

Elaboración de un alimento energético-proteico para animales, basado en residuos de cosecha de pera (*Pyrus communis*)

Development of an energy-protein for animal food based crop residues pear (*Pyrus communis*)

Elaboração de um alimento energético-proteico para animais, baseado em resíduos de colheita de pera (*Pyrus communis*)

Néstor Julián Pulido-Suárez,¹ Luis Miguel Borrás-Sandoval,² Carlos Eduardo Rodríguez-Molano³

¹ Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Investigador del Grupo de Investigación en Bioquímica y Nutrición Animal, Universidad Pedagógica y Tecnológica. Tunja, Colombia. nestor.pulido@uptc.edu.co

² MSc, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. luis.borras@uptc.edu.co

³ MSc, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente, Escuela de Medicina Veterinaria y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. carlos.rodriguez@uptc.edu.co

Fecha de recepción: 23/07/2015

Fecha de aceptación: 16/10/2015

Para citar este artículo: Pulido-Suárez NJ, Borrás-Sandoval LM, Rodríguez-Molano CE. Elaboración de un alimento energético-proteico para animales, basado en residuos de cosecha de pera (*Pyrus communis*). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. 17(1):7-16

Resumen

La pera (*Pyrus communis*) es una fruta perteneciente a la especie de los caducifolios, ampliamente consumida a nivel mundial por su alta calidad energética. Sin embargo, la pera por sí sola no aporta la cantidad proteica requerida para la alimentación en los bovinos, por lo que se han venido estudiando alternativas que mejoren su calidad nutricional. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros de fermentación en estado sólido y valor composicional de un alimento energético-proteico basado en pera (*Pyrus communis*) con daño físico aparente. Se utilizó un diseño completamente al azar para evaluar tres tratamientos, estos correspondieron a porcentajes de inclusión de carbonato de calcio (0,25, 0,50, 0,75) sobre la base de formulación ya establecida

(40 % pera, 25 % harina de arroz, 25 % salvado de trigo y 10 % urea), los parámetros evaluados fueron: pH, cenizas (CZ), proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC), se registraron a las 0, 24, 48 y 72 horas. Como resultado, se observó que el pH descendió de forma gradual para cada tratamiento y en cada periodo de muestreo, sin embargo, no se presentaron diferencias significativas. El menor valor al final del proceso lo registró el T2 (0,25) con 4,66, seguido del T3 (0,50) con 4,50; las cenizas alcanzaron valores hasta del 6 % con el T3; en la fibra y la proteína cruda, el T2 (0,50) fue el que alcanzó los mayores porcentajes. Finalmente, la disminución de las variables de fermentación asegura un alimento sin presencia de microorganismos no deseables y estable en el tiempo.

Palabras clave: ganado bovino, alimentación de los animales, fermentación en estado sólido, microorganismos

Abstract

Pear (*Pyrus communis*) is a fruit from the species of deciduous, widely consumed worldwide for its high quality energy. However, pear itself does not provide the amount of protein required for cattle feeding, so alternatives to improve its nutritional quality have been studied. On these grounds, the objective of this study was to evaluate the parameters of solid state fermentation, and compositional energy value of a protein food based on pears (*Pyrus communis*) with apparent physical damage. A completely random design was used to evaluate three treatments; these correspond to percentages of inclusion of calcium carbonate (0.25, 0.50, 0.75) formulation based on already established (40 % pear, 25 % rice flour, 25 %

wheat bran and 10 % urea), the parameters evaluated were: pH, ashes (CZ), crude protein (CP) and crude fiber (CF), and they were recorded at 0, 24, 48 and 72 hours. As a result, it was found that the pH dropped gradually for each treatment and at each sampling period; however, there were no significant differences. The lower value at the end of the process is recorded T2 (0.25) with 4.66, followed by T3 (0.50) with 4.50, the ash reached values of up to 6 % with T3, and T2 (0.50) reached the highest percentages in fiber and crude protein. Finally, decreasing the fermentation variables ensures a food with no presence of undesirable microorganisms and stable over time.

Keywords: Cattle, Animal feeding, Solid state fermentation, Microorganisms

Resumo

A Pera (*Pyrus communis*) é uma fruta pertencente à espécie dos caducifólios, amplamente consumida a nível mundial pela sua alta qualidade energética. Porém, a pera por si mesma não aporta a quantidade proteica requerida para a alimentação nos bovinos, pelo que se têm vindo estudando alternativas que melhorem a sua qualidade nutricional. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros de fermentação no estado sólido, e valor composicional de um alimento energético - proteico baseado em pera (*Pyrus Comunis*) com dano físico aparente. Utilizou-se um desenho de estudo completamente ao acaso para avaliar três tratamentos, estes corresponderam a percentagens de inclusão de carbonato de cálcio (0,25, 0,50, 0,75) sobre a base de formulação já

estabelecida (40% Pera, 25% farinha de arroz, 25% farelo de trigo e 10% ureia), os parâmetros avaliados foram: pH, cinzas (CZ), proteína crua (PC) e fibra crua (FC), se registraram às 0, 24, 48 e 72 horas. Como resultado, se observou que o pH descendeu de forma gradual para cada tratamento e em cada período de amostragem, porém não se apresentaram diferenças significativas. O menor valor ao final do processo o registrou o T2 (0,25) com 4,66, seguido do T3 (0,50) com 4,50, as cinzas alcançaram valores até de 6% com o T3, na fibra e a proteína crua o T2 (0,50) foi o que alcançou as maiores percentagens. Finalmente a diminuição das variáveis de fermentação assegura um alimento sem a presença de microrganismos não desejáveis e estável no tempo.

