

Chemical composition and apparent digestibility of green “orito” banana (*Musa acuminata* AA) meal in growing pigs

Composición química y digestibilidad aparente de la harina de banano orito verde (*Musa acuminata* AA) en cerdos de crecimiento

W. Caicedo^{1,2*}, J. Sanchez¹, M. Viamontes¹, A. Tapuy¹, C. Estrada¹, A. Flores¹ and C. Moya¹

¹Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Tierra, Paso Lateral S/N Km 2 ½ Vía a Napo.

Puyo, Pastaza, Ecuador.

²Granja Agropecuaria Caicedo, km 3 ½ Vía a Madre Tierra. Puyo, Pastaza, Ecuador.

*Email: orlando.caicedo@yahoo.es

The objective of this study was to determine the chemical composition and apparent digestibility of nutrients of meal of rejected “orito” banana (*Musa acuminata* AA) rejection meal. In samples of green banana meal were determined: dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), crude fiber (CB), ash, ether extract (EE), nitrogen-free extract (NFE) and gross energy (GE). Three barrow male pigs with an average live weight of 38 ± 2 kg were used for the digestibility study of DM, OM, CP, CF, NFE and GE. The animals were distributed in three treatments: T0 (corn and protein concentrate), T20 and T40 (substitution of corn in 20 and 40 % for green banana meal in the diet) according to a 3 x 3 Latin square design. The data were processed by ANOVA and the mean comparison was made with the Duncan (P <0.05) test. The green “orito” banana meal, showed high content of DM (93.3 %), OM (90.28 %), NFE (91.33 %) and GE (16.98 kJ g DM⁻¹). The best (P <0.05) uses of DM were obtained in T0 (87.07 %) and T20 (86.23 %) diets. The higher (P <0.05) use of OM (92.71 %) and CP (79.55 %) was obtained in the T20 diet. The highest (P <0.05) uses of CF and NFE were reached in the T20 (51.97 %, 74.14 %) and T40 (51.21 %, 73.37 %) diets. There were no differences (P >0.05) between treatments for the use of GE. The green “orito” banana meal showed high content of DM, OM, NFE, GE and did not affect the apparent digestibility coefficients of OM, CP, CF, NFE and GE when substituting the corn in the diet in 20 and 40 % which guarantees an energy food of appropriate nutritional characteristics for growing pigs.

Key words: *alternative food, energy source, green banana meal, pigs*

The raw matter for feed manufacture, among which may be cited the corn, sorghum, wheat, soybean and cotton are increasingly less accessible to small and medium producers. This is due to the fact that they experience new costs in the market because of the climate change, the biofuels production and the high consumption by humans (Ren *et al.* 2014 and Gómez 2016). This environment forces to the search for alternative sources for animals feeding, including pigs (Caicedo *et al.* 2016).

In Pastaza province Ecuador, there is a great diversity of cultivations, among these is the “orito” banana *Musa acuminata* AA. This crop represents 5.67 % of the agricultural area of Pastaza (GADMP 2017). The banana fruit is a source rich in carbohydrates, beneficial fiber, iron, potassium, vitamin A, vitamin

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la composición química y digestibilidad aparente de nutrientes de la harina de banano orito (*Musa acuminata* AA) de rechazo. En muestras de harina de banano verde se determinó: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), cenizas, extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN) y energía bruta (EB). Para el estudio de digestibilidad de la MS, MO, PB, FB, ELN y EB se utilizaron tres cerdos machos castrados, con peso vivo promedio de 38 ± 2 kg. Los animales se distribuyeron en tres tratamientos: T0 (maíz y concentrado proteico), T20 y T40 (sustitución del maíz en 20 y 40% por harina de banano verde en la dieta) según diseño cuadrado latino 3 x 3. Los datos se procesaron por ANOVA y la comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan (P <0,05). La harina de banano orito verde presentó alto contenido de MS (93.3%), MO (90.28%), ELN (91.33%) y EB (16.98 kJ g MS⁻¹). Los mejores (P <0.05) aprovechamientos de la MS se obtuvieron en las dietas T0 (87.07%) y T20 (86.23%). La mayor (P <0.05) utilización de la MO (92.71%) y PB (79.55%) se obtuvo en la dieta T20. Los mayores (P <0.05) aprovechamientos de FB y ELN se alcanzaron en las dietas T20 (51.97% y 74.14%, respectivamente) y T40 (51.21% y 73.37%, respectivamente). No hubo diferencias (P >0.05) entre tratamientos para el aprovechamiento de la EB. La harina de banano orito verde presentó alto contenido de MS, MO, ELN, EB y no afectó los coeficientes de digestibilidad aparente de la MO, PB, FB, ELN y EB al sustituir al maíz en la dieta en 20 y 40% lo que garantiza un alimento energético de apropiadas características nutricionales para cerdos en crecimiento.

Palabras clave: *alimento alternativo, fuente energética, harina de banano verde, porcinos*

Las materias primas para la fabricación de piensos, entre las que se pueden citar al maíz, sorgo, trigo, soya y algodón se encuentran cada día menos accesibles para pequeños y medianos productores. Lo anterior se debe a que estas experimentan nuevos costos en el mercado debido al cambio climático, la producción de biocombustibles y el alto consumo por parte de la población humana (Ren *et al.* 2014 y Gómez 2016). Este entorno, obliga a la búsqueda de fuentes alternativas para la alimentación de animales y entre ellos los cerdos (Caicedo *et al.* 2016).

En la provincia de Pastaza, Ecuador, existe gran diversidad de labranzas, entre estas se destaca el cultivar de banano orito *Musa acuminata* AA. Este cultivo representa el 5.67 % de la superficie agrícola de Pastaza (GADMP 2017). El fruto de banano es una fuente rica en carbohidratos, fibra benéfica, hierro, potasio, vitamina A,

B₆ and low in fat and proteins (Odenigbo *et al.* 2013). Health benefits are also reported due to its composition of total dietary fiber (TDF), total starch (TS), available starch (AS) and resistant starch (RS) and phenolic compounds when it has not matured (Sarawong *et al.* 2014). However, due to its high moisture content it is necessary to carry out drying processes for the meals production, and thus obtain improvements in the use of nutrients for pigs feeding (Sánchez *et al.* 2018).

