

Lactobacillus pentosus en la alimentación animal. Artículo de revisión

Florentino Uña Izquierdo*, Ileana Sánchez Ortiz**, Redimio Pedraza Olivera*, Amilcar Arenal Cruz*

* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba

** Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Camagüey, Cuba

amilcar.arenal@reduc.edu.cu

RESUMEN

Esta revisión tuvo el objetivo de evaluar la participación de *Lactobacillus pentosus* en la esfera de la producción de alimentos. Se consultaron revistas especializadas en la producción avícola y otras relacionadas con la producción animal en general, cuyo descriptor principal fue *Lactobacillus*. Se constató que *L. pentosus* es una especie versátil encontrada en varios nichos; presentes también en la preparación de muchos alimentos fermentados y en la secreción de diversas sustancias de carácter antimicrobiano. La especie, además, contribuye a disminuir la contaminación ambiental. Existen pocas investigaciones sobre su participación en la producción agropecuaria de carne y aves.

Palabras clave: producción de carne, bacteriocinas, biosurfactantes, probióticos

***Lactobacillus pentosus* in Animal Feeding. Review**

ABSTRACT

This review aimed to assess the involvement of *Lactobacillus pentosus* in the field of food production. Journals specialized in poultry and animal production in general were reviewed. The main descriptor used was *Lactobacillus*. It was found that *L. pentosus* is a versatile species found in a variety of environmental niches, which has a significant presence in the preparation of many fermented foods; also in the secretion of various substances of antimicrobial character, and it contributes to reduce environmental pollution. There are very few researches on the participation of *L. pentosus* in the agricultural production of meat and poultry.

Key words: meat production, bacteriocins, biosurfactants, probiotic

INTRODUCCIÓN

Las bacterias ácido lácticas (LAB) son conocidas por su uso y responsabilidad en la preservación de alimentos como la leche, carne, verduras y panes; debido a las capacidades fermentativas y de seguridad o en la combinación con otros tratamientos convencionales (Powthong y Suntornthiticharoen, 2015).

El género *Lactobacillus* comprende un grupo heterogéneo de microorganismos en forma de cocobacilos o bastones, de bajo contenido de bases G+C, Gram positivo, generalmente catalasa negativos, no esporulados y anaeróbicos (Bernardeau *et al.*, 2008). Los microorganismos probióticos más representativos pertenecen a este género (Parra-Huertas, 2010).

Hasan *et al.* (2015) informa que los probióticos más empleados en la producción animal son *L. acidophilus* y *S. cerevisiae*. *Lactobacillus pentosus* sólo se menciona en el caso de los equinos; sin embargo, existe nuevos reportes de su posible uso como probióticos.

La especie *Lactobacillus pentosus* se omitió de las Listas Acreditadas de Nombres Bacterianos y fue incluida dentro de *Lactobacillus plantarum*; sin embargo, Zanoni *et al.* (1987) demostraron, a través de estudios moleculares y bioquímicos, que las cepas aisladas en el forraje de maíz conservado en silo, designadas como *L. pentosus* NCDO 363 (= ATCC 8041) eran distintas de *Lactobacillus plantarum*.

En Cuba las primeras investigaciones para obtener probióticos, referidas al género de los *Lactobacillus* se desarrollaron en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Las cepas de *Lactobacillus salivarius* y *Bacillus* spp. se emplearon en pollos de ceba (Brizuela *et al.*, 2001; Brizuela, 2003). Recientemente, *Lactobacillus pentosus* demostró modular positivamente la respuesta inmune en pollos (García-Hernández *et al.*, 2016). Esta revisión tiene el objetivo de evaluar la participación integral de *Lactobacillus pentosus* en la esfera de la producción de alimentos.

DESARROLLO

Aislamientos en la producción de alimentos de origen vegetal y animal

Alimentos de origen vegetal

Las verduras fermentadas son consideradas hoy día como una fuente y vehículo de microorganismos probióticos. Además indicaron que los probióticos vegetales tienen el potencial de atraer más consumidores que exigen productos funcionales, pues las verduras proporcionan acceso a nuevas formulaciones de probióticos a aquellos que son intolerantes a la leche y sus derivados, o requieren las dietas bajas en colesterol. (Pérez *et al.*, 2012).

Aceitunas

La cepa *L. pentosus* DSM 16366 se aisló en la fermentación de aceitunas verdes y la consideran de interés tecnológico que podría usarse como una cepa iniciadora en los cultivos (Papadelli *et al.*, 2015).

La bacteria ácido-láctica que prevalece en la fermentación de aceitunas verdes de mesa es *Lactobacillus pentosus* (Maldonado-Barragán *et al.*, 2011), una cepa productora de bacteriocinas con propiedades biotecnológicas y probióticas. *Lactobacillus pentosus* MP-10 se aisló de las salmueras de las aceitunas verdes de mesa fermentadas naturalmente y presentó potencial probiótico, como la inhibición de patógenos en humanos, tales como *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, y *Enterococcus faecalis* (Abriouel *et al.*, 2011).

De las aceitunas industrialmente fermentadas se aislaron dos cepas de *Lactobacillus*: *L. pentosus* B281 y *L. plantarum* B282, (Doulgeraki *et al.*, 2013) y luego se utilizaron para demostrar que *L. pentosus* B281 resultó más eficaz por sobrevivir al final de la fermentación a niveles de 8 y 10 % en salmuera y además colonizar la superficie de la aceituna española de 6,0 a 7,0 log₁₀ unidades formadoras de colonias (ufc) g⁻¹ (Blana *et al.*, 2014).