Palavras claves: gado bovino, alimentação dos animais, fermentação em estado sólido, microrganismos

Introducción

La fermentación en estado sólido (FES) es un proceso biotecnológico para preservar o desarrollar nuevos alimentos mediante el uso de microorganismos, a partir de varios carbohidratos. Las levaduras son microorganismos unicelulares de crecimiento vegetativo que, dependiendo de la especie, pueden utilizar compuestos como las pentosas, metil pentosas, alcoholes de azúcar, ácidos orgánicos, polisacáridos e incluso compuestos como el i-inositol; casi todas las especies, con raras excepciones, utilizan iones de amonio para la síntesis de proteína (Rampersaud 2007). Durante la FES de subproductos agroindustriales ricos en azúcares y celulósicos, la energía de esos carbohidratos y la urea como fuente de nitrógeno (N) son utilizados para el crecimiento de la microflora epifita de los subproductos, lo que hace posible obtener un incremento en la población de levaduras y bacterias principalmente, aún en la fase de secado, sin la utilización de inóculo en el sistema (Costa et al. 2010).

En el departamento de Boyacá, en el año 2007 se produjeron, un total de 409.778 t de pera (Parra et al. 1998); de estas, aproximadamente 120.000 t, se vendieron como pera de desecho y se usaron en la industria de compotas.

Existen estudios sobre las características nutricionales del bagazo de manzana (BM) ensilado, así como de sus limitaciones; sin embargo, no se cuenta con información acerca de la producción de BM a través de FES por medio de métodos convencionales. Este conocimiento permitiría un mejor aprovechamiento de los desechos de pera en la alimentación animal y evitaría problemas de contaminación generada por estos subproductos, como la acidificación del suelo por la descomposición de la fruta o la eliminación de los desechos en los cauces de agua. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del carbonato de calcio sobre el producto final de la fermentación en estado sólido (FES) de la pera (*Pyrus communis*) como alternativa para la alimentación animal en el departamento de Boyacá, Colombia.

Materiales y métodos

El presente trabajo pretende desarrollar un alimento alternativo de bajo costo y de alto nivel nutricional para la alimentación animal, basado en el desarrollo de una fermentación en estado sólido de la pera (FES pera), evaluando una inclusión de carbonato de calcio a diferentes porcentajes.

Localización

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), ubicada en la avenida Central del Norte, vía Tunja-Paipa, en el municipio de Tunja, departamento de Boyacá. Este departamento está situado en el centro del país, limita al norte con los departamentos de Santander, Norte de Santander y la República de Venezuela; al oriente con los departamentos de Arauca y Casanare; al sur con los departamentos del Meta y Cundinamarca; y al occidente con el departamento de Antioquia, del que está separado por el río Magdalena.

La ciudad de Tunja se encuentra localizada, sobre la cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2.820 msnm, cuenta con una temperatura promedio de 12 °C y precipitación media anual de 553 mm (Bernal 2008).

Preparación del alimento FES pera

En la preparación del producto FES pera se empleó la fruta completa obtenida de los desechos de la cosecha, previamente se limpió y fue cortada en pequeños trozos y se le añadió los siguientes ingredientes y fuentes energéticas según método descrito por Elías et al. (2001): 425 g de pera rayada, 25 g de harina de arroz, 25 g de salvado de trigo, 5 g melaza, 10 g de urea, 1 g de sulfato de magnesio, 2,5 g de suplemento vitamínico y 2,5 g de carbonato de calcio. Estos ingredientes se mezclaron hasta obtener una pasta homogénea que se denomina producto FES pera; parte de este se dispuso para realizar los análisis de composición nutricional e indicadores fermentativos del producto a la hora 0 y a temperatura ambiente,

mientras el producto restante se distribuyó en bolsas plásticas selladas (no herméticamente) para incubar a diferentes periodos de tiempo, según tratamientos. Cada bolsa representó una unidad experimental.

El producto se mantuvo a 20 °C en una incubadora convencional, pasadas 24, 48 y 72 horas de incubación se realizaron los análisis químicos y bromatológicos respectivos.

Después de la incubación, el contenido de las bolsas de cada tratamiento fue recolectado en su totalidad y homogenizado, luego se tomaron 5 g de muestra y se depositaron en un Erlenmeyer de 100 ml, al cual se les adicionó 45 ml de agua destilada estéril. La preparación se agitó durante 30 minutos y se filtró por medio de gasas estériles y se le determinó el pH

en un potenciómetro automático, metodología desarrollada por Elías et al. 2001 (Buono et al. 2009)

Diseño experimental

Se analizaron tres tratamientos y un tratamiento control. Todos los grupos de tratamiento se hicieron por triplicado.