The nutritional value of raw matters for pigs feeding can be expressed through the digestibility coefficient. Parra and Gómez (2009) state that regardless of the place and the technique used for the sample collection, several types of digestibility can be proven, and among these, the apparent digestibility (AD). The AD allows assuming what amount of the food was used by the animal. On the other hand, the age, health, body condition and breed of the animal can influence on the diet digestibility (Abeledo *et al.* 2014).

The objective of this study was to determine the chemical composition and apparent digestibility of nutrients of banana meal of "orito" (*Musa acuminata* AA) rejected in growing pigs.

Materials and Methods

Location. The study was carried out in the Programa de Porcinos del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) from the Universidad Estatal Amazónica (UEA). The CIPCA is located in the Ecuadorian Amazon Region, between the Pastaza and Napo provinces. This area has a semi-warm or humid subtropical climate, with rainfalls ranging between 4000 and 5000 mm per year. It is located at a height of 584 m o.s.l, with relative humidity of 87% and minimum and maximum average temperature of 18 to 36 °C (Uvidia *et al.* 2014).

Elaboration of "orito" banana meal. The green "orito" banana used came from the San José parish of Pastaza canton, and do not fulfill with the size or the necessary weight established by the market for human consumption. Once purchased at the "Mercado Mariscal" collection center, they moved to the CIPCA, immediately a 3 % solution of hypochlorite was prepared in water to perform the washing for 10 minutes, rinsed and drained. Then it was left under cover for 2 hours and cut into side dish and were pre-dried under cover for 8 hours and then dried in an industrial rotary dryer (Burmester brand) at 70°C for 2 hours. It was milled in a semi-industrial mill (TRAPS brand, TRF 300G model) with a mesh of 0.25 mm, packed in hermetic bags and stored for a week before use.

Management of animals and facilities. The pigs were managed in accordance with the guidelines for Animal Welfare of the Republic of Ecuador (AGROCALIDAD 2017) and the experimental protocol according to

vitamina B₆ y baja en grasas y proteínas (Odenigbo *et al.* 2013). También se informan beneficios para la salud debido a su composición de fibra dietética total (FDT), almidón total (AT), almidón disponible (AD) y almidón resistente (AR), y compuestos fenólicos cuando no ha madurado (Sarawong *et al.* 2014). Sin embargo, por su alto contenido de humedad es necesario realizar procesamientos de secado para la producción de harinas, y así, obtener mejoras en el aprovechamiento de los nutrientes para la alimentación porcina (Sánchez *et al.* 2018).

El valor nutricional de las materias primas para la alimentación de cerdos puede ser expresado a través del coeficiente de digestibilidad. Parra y Gómez (2009) plantean que independientemente del lugar y de la técnica empleada para la recolección de la muestra, se pueden comprobar varios tipos de digestibilidad, y entre estos, la digestibilidad aparente (DA). La DA permite asumir qué cantidad del alimento fue aprovechado por el animal. Por otra parte, en la digestibilidad de una dieta pueden influir la edad, salud, estado corporal y raza del animal (Abeledo *et al.* 2014).

El objetivo de este estudio fue determinar la composición química y digestibilidad aparente de nutrientes de la harina de banano orito (*Musa acuminata* AA) de rechazo en cerdos de crecimiento.

Materiales y Métodos

Ubicación. El presente estudio se realizó en el Programa de Porcinos del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica (UEA). El CIPCA está ubicado en la Región Amazónica Ecuatoriana, entre las provincias Pastaza y Napo. Esta zona tiene un clima semicálido o subtropical húmedo, con precipitaciones que oscilan entre 4000 y 5000 mm anuales. Se encuentra ubicada a una altitud de 584 msnm, con humedad relativa de 87% y temperatura mínima y máxima promedio de 18 a 36 °C (Uvidia *et al.* 2014).

Elaboración de harina de banano orito. El banano orito en estado verde utilizado procedió de la parroquia San José, del cantón Pastaza, y no cumplían con el tamaño, ni el peso necesario que establece el mercado para consumo humano. Una vez adquiridos en el centro de acopio "Mercado Mariscal", se trasladaron hacia el CIPCA, inmediatamente se preparó una solución al 3% de hipoclorito en agua para realizar el lavado por 10 minutos, se enjuagaron y escurrieron. Seguidamente, se dejó en oreo bajo cubierta por 2 horas y se trocearon en forma de rodajas y se realizó el presecado bajo cubierta por 8 horas y posterior secado en secador rotativo industrial (marca Burmester) a 70 °C por 2 horas. Se molió en molino semiindustrial (marca TRAPS, modelo TRF 300G) con malla de 0.25 mm, se empacó en fundas herméticas y almacenó por una semana antes de su uso.

Manejo de animales e instalaciones. Los cerdos se manejaron de acuerdo con las líneas directivas para Bienestar Animal de la República de Ecuador (AGROCALIDAD 2017) y el protocolo experimental

Sakomura and Rostagno (2007). For this study, 3 barrow male animals were used, from the commercial crossbreeding Largewhite x Duroc, with an initial average weight of 38 ± 2 kg, each pig constituted an experimental unit. The animals were housed in individual metabolic cages of 1.0 m x 0.40 m (0.4 m²) with a hopper feeder and a nipple drinker, located in a stable with walls 1.2 m high and concrete floor, the water was *ad libitum*, the average temperature in the building was 26°C.

