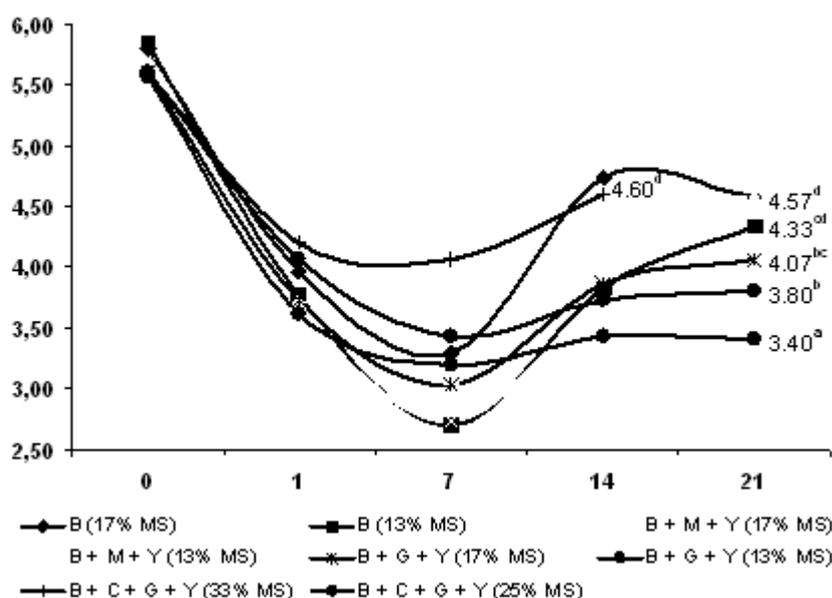


Figura 2. Cinética del pH en los tratamientos ensilados en silos de laboratorio

Los resultados sugieren que a partir del día 14 post incubación, los silos pueden ser abiertos y de forma tal, poder en un corto plazo de tiempo el alimento conservado. Además a los 14 días los ensilajes de boniato + guarapo + yogurt al 13 % ms ($P < 0,05$) fueron también superiores a los demás ensilajes, justificados ensilar B con 13 % MS, B + G + Y con 17 % MS y B + M + Y con 25 % MS desde 14 y hasta 21 días, sin afectación ($p < 0,05$) del pH y ni de la conservación del producto.

Al realizar los análisis bromotológicos (tabla 4) se evidenció que el tratamiento de mejor material seca fue el B + C + G + Y al 25 % MS que se incrementó este vañor en 4 unidades con respecto al inicio del experimento, lo cual pudo estar dado por evaporación del agua y/o crecimiento de masa micorbiana, mientras que en el tratamiento boniato con 13 % de MS se redujo el porcentaje de MS en 5 unidades con respecto al inicio del experimento, donde el incremento del pH (> 4) pudo facilitar que algunos componentes se volatilizaran (AGV) y estos, según Ojeda *et al.* (1991), pueden ser causa de grandes pérdidas de materia seca.

Además, en cuanto al aporte de PB, el tratamiento B + C + G + Y al 25% fue el de mayor aporte proteico ($p < 0,05$) y de cenizas; influenciado en alguna medida por la canavalia. Este tratamiento fue el de mejores resultados y demostró que es posible incorporar a ensilajes de boniato, granos de leguminosas hasta un 20% (que fue el nivel estudiado) con

respecto a la masa de boniato a ensilar, incrementando el nivel de MS y el nivel proteico de la masa conservada.

Si sustituimos el 25% (0,625 kg de concentrado) de la dieta de un cerdo [2,5 kg de concentrado por animal por día, según el manual de crianza porcina de Domínguez *et al.* (2001)] en esta categoría con este alimento (2 kg del mejor de los tratamientos obtenidos en nuestro estudio) estaríamos ahorrando 62,5 kg de concentrados cada 100 cerdos por día y para un ciclo de 100 días de ceba se ahorrarían 6,25 t de concentrado que al precio actual del mercado mundial (± 400 USD/t) representan un ahorro de 2 500 USD por cada ciclo de ceba. Este aspecto debe ser tomado en consideración.

Tabla 4. Caracterización bromatológica de los diferentes ensilajes pasados 21 días de fermentación en cuanto a MS, PB y Cz (g/kg de alimento)

Tratamientos	MS	PB	Cz
B (17% MS)	137 ^c	4,86 ^{bc}	0,76 ^{ab}
B (13% MS)	76,5 ^d	6,25 ^{ab}	0,16 ^b
B + M + Y (17% MS)	140 ^c	4,24 ^{cd}	0,59 ^b
B + M + Y (13% MS)	137 ^c	4,60 ^{bc}	0,53 ^b
B + G + Y (17% MS)	177 ^b	2,99 ^{cd}	0,69 ^{ab}
B + G + Y (13% MS)	132	2,54 ^d	0,20 ^b
B + C + G + Y (25% MS)	294 ^a	7,45 ^a	1,53 ^a
B + C + G + Y (33% MS)	nd	nd	nd
SD	65,0	1,75	0,51
SEM	17,4	0,47	0,14

nd: no determinado por contaminación con hongos a los 14 días post fermentación.