Para evaluar el efecto del CaCO₃ en el producto final, se prepararon tres tratamientos con diferentes porcentajes de inclusión de carbonato de calcio (CaCO₃) y un grupo control la composición de cada uno se presenta en la tabla 1.

A cada tratamiento se le realizó tres repeticiones para un total de nueve unidades experimentales (UE), a las cuales se les midió su pH a las 0, 48, y 72 horas.

Tabla 1. Diseño experimental: inclusión de carbonato de calcio en los tratamientos

	CaCO ₃ (g)	Pera rayada (g)	Harina de arroz (g)	Salvado de trigo (g)	Urea (g)
T1	0,25	425	25	25	10
T2	0,50	425	25	25	10
T3	0,75	425	25	25	10
Tc		425	25	25	10

T1, T2 y T3: Número del tratamiento; Tc: Tratamiento control; CaCO₃: carbonato de calcio

Fuente: Elaboración propia

VARIABLES EVALUADAS

pH. Se tomó la lectura de cada una de las muestras, con un potenciómetro automático en las horas de muestreo establecidas, esto se realizó tomando la lectura del filtrado obtenido, después de agitar y agregar el agua estéril, posteriormente se removió cada tratamiento de manera manual durante 30 segundos, esto con la finalidad de proporcionar una adecuada oxigenación y permitir el secado de la mezcla.

Proteína cruda. La determinación de proteína cruda (PC) se realizó utilizando el procedimiento descrito

por la Association of Official Analytical Chemists (1984), se llevaron a digestión 0,2 g de muestra dopada con selenio, más 3 ml de H₂SO₄ 0,0491 N, los valores obtenidos fueron expresados en porcentaje de proteína cruda (% PC).

Proteína verdadera. El contenido de proteína verdadera (PV) fue determinada según la metodología de Berstein (citado por Meir 1986), a 0,2 g de muestra se le añadieron 25 ml de agua destilada y se llevó a ebullición por 1 o 2 minutos, luego se agregó 13 ml CuSO₂ al 6 % y NaOH al 1,25 %, se filtró en papel y se llevaron a digestión agregando previamente

una mezcla de selenio y 3 ml de H_2SO_4 concentrado. Luego, usando micro Kjeldahl, se colectaron 40 ml en un vaso de precipitado, se adicionó 10 ml de ácido bórico al 4% y cinco gotas de indicador para proteína y, finalmente, se tituló con H_2SO_4 al 0,0491 N; los valores obtenidos fueron expresados en porcentaje de proteína verdadera (% PV).

Análisis estadístico

En este experimento se utilizó un diseño completamente al azar donde se evaluaron las siguientes variables: valores de fibra cruda (FC) de FES pera,

valores de proteína cruda (PC) de FES pera, valores de cenizas (CZ) y valores de pH.

Resultados y discusión

En la figura 1 se presentan los valores promedio de pH obtenidos en cada uno de los tratamientos, el cual se valoró para llevar un control del producto FES pera durante el transcurso del estudio, se reporta que el pH se debe mantener entre 3,5 y 6 para un adecuado crecimiento de microorganismos en procesos FES (Pandey et al. 2001; Elías et al. 2001).