Feeding management. The treatments consisted of three diets: a control diet T0 (corn and protein concentrate pigs); T20 and T40 (substitution of corn in 20 and 40 % for green "orito" banana meal). The diets were formulated according to the NRC (2012) suggestions for growing pigs (table 1). The intake of the animals was fitted as a metabolic weight unit (LW 0.75). The food was supplied twice a day in equal parts (8:00 am and 3:00 pm). The water was *ad libitum*.

según Sakomura y Rostagno (2007). Para este estudio, se utilizaron 3 animales machos castrados, del cruce comercial Largewhite x Duroc, con un peso medio inicial de 38 ± 2 kg, cada cerdo constituyó una unidad experimental. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas individuales de 1.0 m x 0.40 m (0.4 m²) provistas de un comedero tipo tolva y un bebedero tipo chupón, situadas en un establo con paredes de 1.2 m de altura y piso de concreto, el agua estuvo disponible a voluntad, la temperatura ambiental promedio en la nave fue de 26 °C.

Manejo de la alimentación. Los tratamientos consistieron en tres dietas: una dieta control T0 (maíz y concentrado proteico); T20 y T40 (sustitución del maíz en 20 y 40 % por harina de banano orito verde). Las dietas se formularon de acuerdo con las sugerencias del NRC (2012) para cerdos en crecimiento (tabla 1). Se ajustó el consumo de los animales como unidad de peso metabólico (PV0.75). El alimento se suministró dos veces al día en partes iguales (8:00 am y 3:00 pm).

Table 1. Composition and contribution of experimental diets on a dry basis (DB)

Ingredients, %	Substitution levels of corn for "orito" banana meal, %		
	Control, T0	T20	T40
Yellow corn	55	35	15
Wheat meal	9.0	9.0	9.0
"Orito" banana meal	-	20	40
Protein concentrate pigs	35	35	35
Mineral permixture pigs ¹	0.5	0.5	0.5
Sodium chloride	0.5	0.5	0.5
Calculation of diets nutrients			
GE, kJ g DM ⁻¹	16.77	16.88	16.98
CP, %	16.91	16.66	15.40
CF, %	2.76	3.91	3.76

¹Premixture of vitamins and minerals for growing pigs (Vit A, 2,300,000 UI; Vit D₃, 466,667 UI; Vit E - 5,000 UI; Vit K₃, 667 mg; Vit B₁, 333 mg; Vit B₂, 1,000 mg; Vit B₆, 400 mg; Vit B₁₂, 4.000 µg; Folic acid, 67 mg; Niacin, 6.666 mg; Pantothenic acid, 4.000 mg; Biotin, 17 mg; Choline, 43 g; Iron, 26.667 mg; Copper, 41.667 mg; Cobalt, 183 mg; Manganese, 16,667 mg; Zinc, 26,667 mg; Selenium, 67 mg; Iodine 267 mg; Antioxidante 27 g; Vehicle qsp, 1,000 g); 2BHT; 3Calculating according to NRC (2012) and/or determined. Source: Elaboration of the authors.

Samples collection. The experiment consisted of three periods and divided into two phases, one of adaptation to the diets with duration of seven days and the other phase of five days for the faeces collection. The faeces were collected by the total collection method (Gutiérrez *et al.* 2012). After carrying out the daily weighing of feces, from each animal, was collected a specified sample of 100 g of fresh excreta/day, then there were stored in freezing at -20°C. The calculation of the fecal outlet was made according to Ly *et al.* (2009). To determine the digestibility of the diet was taken into account: 100 - % of use of each nutrient.

Chemical analysis of samples and excreta. The nutrients determination was performed in the

El agua estuvo disponible a voluntad.

Recolección de muestras. El experimento estuvo constituido por tres periodos y divididos en dos fases, una de adaptación a las dietas con una duración de siete días y la otra fase de cinco días para la colección de heces fecales. Las heces se recolectaron por el método de colecta total (Gutiérrez *et al.* 2012). Luego de realizar el pesaje diario de heces fecales, de cada animal, se recolectó una muestra especificada de 100 g de excretas frescas/día, luego se almacenaron en congelación a -20 °C. El cálculo de la salida fecal se realizó de acuerdo con Ly *et al.* (2009). Para determinar la digestibilidad de la dieta se tuvo en cuenta: 100 - % de aprovechamiento de cada nutriente.

Análisis químico de muestras y excretas. La determinación de nutrientes se hizo en el laboratorio

chemistry laboratory of the UEA. In samples of food and excreta were determined: dry matter (DM), crude fiber (CF), ash, crude protein (CP), ether extract (EE) and nitrogen-free extracts (NFE), according to the AOAC (2005) instructions. It was considered that the organic matter (OM) content was the result of subtracting from 100 the ash %. The gross energy (GE) was determined with an adiabatic calorimetric pump, Parr brand, model 1241. All analyzes were done in triplicate for each nutrient.

Experimental design. To analyze the chemical composition data (DM, OM, CP, CF, EE, NFE and GE) of "orito" banana, descriptive statistics were used and the mean and standard deviation were determined. The means of apparent digestibility of the DM, OM, CP, CF, NFE and GE were contrasted by the analysis of variance technique, according to 3 x 3 Latin square design (LSD). In the cases in which there were significant differences ($P < 0.05$) the means were compared by the Duncan (1955) test. The analyzes were carried out with the use of the statistical program Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

Results

Chemical composition of green "orito" banana meal. The green "orito" banana meal (table 2) showed a high content of DM (93.3 %), OM (90.28 %), NFE (91.33 %) and GE (4061 kcal kg DM⁻¹) and low in ash (3.92 %), CP (2.52 %), CF (1.49 %) and EE (0.76 %).