CONCLUSIONES

1. El ensilaje de boniato puede ser utilizado como fuente energética en la alimentación del cerdo debido a su alto contenido de FND y bajo contenido de FAD. Los mejores tratamientos según el pH fueron el boniato + guarapo y el boniato + guarapo + yogur.
2. El mejor tratamiento (según bromatología y características del ensilado) de los silos a escala de laboratorio fue el de boniato + canavalia + guarapo + yogurt, con 25 % de MS.
3. La incorporación de canavalia al ensilaje de boniato mejoró su contenido en PB y su nivel en MS, sin afectación del pH.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios en condiciones productivas sobre la incorporación de ensilajes de boniato mezclados con una fuente proteica, energética e inoculación de LAB en la alimentación del cerdo, evaluando el nivel de sustitución de cereales y/o concentrados en la respuesta productiva de cerdos en la etapa de ceba.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC: Official Methods of Analysis. Ass. Off. Anim. Chem. Washington, D.C., 1995.

DOMÍNGUEZ, P. L.; H. O. LÓPEZ; C. T. ARIAS; D. A. GARCÍA Y OTROS: Manual de crianza porcina: Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina, MINAGRI, Cuba, 2001.

DOMINGUEZ, P. L.: Sistema de alimentación porcina con desperdicios procesados y otros subproductos agroindustriales. Taller Regional sobre Utilización de los Recursos Alimentarios en la Producción Porcina en América Latina y el Caribe FAO: Instituto de Investigaciones Porcinas, Habana, Cuba. Disponible en URL: <http://www.sian.info.ve/porcinos> [Revisado el 22/5/2008], 1990.

DUNCAN, D.: "Multiple Rage Tests and Multiple F Test." *Biometrics* 11(1):1-42, 1995.

EINSMINGER, M.: *The stockmans hand books*, 7th Edición, Illinois, 1992.

GOMEZ, J.: Potencialidad de producción de cerdos," *Rev. Agroterra*, Disponible en URL: <http://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm> [Revisado el 22/3/2008], 2006.

GONZÁLEZ, C.: Utilización de la batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) en la alimentación de cerdos confinados y en pastoreo, Tesis Doctoral, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, 233 pp. Disponible en URL: <http://www.cipotato.org/espanol/artc/oca2.htm> [Revisado el 22/4/2008], 1994.

GONZÁLEZ, G.: Evaluación de clones de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) para forraje en la provincia Granma, Tesis presentada en opción al título de Máster en Producción Vegetal, Universidad de Granma, Disponible en URL: <http://www.cibercuba.com> [Revisado el 21/4/2008], 1996.

LEZCANO, P.: Alternativas para el procesamiento y utilización de los alimentos no convencionales en animales monogástricos, Instituto de Ciencia Animal, Apartado 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Disponible en URL: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/terenc.htm> [Revisado el 22/5/2008], 2006.

MCNEILAGE, E.M.; C.M. NYACHOTI; DE C.F.M. LANGE AND V.M. GABERT: *Effect of converting lysine in barley and canola meal into homoarginine on nutrient composition and ileal amino acid digestibilities in growing pigs*, in Lindberg, J.E. and Ogle, B. (Eds), 2002.

NOBLET, J.; H. FORTUNA; C. DUPIRE AND S. DUBOIS: Valeur nutritionnelle de treize matières premières pour le porc en croissance. 1. Teneurs en énergie digestible métabolizable et nette. Conséquences du choix du système énergétique. Journées. Disponible en URL: <http://www.cipotato.org> [Revisado el 2/6/2008], 1990.

OJEDA, F.; O. CÁCERES Y M. ESPERANCE: *Conservación de Forrajes*. 80 pp., Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, 1991.

PIEPER, B.; T. MÜLLER; K. D. BOBOWSKY AND W. SEYFARTH: RAPID FERMENTATION TEST AS A METHOD FOR ASSESSING the ensiling potential of herbage. Proceeding of the 11th International Silage Conference, University of Wales, pp.120-121, 1996.

VAN SOEST, P. J. AND J. B. ROBERTSON: The detergent system of analysis and its application to human foods. In: K.T.P. James and O. Theander (Editors). *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. Dekker, New York, pp. 123-158, 1981.

Recibido: 15 /Junio /2009

Aceptado: 27 /Agosto/ 2009