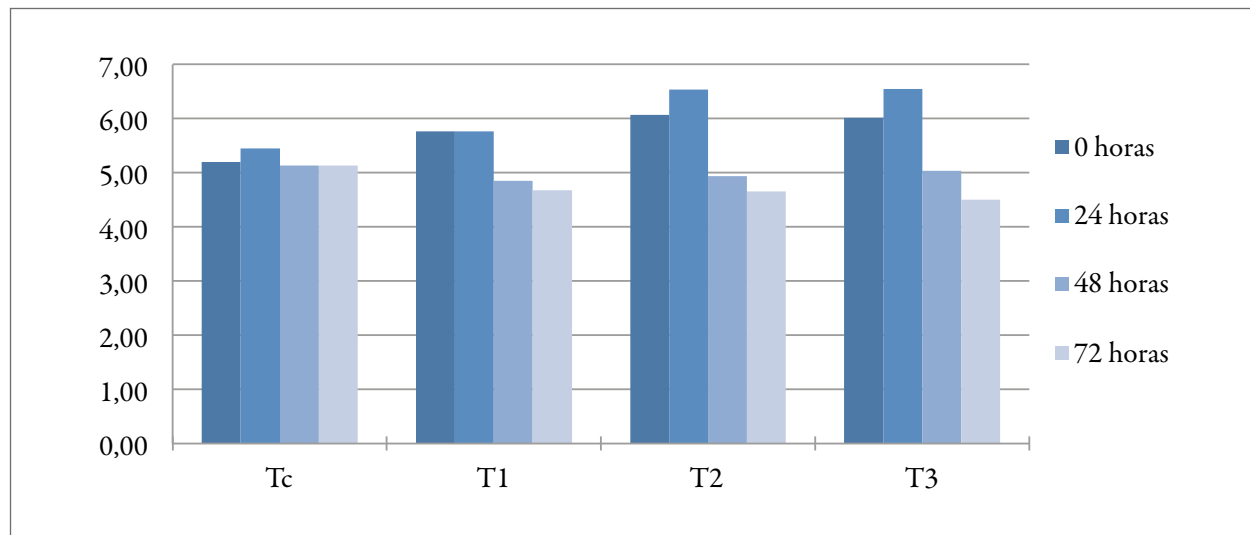


Figura 1. Comportamiento del valor de pH a las 0, 24, 48 y 72 horas de fermentación.

T1, T2 y T3: Número del tratamiento; Tc: Tratamiento control

Fuente: Elaboración propia

Proteína cruda

El material FES pera mostró un porcentaje de hasta 27,51% en producto fermentado por 72 horas, seguido de valores de 27,43; 26,59 y 26,28% en T1, T2 y T3, respectivamente (figura 2). Los valores de proteína cruda reportados para la pera son 6-12% en base a materia seca. En un estudio previo realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UPTC (Fonseca 2013) se determinó un valor de 7,73% de PC en la pera cruda; valores superados significativamente al someter los residuos de pera a FES, estos valores superan otros trabajos en los que se suministró papa Capira, para la alimentación de vacas holstein

con porcentajes de proteína cruda de 13,6% en base a materia seca, en Antioquia (Colombia) (Montoya et al. 2004).

Por otra parte, en un estudio en Cuba, empleando diferentes sustratos (maíz molido, sorgo molido, pulpa de cítrico deshidratada y pulidora de arroz) y fuentes energéticas, se logró estimar que, cuando los valores de PC ascienden a 17,52-22,98% y proteína verdadera (PV) 10,62-13,27% al someterlos a FES, este tipo de alimentos podrían competir con alimentos comerciales. Además, se demostró el potencial que tienen los procesos de FES en la producción de alimentos de mayor valor nutritivo

para los animales, a partir de materiales fibrosos con bajo contenido de proteína y disponibles local o regionalmente, como es el caso de la caña de azúcar (Ramos 2005).

El incremento de la proteína utilizando otros sustratos también fue comprobado por Valdívie et al. (1997), citado por (Cárdenas et al. 2008). Estos investigadores, informaron que en caña de azúcar fermentada con diferentes ingredientes mediante FES, los valores de PC pasaron de 11,5 a 16,3% y la PV pasó de 4,7 a 9,77% sin inóculo y a 9,8% con inóculo. Por su lado, en la elaboración de saccharina a partir de caña y boniato sometida a diferentes tiempos de fermentación (24, 48, 72 y 96h), con adición de 1% de urea, se obtuvieron valores de PC de 10,1% a las 24 h y de 13,7% a las 48 h (Rodríguez et al. 2001).

Además, el incremento hallado en los porcentajes de proteína cruda se puede atribuir a que se mantuvo un pH dentro de un rango adecuado para el crecimiento de los microorganismos (Moyano 2014) (ver figura 1); estos, a su vez, hacen uso de la energía disponible en forma de carbohidratos solubles que la pera proporciona, utilizada para la retención de amoníaco y posterior conversión de nitrógeno no proteico en nitrógeno proteico a través de procesos físico biológicos (Valiño et al. 1994).

En los procesos bioquímicos desarrollados durante la FES, las proteínas solubles y degradables, que en

cantidad es poca, y la de los ingredientes energéticos utilizados, probablemente se transformarían por las proteasas extracelulares de los microorganismos a péptidos, los cuales, dentro del interior de la célula microbiana, podrían ser atacados por las peptidasas con liberación de aminoácidos (Hristov et al. 2005). En el interior de la célula, los aminoácidos serían utilizados directamente para la síntesis de proteínas o de otros constituyentes celulares, como las paredes celulares y los ácidos nucleicos, o catabolizados a AGVt, ácidos orgánicos, CO₂ y H₂O; parte de los aminoácidos serían desaminados a NH₃ a través de la enzima L-glutamato deshidrogenasa-NADH; así mismo, la urea sería transformada a NH₃ por la enzima ureasa de la microbiota epifítica de estos procesos (Valiño et al. 1994). El amoníaco liberado se puede convertir en NH₄ por efecto del bajo pH y este se puede incorporar al protoplasma celular a través de la enzima L-glutamato deshidrogenasa-NADH para el metabolismo de los aminoácidos en la mitocondria (Fernández 2009). Rodríguez et al. (2001) sugirieron que, en lapsos mayores de tiempo a 48 horas de fermentación, ocurren reducciones repentinas de los valores de PC debido a que en ese momento se obtiene la mayor producción de NH₃, el cual se pierde durante el procesamiento de la muestra por ser un compuesto volátil, lo que coincide con lo observado en nuestro estudio, ya que los valores de la PC a las 48 h en las muestras conservadas a 25 °C y 30 °C fueron inferiores a las reportadas para los tratamientos de 24 h.