Table 2. Chemical composition of green "orito" banana meal on a dry basis (DB)

Nutrients	Mean	SD
DM, %	93.23	0.01
OM, %	90.28	0.01
CP, %	2.52	0.01
CF, %	1.49	0.01
EE, %	0.76	0.01
Ash, %	3.92	0.01
NFE, %	91.33	0.01
GE, kJ g DM ⁻¹	16.98	0.01

Apparent digestibility of nutrients from green "orito" banana meal. Apparent The apparent digestibility coefficients of the DM, OM, CP, CF, ELN and GE were high (table 3). The best apparent digestibility coefficients of the DM were obtained in the diets T0 (87.07 %) and T20 (86.23 %), without differences ($P > 0.05$) and the T0 diet exceeded ($P < 0.05$) to T40 (85.75 %). The highest use ($P < 0.05$) of OM (92.71 %) and CP (79.55 %) was evidenced in the diet T20, followed by T40 with OM (90.25 %) and CP (75.73 %) and, finally, diet T0 for OM (88.10 %) and CP (73.98 %). Regarding the use of the

de química de la UEA. En las muestras del alimento y excretas se determinó: materia seca (MS), fibra bruta (FB), cenizas, proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE) y extractos libres de nitrógeno (ELN), de acuerdo con las instrucciones de AOAC (2005). Se consideró que el contenido de materia orgánica (MO) fue el resultado de restar de 100 el % de cenizas. La energía bruta (EB) se determinó con una bomba calorimétrica adiabática, marca Parr, modelo 1241. Todos los análisis se hicieron por triplicado para cada nutriente.

Diseño experimental. Para analizar los datos de composición química (MS, MO, PB, FB, EE, ELN y EB) de banano orito, se utilizó estadística descriptiva y se determinó la media y desviación estándar. Las medias de la digestibilidad aparente de la MS, MO, PB, FB, ELN y EB se contrastaron por la técnica de análisis de varianza, según diseño cuadrado latino (DCL) 3 x 3. En los casos en que se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) las medias se compararon por la prueba de Duncan (1955). Los análisis fueron realizados con el empleo del programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

Resultados

Composición química de la harina de banano orito verde. La harina de banano orito verde (tabla 2) presentó alto contenido de MS (93.3%), MO (90.28%), ELN (91.33%) y EB (4061 kcal kg MS⁻¹) y bajos en cenizas (3.92%), PB (2.52%), FB (1.49%) y EE (0.76%).

Digestibilidad aparente de los nutrientes de la harina de banano orito verde. Los coeficientes de digestibilidad aparente de la MS, MO, PB, FB, ELN y EB fueron altos (tabla 3). Los mejores coeficientes de digestibilidad aparente de la MS se obtuvieron en las dietas T0 (87.07%) y T20 (86.23%), sin diferencias ($P > 0.05$) y la dieta T0 superó ($P < 0.05$) a T40 (85.75%). El mayor aprovechamiento ($P < 0.05$) de la MO (92.71%) y PB (79.55%) se evidenció en la dieta T20, seguido por T40 con MO (90.25%) y PB (75.73%) y, por último, la dieta T0 para MO (88.10%) y PB (73.98%). En relación con el aprovechamiento de la FB,

GE, the best use coefficients were reached in the diets T20 (51.97 %) and T40 (51.21 %) without differences ($P > 0.05$) and exceeded ($P < 0.05$) the diet T0 (41.34 %). Respect to the NFE digestibility, there were no differences ($P > 0.05$) for the diets T20 (74.14 %) and T40 (73.37 %) and differed ($P < 0.05$) from T0 (72.13 %). There were no differences ($P > 0.05$) between treatments for the use of GE, for T0 (85.97 %); T20 (86.97 %) and T40 (86.33 %), respectively.

los mejores coeficientes de aprovechamiento se alcanzaron en las dietas T20 (51.97%) y T40 (51.21%) sin diferencias ($P > 0.05$) y superaron ($P < 0.05$) a la dieta T0 (41.34%). En cuanto a la digestibilidad de los ELN, no hubo diferencias ($P > 0.05$) para las dietas T20 (74.14%) y T40 (73.37%) y difirieron ($P < 0.05$) de T0 (72.13%). No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos para el aprovechamiento de la EB, para T0 (85.97%); T20 (86.97%) y T40 (86.33%), respectivamente.

Table 3. Apparent digestibility coefficients of the DM, OM, CP, CF, NFE and GE of the green "orito" banana meal.

Nutrients	Substitution levels of corn for green "orito" banana meal, %			SE±	P value
	Control T0	T20	T40		
DM, %	87.07 ^a	86.23 ^{ab}	85.75 ^b	0.27	P<0.0161
OM, %	88.10 ^c	92.71 ^a	90.25 ^b	0.58	P<0.0005
CP,%	73.98 ^c	79.55 ^a	75.73 ^b	0.25	P<0.0001
CF, %	41.34 ^b	51.97 ^a	51.21 ^a	0.26	P<0.0001
NFE, %	72.13 ^b	74.14 ^a	73.37 ^a	0.41	P<0.0001
GE, %	85.97	86.97	86.33	0.28	P=0.0730

^{a,b,c}Different letters per row significantly differ ($P < 0.05$) according to Duncan (1955)

Discussion

Chemical composition of "orito" banana meal. The green "orito" banana meal showed high content of DM (93.3 %) and OM (90.28 %), which is satisfactory from the nutritional point of view and for its long-term conservation (Kaushal *et al.* 2011 and Digbeu *et al.* 2013). On the other hand, when meals do not have an adequate DM content, humidity drastically affects their useful life (Ohizua *et al.* 2017).

Banana in its natural state has low DM content, and when it comes into contact with decomposing microorganisms, it causes product damage through the production of toxins (Driehuis *et al.* 2018) and mycotoxins (Iheshiulor *et al.* 2011) that may cause diseases to animals (Carter and Peck 2015).

The content of NFE (91.33 %) and GE (4061 kcal kg DM⁻¹) in the green "orito" banana meal were high. This is due to the high content of starch (80 %) and sugars (3.5 %) that this food have, which is widely used as an energy source for human and animal feeding (Diniz *et al.* 2014 and Martínez-Cardozo *et al.* 2016). On the other hand, this meal has a portion of resistant starch (Agama-Acevedo *et al.* 2012) so it is considered as a functional food for the prevention or reduction of cholesterol, constipation, diarrhea, control of blood glucose and ability to stimulate the proliferation of beneficial bacteria (Bezerra *et al.* 2013 and Eleazu *et al.* 2015).

The green "orito" banana meal showed low levels of CP (2.52 %), ash (3.92%), EE (0.76 %) and CF (1.49 %). However, these values are within the ranges found in other studies (Menezes *et al.* 2011, Bezerra *et al.* 2013 and Yangilar 2015). Famakin *et al.* (2016)

Discusión

Composición química de la harina de banano orito. La harina de banano orito verde presentó alto contenido de MS (93.3%) y MO (90.28%), lo cual es satisfactorio desde el punto de vista nutricional y para su conservación por tiempo prolongado (Kaushal *et al.* 2011 y Digbeu *et al.* 2013). Por otra parte, cuando las harinas no tienen adecuado contenido de MS, la humedad afecta drásticamente su vida útil (Ohizua *et al.* 2017).

El banano en estado natural tiene bajo contenido de MS, y cuando entra en contacto con microorganismos descomponedores, estos ocasionan daños del producto a través de la producción de toxinas (Driehuis *et al.* 2018) y micotoxinas (Iheshiulor *et al.* 2011) que pueden provocar enfermedades a los animales (Carter y Peck 2015).

El contenido de ELN (91.33%) y EB (4061 kcal kg MS⁻¹) en la harina de banano orito verde fueron altos. Esto se debe al elevado contenido de almidón (80%) y azúcares (3.5%) que posee este alimento, por lo que se usa ampliamente como fuente energética para la alimentación humana y animal (Diniz *et al.* 2014 y Martínez-Cardozo *et al.* 2016). Por otra parte, esta harina tiene una porción de almidón resistente (Agama-Acevedo *et al.* 2012) por lo que se considera como un alimento funcional para la prevención o reducción del colesterol, el estreñimiento, diarrea, control de glucemia en sangre y la capacidad de estimular la proliferación de bacterias beneficiosas (Bezerra *et al.* 2013; Eleazu *et al.* 2015).

La harina de banano orito verde presentó bajos contenidos de PB (2.52%), cenizas (3.92%), EE (0.76%) y FB (1.49%). No obstante, estos valores se encuentran dentro de los rangos encontrados en otros estudios

show that banana meal have an appreciable content of phosphorus, calcium, potassium, iron, zinc, copper, sodium, magnesium, manganese and have low fiber content (Soto-Maldonado *et al.* 2018), ether extract (Menezes *et al.* 2011) and protein (Bezerra *et al.* 2013). However, when these are offered ripe, cooked, silage or dried, the voluntary intake of the animals is not affected (Ly 2004).

Apparent digestibility of nutrients from "orito" banana meal. The lowest DM digestibility coefficient was showed by the diet T40. This could be due to a low use of the minerals of the diet, the raw matters of vegetable origin have an appreciable phytic phosphorus content that is little available for monogastric animals (Steiner *et al.* 2007 and Rostagno *et al.* 2011). In this sense, Madrid *et al.* (2013), Varley *et al.* (2014) and Leiva (2015) show that phytases can be used to obtain a better use of minerals in products and byproducts of plant origin for growing pigs.

On the other hand, the inclusion with 20 and 40 % of green "orito" banana meal in the diet of growing pigs improved the digestibility coefficients of the OM, CP, EE, NFE and did not affect the GE digestibility in relation to the control diet. In this sense, Renaudeau *et al.* (2014) obtained high utilization rates of nutrients when including 20, 40 and 60 % of green banana meal in the diet of growing-fattening pigs, and recommended including up to 60 % of banana meal in the diet without affecting the productive rates of pigs. This confirms that green banana meal is an energy food with adequate nutrient content for pigs feeding. Hurtado *et al.* (2011) stated that the optimal use of nutrients is related to balanced diets with easily assimilable nutrients, which was corroborated in this research.

The high utilization rate of nutrients of the green "orito" banana meal could be due to the processing of chopped, dried and milled that the banana suffers before its use. Malavanh and Preston (2006) stated that the digestibility coefficients of the plant raw matters increase when they suffers drying processes, compared to those used in natural state (Ly and Delgado 2005). The best use of nutrients in raw matters is related to the inactivation of secondary metabolites (Apata and Babalola 2012 and Farfán-López and De Basilio 2014), and by the breaking of bonds of the constituent polysaccharides of the fiber, which leads to the formation of more soluble molecular fragments (Trejo-Márquez *et al.* 2016).

On the other hand, in growing pigs the fiber fermentation contributes to the energy metabolism for maintenance between 5 and 12 %. However, at this stage of development of the pig should not exceed 5 % of CF in the diet since it mainly affects the digestibility of protein and energy (Bertechini 2013). In this research, the level of CF of diets remained below 4 % and there was no a negative effect on the use of OM, CP, EE, NFE

(Menezes *et al.* 2011; Bezerra *et al.* 2013; Yangilar 2015). Famakin *et al.* (2016) señalan que la harina de plátano y banano tienen apreciable contenido de fósforo, calcio, potasio, hierro, zinc, cobre, sodio, magnesio, manganeso y, poseen bajo contenido en fibra (Soto-Maldonado *et al.* 2018), extracto etéreo (Menezes *et al.* 2011) y proteína (Bezerra *et al.* 2013). Sin embargo, cuando estos se ofrecen maduros, cocidos, ensilados o secos, no se afecta el consumo voluntario de los animales (Ly 2004).

Digestibilidad aparente de los nutrientes de la harina de banano orito. El menor coeficiente de digestibilidad de la MS lo presentó la dieta T40. Esto se pudo deber al bajo aprovechamiento de los minerales de la dieta, las materias primas de origen vegetal tienen apreciable contenido de fósforo fítico que es poco disponible para animales monogástricos (Steiner *et al.* 2007; Rostagno *et al.* 2011). En este sentido, Madrid *et al.* (2013), Varley *et al.* (2014) y Leiva (2015) señalan que para obtener mejor aprovechamiento de los minerales en productos y subproductos de origen vegetal para cerdos de crecimiento se pueden utilizar las fitasas.