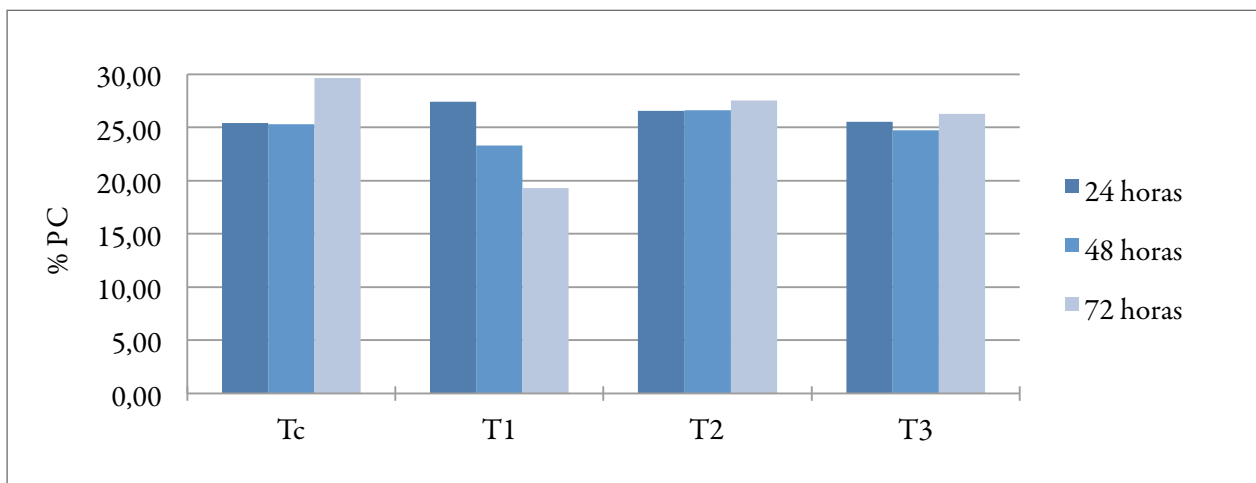


Figura 2. Comportamiento del valor de % proteína cruda a las 24, 48 y 72 horas de fermentación.

T1, T2 y T3: Número del tratamiento; Tc: Tratamiento control

Fuente: Elaboración propia

Cenizas (CZ)

Las cenizas o minerales son sales y óxidos de los diferentes elementos químicos. Es con base en esos elementos, que en el lenguaje de la producción animal, se nombra y se conoce a los minerales (Cárdenas et al. 2008). La pera cruda presenta valores promedio de 0,5-1 % de cenizas con base a materia seca (Pratella 2003), valores que se vieron incrementados de manera significativa en cada uno de los tratamientos del actual estudio y que fueron superiores a lo indicado para la pera cruda (figura 3). Este comportamiento se puede atribuir a que se adicionó 0,5 % de premezcla mineral al producto FES pera. En otro estudio, al realizar FES a la yuca para alimentación de cerdos

en el Valle del Cauca (Colombia) se logró aumentar de un 1,6 % a un 4,8 % CZ (Espinosa 2008). En FES de desechos de guayaba para alimentación de ganado en México, se pasó de 0,7 % de CZ a 1,5 %, sin adición de material secante ni premezclas minerales, manteniendo el producto a 28 °C durante siete días de fermentación (Jauregui 1992). Se obtuvo un porcentaje de hasta 17,96 % de cenizas en pollinaza sometida a fermentación en estado sólido por un periodo de 24 h. Contrario a esto, en FES de residuo de la pulpa de café se pasó de un 6,20 % de cenizas en fresco a un 4,8 % en producto fermentado, o que muestra un comportamiento inverso al de FES pera (Gualtieri et al. 2007).