Por otra parte, la inclusión con 20 y 40% de harina de banano orito verde en la dieta de cerdos en crecimiento mejoró los coeficientes de digestibilidad de la MO, PB, EE, ELN y no afectó la digestibilidad de la EB en relación con la dieta control. En este sentido, Renaudeau *et al.* (2014) obtuvieron altos índices de aprovechamiento de los nutrientes al incluir 20, 40 y 60% de harina de banano verde en la dieta de cerdos en crecimiento - engorde, y recomendaron incluir hasta 60% de harina de banano en la dieta sin afectar los índices productivos de los cerdos. Este hecho confirma que la harina de banano verde constituye un alimento energético con adecuado contenido de nutrientes para la alimentación porcina. Hurtado *et al.* (2011) manifestaron que el óptimo aprovechamiento de nutrientes se relaciona con dietas balanceadas en nutrientes de fácil asimilación, lo cual se corroboró en esta investigación.

El alto índice de aprovechamiento de los nutrientes de la harina del banano orito verde se pudo deber al procesamiento de troceado, secado y molido que sufrió el banano antes de su uso. Malavanh y Preston (2006) manifestaron que los coeficientes de digestibilidad de las materias primas vegetales aumentan cuando estas sufren procesos de secado, en comparación con las que se utilizan en estado natural (Ly y Delgado 2005). El mejor aprovechamiento de nutrientes en las materias primas se relaciona con la inactivación de metabolitos secundarios (Apata y Babalola 2012 y Farfán-López y De Basilio 2014), y por la ruptura de enlaces de los polisacáridos constituyentes de la fibra, lo que conduce a la formación de fragmentos moleculares más solubles (Trejo-Márquez *et al.* 2016).

Por otra parte, en cerdos en crecimiento la fermentación de la fibra contribuye al metabolismo energético para mantenimiento entre 5 y 12%. No obstante, en esta etapa de desarrollo del cerdo no se

and GE respectively.

There are reports that the energy digestibility increases with the age of banana harvest, in practice 1150 degrees day is better than 750 and 900 degrees day (Renaudeau *et al.* 2014). This is related to a change in the chemical composition of the product since it increases the dry matter content and the starch of the banana (Ly 2004).

It is important to note that banana meal has a considerable content of non-digestible starch 24.82 % (Soto 2010) that can act as a prebiotic (Rivera-Quixchan *et al.* 2018) for the establishment of beneficial microorganisms (Dwivedi *et al.* 2014). These microorganisms contribute to the use of nutrients through the production of enzymes: lipases, xylanases, amylases, proteases (Yüce *et al.* 2017). As well as, antimicrobial compounds: hydrogen peroxide (H₂O₂), bacteriocins, diplococins, lactalins, acidophyllines that and *Staphylococcus aureus* (Fernández *et al.* 2014 and Li *et al.* 2015) maintaining the intestinal health of animals (Liao and Nyachoti 2017).

The green "orito" banana meal showed high content of DM, OM, NFE, GE and did not affect the apparent digestibility coefficients of OM, CP, CF, NFE and GE when substituting corn in the diet in 20 and 40 %, guaranteeing an energetic food of appropriate nutritional characteristics for growing pigs.

Acknowledgments

Thanks to the technical staff and workers of the Programa de Porcinos y Laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica for the support in the execution of this research.

debe superar el 5% de FB en la dieta ya que esta afecta principalmente la digestibilidad de la proteína y energía (Bertechini 2013). En esta investigación el nivel de FB de las dietas se mantuvo por debajo del 4% y no se evidenció efecto negativo en el aprovechamiento de la MO, PB, EE, ELN y EB respectivamente.

Existen reportes que la digestibilidad de la energía aumenta con la edad de la cosecha del plátano o banano, en la práctica 1150 grados día es mejor que 750 y 900 grados día (Renaudeau *et al.* 2014). Esto se relaciona con un cambio en la composición química del producto ya que aumenta el contenido de materia seca y el almidón del banano (Ly 2004).

Es importante señalar que la harina de banano posee un tenor considerable de almidón no digerible 24.82% (Soto 2010) que puede actuar como prebiótico (Rivera-Quixchan *et al.* 2018) para el establecimiento de microorganismos benéficos (Dwivedi *et al.* 2014). Estos microorganismos contribuyen al aprovechamiento de los nutrientes a través de la producción de enzimas: lipasas, xilanasas, amilasas, proteasas (Yüce *et al.* 2017). Así como, compuestos antimicrobianos: peróxido de hidrógeno (H₂O₂), bacteriocinas, diplococinas, lactalinas, acidofilinas que inhiben el crecimiento de *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Fernández *et al.* 2014 y Li *et al.* 2015) manteniendo la salud intestinal de los animales (Liao y Nyachoti 2017).

La harina de banano orito verde presentó alto contenido de MS, MO, ELN, EB y no afectó los coeficientes de digestibilidad aparente de la MO, PB, FB, ELN y EB al sustituir el maíz en la dieta en 20 y 40%, garantizando un alimento energético de apropiadas características nutricionales para cerdos en crecimiento.

Agradecimientos

Se agradece al personal técnico y trabajadores del Programa de Porcinos y Laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica por el apoyo en la ejecución de esta investigación.

References

- Abeledo, C.M., Rodríguez, D.M., Rodríguez, D. & Santana, I.M. 2014. Comportamiento productivo de cerdos CC21 y Duroc en la unidad genética Cienfuegos durante los años 2009-2011. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(3): 1-9
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J. J., Pacheco-Vargas, G., Osorio-Díaz, P., & Bello-Pérez, L. A. 2012. Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT - Food Science and Technology*. 46(1): 177-182 .doi: 10.1016/j.lwt.2011.10.010
- AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro). 2017. Manual de aplicabilidad de buenas prácticas porcícolas. Quito, Ecuador, 127 p. Available: <<http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/Guia-BPA-publicaciones/2017/enero/manual-buenas-practicas-porcicolas-24-01-2017.pdf>>, [Consulted: January 05, 2018].
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Gaithersburg, MD. USA, ISBN: 978-0-935584-87-5.
- Apata, D. F. & Babalola, T. O. 2012. The Use of Cassava, Sweet Potato and Cocoyam, and Their By-Products by Non – Ruminants. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(4): 54-62. doi: 10.5923/j.food.20120204.02.
- Bertechini, A. G. 2013. *Nutrição de monogástricos*. Segunda Edição Revisada, Editora UFLA, Lavras, MG, Brasil. 2012. 373 p, ISBN: 978-85-8127-016-6.
- Bezerra, C. V., Rodrigues, A. M., Amante, E.R. & Da Silva, L. H. 2013. Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. *Rev. Bras. Frutic.*, 35(4): 1140-1146
- Caicedo, W., Rodríguez, R., Lezcano, P., Ly, J., Valle, S., Flores, L. & Ferreira, F. 2016. Physicochemical and biological indicators in silages of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) tubers for animal feeding. *Cuban Journal of Agricultural*