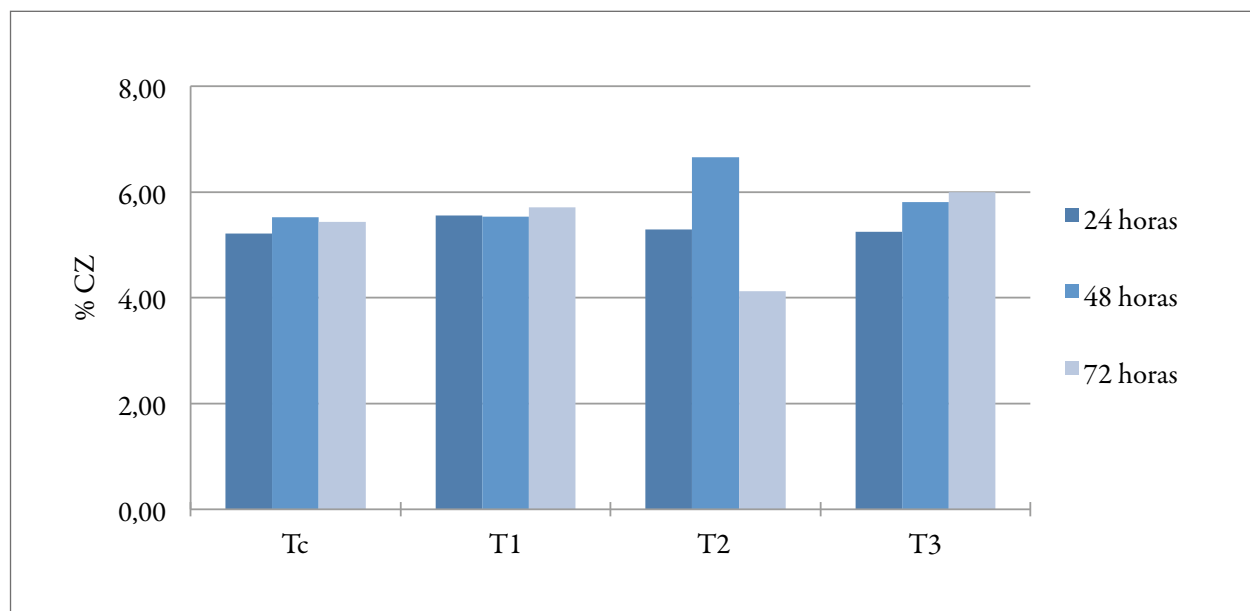


Figura 3. Comportamiento del valor de % cenizas a las 24, 48 y 72 horas de fermentación.

T1, T2 y T3: Número del tratamiento; Tc: Tratamiento control

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las cenizas, se encuentran el fósforo, el azufre y otros metales, que son importantes para el metabolismo de la microbiota pero en pequeñas cantidades, como ha sido señalado por Robinson et al. (2001), mientras que otros autores (Elías y Lascano 1993; Mufarregé 1999), demostraron la importancia de los elementos trazas y vitaminas del complejo B para el crecimiento acelerado de las levaduras que se establecen durante el FES de la caña de azúcar.

La elevación en los valores de cenizas con el tiempo de fermentación también fue reportado por Pérez (1996), quien observó que, al someter el mijo de perla (*Pennisetum americanum* (L) Leeke), el contenido de cenizas pasó de 1,6 % a 2,1 % en 72 horas como consecuencia del metabolismo celular. Se sugiere que el hongo *Rhizopus oligosporus*, empleado para la fermentación, utilizó carbohidratos y fibra, lo que aumentó la cantidad del contenido de grasas y minerales no utilizados en el producto final.

Fibra cruda (FC)

En este sentido, de acuerdo a los datos observados en la figura 4, el proceso FES en la pera ofrece un beneficio adicional, ya que los valores encontrados son superiores respecto a la pera cruda, e inclusive se hallaron cantidades de 18,86 y 18,76 % en los tratamientos T1 y T2 a 48 h, respectivamente. Estos resultados coinciden con investigaciones en las que se observó incremento en los porcentajes de fibra después de someter desechos de caña de azúcar a procesos de FES (Ramos 2005).

El contenido de FC en la pera varía normalmente entre 0,4 a 1% lo cual implica la necesidad de combinar este alimento con otros ricos en este compuesto, a fin de producir un mejor aprovechamiento específicamente en los rumiantes (Siebald et al. 2002). Adicionalmente, un alto porcentaje de peras en la ración puede ocasionar problemas digestivos por un efecto laxante y de meteorismo; para evitar este efecto y mejorar el aprovechamiento general de esta fruta, es necesario acompañarla con alimentos ricos en fibra (Siebald et al. 2002).

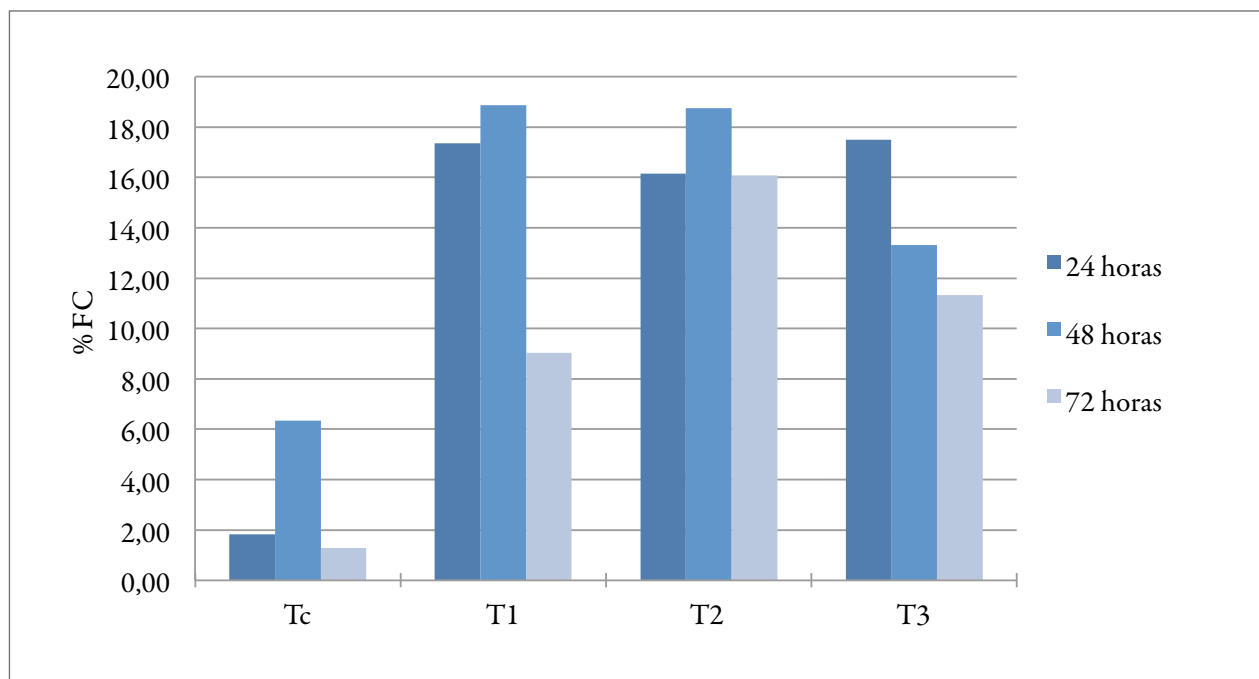


Figura 4. Comportamiento del % de fibra cruda en FES pera a las 24, 48 y 72 horas de fermentación. T1, T2 y T3: Número del tratamiento; Tc: Tratamiento control

Fuente: Elaboración propia

Se recalca que este aumento en los valores de la fibra cruda se debe a que, con el tiempo de fermentación, se incrementa significativamente el contenido de paredes celulares, en relación al contenido de almidón del producto usado, de esta manera se varían los porcentajes (Aranda et al. 2012), proceso que se ve reflejado aproximadamente a las 48 h de fermentación según Rodríguez et al. (2001), debido a que los microorganismos que están presentes en el sistema usan los azúcares del contenido celular (Berradre et al. 2009; Fernández 2009; Ramos 2005).

Conclusiones y recomendaciones

La fermentación en estado sólido es una biotecnología que permite optimizar la calidad de los componentes nutricionales de desechos de cultivos ricos en carbohidratos, convirtiéndolos en un alimento energético-proteico óptimo para la alimentación de rumiantes y monogástricos.

La síntesis de proteína microbiana en procesos fermentativos se ve favorecida en niveles de pH entre

4 y 6, debido a que los microorganismos encargados de desarrollar los procesos metabólicos de transformación del alimento requieren de estas condiciones aptas para su crecimiento.

El producto FES para incubado durante 24 y 48 horas de fermentación presentó modificaciones de relevancia en su composición nutricional, en lo referido a los porcentajes de proteína cruda, mostrando incrementos desde 7,7 % de PC en la pera cruda hasta del 21 %, con valores de PV hasta de 12,4 %.

Los valores de fibra cruda en procesos de FES se ven incrementados con respecto a la pera, convirtiéndose en un beneficio adicional al suministrarla a los animales.

La urea generó un incremento en el pH debido a la producción de amoníaco cuando se manejan niveles altos de esta en la mezcla.

Es factible el uso de la fermentación en estado sólido de la pera de desecho para la producción de proteína y su empleo en la alimentación animal.

Con miras a un mayor ajuste de la fermentación en estado sólido, en futuros trabajos se recomienda continuar con ensayos FES implementando diferentes proporciones de los ingredientes y técnicas de conservación para lograr estandarizar un método para la preparación del producto final con un valor nutricional apropiado y rentable para el productor.