- Science, 50(1): 121-129
- Carter, A. T. & Peck, M. W. 2015. Genomes, neurotoxins and biology of *Clostridium botulinum* Group I and Group II. *Res. Microbiol.*, 166(4): 303-317. doi: 10.1016/j.resmic.2014.10.010
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Versión 1.0 para Windows.
- Digbeu, D. Y., Due, A. E. & Dabonne, S. 2013. Biochemical characteristics of composite flours: influence of fermentation. *Food Sci. Technol (Campinas)*. 33(4): 599-604.
- Diniz, T., Granja Salcedo, T., De Oliveira, M. Z. & Viegas, R. 2014. Uso de subproductos del banano en la alimentación animal. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 6(1): 194-212.
- Driehuis, F., Wilkinson, J. M., Jiang, Y., Ogunade, I. & Adesogan, A. T. 2018. Silage review: Animal and human health risks from silage. *J. Dairy Sci.* 101(5): 4093-4110. doi: 10.3168/jds.2017-13836.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11(1): 1-42
- Dwivedi, S., Sahrawat, K., Puppala, N. & Ortiz, R. 2014. Plant prebiotics and human health: Biotechnology to breed prebiotic-rich nutritious food crops. *Electronic Journal of Biotechnology*. 17(5): 238-245.
- Eleazu, C. O., Eleazu, K.C. & Iroaganachi, M. A. 2016. Effect of cocoyam (*Colocasia esculenta*), unripe plantain (*Musa paradisiaca*) or their combination on glycated hemoglobin, lipogenic enzymes, and lipid metabolism of streptozotocin-induced diabetic rats. *Pharm Biol.* 54(1): 91-97. doi: 10.3109/13880209.2015.1016181.
- Famakin, O., Fatoyinbo, A., Ijarotimi, O. S., Badejo, A. A. & Fagbemi, T. N. 2016. Assessment of nutritional quality, glycaemic index, antidiabetic and sensory properties of plantain (*Musa paradisiaca*)-based functional dough meals. *J. Food Sci. Technol.*, 53(11): 3865-3875. doi: 10.1007/s13197-016-2357-y.
- Farfán-López, C. & De Basilio, V. 2014. Desactivación del frijol integral de soya y su utilización en el alimento para engorde de cerdos. *Mundo Pecuario*. 10(3): 99-110.
- Fernández, K. J., Chanci, I. C., Wilches, L. & Cardona, J. A. 2014. Caracterización de los metabolitos de bacterias ácido-lácticas y efecto inhibitorio de las bacteriocinas en microorganismos patógenos en alimentos: revisión sistemática de la literatura, 2008-2012. *Revista Biosalud*. 13(1): 45-61.
- GADMP (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza). 2017. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pastaza 2015-2020. Áreas Agropecuarias, Pastaza, Ecuador, 263 p.
- Gómez, J. 2016. Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Estudios Gerenciales*, 32(139): 120-126.
- Gutiérrez, C., Ciro, J. & Parra, J. 2012. Efecto del método de colección sobre la digestibilidad total de soya extruida en cerdos. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*. 1(1): 16-25.
- Hurtado, N. V., Nobre, S. R. & Chiquieri, D. J. 2011. Rendimiento de cerdos alimentados con raciones conteniendo subproductos de arroz, durante la fase de crecimiento. *Rev. MVZ Córdoba*. 16(1): 2372-2380.
- Iheshiolor, O. O. M., Esonu, B. O., Chuwuka, O. K., Omede, A. A., Okoli, I. C. & Ogbuewu, I. P. 2011. Effects of Mycotoxins in Animal Nutrition: A Review. *Asian Journal of Animal Sciences*, 5(1): 19-33. doi: 10.3923/ajas.2011.19.33.
- Kaushal, M., Kaushal, P. & Sandhu, K. S. 2011. Studies on physicochemical and pasting properties of Taro (*Colocasia esculenta* L.) flour in comparison with a cereal, tuber and legume flour. *J. Food Sci. Technol.* 50(1): 94-100. doi: 10.1007/s13197-010-0227-6.
- Leiva, Y. 2015. Eficacia de una nueva fitasa microbiana en dietas de cerdos en crecimiento. Master Thesis, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 41 p.
- Li, D., Ni, K., Pang, H., Wang, Y., Cai, Y. & Jin, Q. 2015. Identification and antimicrobial activity detection of lactic acid bacteria isolated from corn stover silage. *Asian Australas J. Anim. Sci.*, 28: 620-631. doi: 10.5713/ajas.14.0439.
- Liao, S. F. & Nyachoti, M. 2017. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. *Animal Nutrition*. 3(4): 331-343. doi: 10.1016/j.aninu.2017.06.007.
- Ly, J. 2004. Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(3): 5-24.
- Ly, J. & Delgado, E. 2005. A note "in vitro" (pepsin/pancreatin) digestibility of taro (*Xanthosoma sagittifolia* spp.) and cocoyam (*Colocasia esculenta* spp) for pigs. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 12(2): 90-92.
- Ly, J., Marrero, L., Mollineda, A. & Castro, M. 2009. Studies of digestibility in growing pigs fed final and high-test sugarcane molasses. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 43(2): 173-176.
- Madrid, J., Martínez, S., López, C. & Hernández, F. 2013. Effect of phytase on nutrient digestibility, mineral utilization and performance in growing pigs. *Livestock Science*. 154(1-3): 144-151. doi: 10.1016/j.livsci.2013.03.003.
- Malavanh, C. & Preston, T.R. 2006. Intake and digestibility by pigs fed different levels of sweet potato leaves and water spinach as supplements to a mixture of rice bran and cassava root meal. *Livestock Research for Rural Development*. Available: <<http://www.lrrd.org/lrrd18/6/mala18086.htm>>, [Consulted: December 07, 2018].
- Martínez-Cardozo, C., Cayón-Salinas, G. & Ligarreto-Moreno, G. 2016. Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Corpoica Ciencia Tecnología*. 17(2): 217-227.
- Menezes, E.W., Tadini, C.C., Tribess, T.B., Zuleta, A., Binaghi, J., Pak, N., Vera, G., Dan, M.C., Bertolini, A.C., Cordenunsi, B.R. & Lajolo, F.M. 2011. Chemical composition and nutritional value of unripe banana flour (*Musa acuminata*, var. Nanicão). *Plant Foods Hum Nutr.* 66(3):231-237. doi: 10.1007/s11130-011-0238-0.
- NRC (National Research Council). 2012. Nutrient Requirements of Swine. 11th ed., Washington D.C., USA: National Academies Press, 400 p, ISBN: 978-0-309-22423-9.
- Odenigbo, A. M., Asumugha, V.U., Ubbor, S. & Ngadi, M. 2013. *In vitro* starch digestibility of plantain and cooking-banana

- at ripe and unripe stages. *International Food Research Journal*. 20(6): 3027-3031.
- Ohizua, E. R., Adeola, A. A., Idowu, M. A., Sobukola, O. P., Afolabi, T. A., Ishola, R. O., Ayansina, S. O., Oyekale, T. O. & Falomo, A. 2017. Nutrient composition, functional, and pasting properties of unripe cooking banana, pigeon pea, and sweetpotato flour blends. *Food Sci Nutr*. 5: 750-762. doi: 10.1002/fsn3.455. eCollection 2017 May.
- Parra, J. & Gómez, Z. 2009. Importancia de la utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina. *Revista MVZ Córdoba*. 14(1): 1633-1641.
- Ren, J., Tan, S., Dong, L., Mazzi, A., Scipionia, A. & Sovacool, B.K. 2014. Determining the life cycle energy efficiency of six biofuel systems in China: A Data Envelopment Analysis. *Bioresource Technology*. 162(1): 1-7. doi: 10.1016/j.biortech.2014.03.105.
- Renaudeau, D., Brochain, J., Giorgi, M., Bocage, B., Hery, M., Crantor, E., Marie-Magdeleine, C. & Archimède, H. 2014. Banana meal for feeding pigs: digestive utilization, growth performance and feeding behavior. *Animal*. 8(4): 565-571. doi:10.1017/S175173111400010.
- Rivera-Quixchan, J.M., González-Cortés, N., García-Zarracino, R. & Jiménez -Vera, R. 2018. Componentes prebióticos del plátano: fibra dietética y almidón resistente. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 5(3): 40-50.
- Rostagno, H. S., Teixeira, L. F., Donzele, L. J., Gomes, P. C., Oliverira, Rita., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Toledo, S. L. & Euclides, R. F. 2011. *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. 3era Edición.* Universidad Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia, Brasil. 167 p.
- Sakomura, N. & Rostagno, H. 2007. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.* Jaboticabal: Funep, 283 p., ISBN: 978-85-87632-97-5.
- Sánchez, J., Caicedo, W, Aragón, E., Andino, M., Bosques, F., Viamonte, M. & Ramírez, J. 2018. La inclusión de la *Colocasia esculenta* (papa china) en la alimentación de cerdos en ceba. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 19(4): 1-5.
- Sarawong, C., Rodríguez-Gutiérrez, Z., Berghofe, E. & Schoenlecher, R., 2014. Effect of green plantain flour addition to gluten-free bread on functional bread properties and resistant starch content. *International Journal of Food Science and Technology*. 49(8): 1825-1833.
- Soto, V.S. 2010. Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisiaca*). *Revista Boliviana de Química*. 27(2): 94-99.
- Soto-Maldonado, C., Concha-Olmos, J., Cáceres-Escobar, G. & Meneses-Gómez, P. 2018. Sensory evaluation and glycaemic index of a food developed with flour from whole (pulp and peel) overripe banana (*Musa cavendishii*) discards, *LWT - Food Science and Technology*. 92: 569-575. doi: 10.1016/j.lwt.2018.03.011.
- Steiner, T., Mosenthin, R., Zimmermann, B., Greiner, R. & Roth, S. 2007. Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. *Animal Feed Science and Technology*. 133(3): 320-334.
- Trejo-Márquez, M. A., Lira-Vargas, A. A., & Pascual-Bustamante, S. 2016. Fibra para el futuro: propiedades y beneficios. In M.E. Ramírez Ortiz (Ed.). *Alimentos Funcionales de Hoy*. Barcelona, España: OmniaScience, 34 p., ISBN: 978-84-945603-4-7.
- Uvidia, H., Buestán, D., Leonard, I. & Benítez, D. 2014. La distancia de siembra y el número de estacas en el establecimiento del *Pennisetum purpureum*. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 15(7): 1-8.
- Varley, P.F. Callan, J.J. & O'Doherty, J. 2011. Effect of dietary phosphorus and calcium level and phytase addition on performance, bone parameters, apparent nutrient digestibility, mineral and nitrogen utilization of weaner pigs and the subsequent effect on finisher pig bone parameters. *Animal Feed Science and Technology*. 165(3-4): 201-209.
- Yangilar, F. 2015. Effects of Green Banana Flour on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream. *Food Technol. Biotechnol*. 53(3): 315-323. doi: 10.17113/ftb.53.03.15.3851.
- Yüce, S., Tahtacı, S. & Kılıç, G. B. 2017. The hydrolytic enzymes produced by halophilic lactic acid bacteria. *GIDA - Journal of Food*. 42(3): 242-251. doi: 10.15237/gida.GD16088.

Received: April 20, 2019