Referencias

- Aranda EM, Georgana LE, Ramos JA, Salgado S. 2012. Elaboración de un alimento basado en caña de azúcar a partir de la fermentación en estado sólido y con diferentes niveles de zeolitas. *Rev Cubana Cienc Agríc.* 46(2):159-163.
- Association of Official Analytical Chemists. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14ª edición. Washington, DC: AOAC.
- Bernal E. 2008. *Diccionario de Gentilicios de Colombia*. Bogotá: IGAC.
- Berradre M, Mejías M, Ferrer J, Chandler C, Páez G, Mármol Z, Ramones E, Fernández V. 2009. Fermentación en estado sólido del desecho generado en la industria vinícola. *Rev Fac Agron.* 26(3):398-422.
- Buono V, Paradiso A, Serio F, Gonella M, De Gara L, Santamaría P. 2009. Tuber quality and nutritional components of "early" potato subjected to chemical haulm desiccation. *J Food Comp Anal.* 22(6):556-562.
- Cárdenas JR, Aranda EM, Hernández D, Lagunes LC, Ramos JA, Salgado S. 2008. Obtención de un alimento fermentado en estado sólido a partir del bagacillo de retorno, pulido de arroz e inóculos. Su utilización en la alimentación animal. *Rev Cubana Cienc Agríc.* 42(2):173-176.
- Costa M, Torres M, Magariños H, Reyes A. 2010. Producción y purificación parcial de enzimas hidrolíticas de *Aspergillus ficuum* en fermentación sólida sobre residuos agroindustriales. *Rev Colomb Biotecnol.* 12(2):163-175.
- Elías A, Lezcano O. 1993. Efecto de la fuente de nitrógeno y algunos factores de crecimiento en la población de levaduras que se establecen en la producción de Saccharina. *Rev Cubana Cienc Agríc.* 27:277-283.
- Elías A, Lezcano O, Herrera FR. 2001. Algunos indicadores bromatológicos y productos finales de la fermentación para la obtención de cuatro tipos de Saccharina inoculados con Vitafert. *Rev Cubana Cienc Agríc.* 35(2):153-158.
- Espinosa JD. 2008. Evaluación de dos procesos para mejorar la calidad nutricional de la harina de yuca (raíces y follaje) como alimento para cerdos en la etapa de ceba [trabajo de grado]. [Cali]: Universidad de San Buenaventura.
- Fernández CR. 2009. Efectos de los niveles de urea en el Sacchaplido sobre los patrones de fermentación ruminal [tesis de maestría]. [Tabasco]: Colegio de Postgraduados.
- Fonseca DA. 2013. Evaluación de una dieta con diferentes porcentajes de inclusión de papa fresca mezclada con un alimento a base de harinas sobre la producción y calidad de leche en vacas Holstein [trabajo de grado]. [Tunja]: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Gualtieri MJ, Villalta C, Díaz LE, Medina G, Lapenna E, Rondón ME. 2007. Producción de biomasa *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis* usando residuos de pulpa de *Coffea arabica* L. *Rev Inst Nac Hig.* 28(2):31-37.
- Hristov AN, Ropp JK, Grandeen KL, Abedi S, Etter RP, Melgar A, Foley AE. 2005. Effect of carbohydrate source on ammonia utilization in lactating dairy cows. *J Anim Sci.* 83(2):408-421.
- Jauregui J. 1992. Incremento del contenido proteico de la guayaba por medio de una fermentación en estado sólido para la elaboración de un alimento para ganado. *Revista Investigación y Ciencia [Aguascalientes]*. 5(1)32-36.
- Meir, H. 1986. *Laborpraktikure Tierernahrung und Futtermittelkunde fur Tierproduzenten*. Verlag, Germany.
- Montoya NF, Pino ID, Correa HJ. 2004. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas holstein. *Rev Col Cienc Pec.* 17(3):241-249.

- Moyano MA. 2014. Fermentación en estado sólido (FES) de la papa (*Solanum tuberosum*), como alternativa tecnológica para la alimentación animal [trabajo de grado]. [Tunja]: UNAD; [consultado 2015 oct]. <http://hdl.handle.net/10596/2545>.
- Mufarrije DJ. 1999 Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina. Sitio Argentino de Producción Animal; [consultado 2014 ene 20]. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/60-minerales_en_la_alimentacion_vacunos.pdf.
- Pandey A, Soccol CR, Rodríguez-León JA, Nigam P. 2001. Solid-state fermentation in biotechnology. Fundamentals and applications. Nueva Delhi: Asiatech Publishers.
- Parra A, Sánchez J, Barragán C. 1998. Características físicas y fisiológicas de la pera variedad Triunfo de Viena (*Pyrus communis* L.). Ing Investig. (41):33-44.
- Pérez LM. 1996. Fermentación en estado sólido del mijo de perla (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) por *Rhizopus oligosporus* para la obtención de un producto rico en proteína [tesis de maestría]. [Monterey]: Universidad Autónoma de Nueva León.
- Pratella GC. 2003. Note di biopatologia e tecnica di conservazione- trasporto dei frutti La pera (prima parte). Rivista di Frutticoltura. 5:83-85.
- Ramos JA. 2005. Obtención de un concentrado energético proteínico por fermentación en estado sólido de la caña de azúcar para bovinos en ceiba [tesis doctoral]. [La Habana]: Instituto de Ciencia Animal.
- Rampersaud GC. 2007. A comparison of nutrient density scores for 100 % fruit juices. J Food Sci. 72(4):261-266.
- Robinson T, Singh D, Nigam P. 2001. Solid-state fermentation: a promising microbial technology for secondary metabolite production. Appl Microbiol Biotechnol. 55(3):284-289.
- Rodríguez Z, Elías A, Boucourt R, Núñez O. 2001. Efectos de los niveles de nitrógeno ureico en la síntesis proteica durante la fermentación de mezclas de caña (*Saccharum officinarum*) y boniato (*Ipomea batata* Lam.). Rev Cubana Cienc Agríc. 35(1):29-36.
- Siebold E, Goic L, Matzner M. 2002. Alimentación de rumiantes con papa de desecho. Santiago de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigaciones. [consultado 2014 ene]. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/99-papa.pdf.
- Valiño E, Elías A, Álvarez E, Quintana M, Montes de Oca N. 1994. Composición de especies de bacterias aisladas del proceso de obtención de la Saccharina. II. Bacterias gram positivas. Rev Cubana Cienc Agríc. 28(1):75-80.