Rodríguez-Gómez *et al.* (2013) observaron las potencialidades de *L. pentosus* TOMC-LAB2 como probiótico por su resistencia a la digestión de los jugos gástrico y pancreático, autoagregación, hidrofobicidad, producción de bacteriocinas y desconjugación de sales biliares. Con esta cepa, se desarrolló en olivos una nueva matriz para suministrar probióticos, fundamentalmente para consumidores intolerantes a la leche y sus derivados y que requieran dietas bajas en colesterol (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2014).

Forraje

L. pentosus ITA23 y *L. acidipiscis* ITA44 se aislaron del forraje de la morera (*Morus alba*) conservada en silo. Las cepas tuvieron alta tolerancia al ácido y bilis, actividad antioxidante, además presentaron actividad antioxidante y habilidad para producir ácidos grasos (Altaher *et al.*, 2015).

Aserrín fermentado

Lactobacillus pentosus LMG10755T se encontró en aserrín fermentado. La cepa se empleó como referencia para caracterizar *Lactobacillus xiangfangensis* sp., que se aisló en encurtidos en China, con la cual presenta 98,9 % de identidad con la secuencia de 16S RNAr (Gu *et al.*, 2012).

Frutas y comidas fermentadas

En Malasia se aislaron tres lactobacilos procedentes de frutas y comidas fermentadas: *Lactobacillus fermentum* Te007, *Pediococcus pentosaceus* Te010 y *Lactobacillus pentosus* G004; todos ellos con actividad antifúngica contra *Aspergillus oryzae* y *Aspergillus niger* (Muhialdin *et al.*, 2011). La mejor combinación resultó ser *Lactobacillus pentosus* G004 y *Lactobacillus fermentum* TE007, con inhibición total del crecimiento de ambos microorganismos.

Sánchez Ortiz *et al.* (2013) aislaron *Lactobacillus* sp. IC1 de las fermentaciones ácido-lácticas de *Brassica oleracea*, quienes lo confirman como género que predomina en este tipo de aislamiento. La cepa fue capaz de estimular el sistema inmune y el crecimiento en camarones *Litopenaeus vannamei* (Sánchez Ortiz *et al.*, 2013).

Bebidas y masa fermentada

L. pentosus ST712BZ está presente en la *boza*, una bebida tradicional búlgara preparada a partir de varios cereales. Esta cepa es productora de bacteriocinas (Todorov y Dicks, 2006).

La cepa *L. pentosus* SJ65A se aisló de la masa fermentada de Uttapam, que se utiliza en la preparación de *pancake* al sur de la India. La cepa tiene capacidad productora de compuestos antibacterianos efectivos frente a *Staphylococcus aureus* MTCC 737, *Listeria monocytogenes* MTCC 657, (Saraniya y Jeevaratnam, 2014).

Alimentos de origen animal

Salchichas

En salchichas fermentadas Escandinavas, se identificó la cepa de *L. pentosus* MF1300 y dos de *L. plantarum* (MF1291 y MF1298), cuya presencia en ellas inhibe el crecimiento de bacterias patógenas, lo que ayuda en la conservación del producto (Klingberg y Budde, 2006). Su presencia en los alimentos puede servir como un sistema de entrega de los probióticos para consumo humano (Cavalheiro *et al.*, 2015).

Se aisló la cepa *L. pentosus* MR 483 de 99 cepas de *Lactobacillus* encontradas en un tipo de salchicha de carne fermentada (Wakalim), tradicional de Etiopía. Por tener poca tolerancia (0,3 %) a las sales biliares *in vitro* es dudosa su utilidad como probiótico (Bacha *et al.*, 2009).

Leche, mantequilla, queso y yogurt

L. pentosus KCA1 se empleó en el procesamiento de la leche para producir yogurt, como finalizadora de la fermentación aumentó la producción de ácido láctico y la disminución del pH, sobreviviendo al almacenamiento a 4° C durante 49 días a 5,5 x 10⁶ log₁₀ ufc ml⁻¹ (Anukam y Olise, 2012).

Lactobacillus pentosus B231 se aisló de la leche cruda de vaca utilizada en la producción artesanal de queso PDO portugués. Se caracterizó parcialmente la Bacteriocina B231 producida por el microorganismo y resultó muy dependiente del tipo de medio de cultivo utilizado en crecimiento de este lactobacilo (Guerreiro *et al.*, 2014).

En la provincia de Xinjiang (China), se aisló de los productos de la leche fermentada, una cepa que es clasificada como *L. pentosus* (ATCC8041) a través de análisis de secuenciación del gen 16S ARNr. Más tarde fue utilizada para fermentar leche y producir yogurt; sin embargo, al fermentar la xilosa se afecta el sabor del yogurt (Pan *et al.*, 2014).

En una región de Irán se aislaron de la mantequilla procedente de leche agria de ovejas, dos cepas de *Lactobacillus*: *L. brevis* LB32 y *L. pentosus* LP05 (Mojgani *et al.*, 2015). Las dos especies se confirmaron por secuenciación del 16S ARNr. Se determinó que eran catalasa y oxidasa negativas, heterofermentativas (productoras de ácido y gas a partir de la glucosa), no móviles que crecían bien a 15° C. Ambas cepas inhibieron el desarrollo de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*, and *Streptococcus pneumonia* y con perspectivas de ser usadas en los productos lácteos o la industria farmacéutica en el futuro.

Producción de enzimas, surfactantes, sustancias antimicrobianas y bacteriocinas

Las bacterias ácido-lácticas (LAB), microorganismos designados como GRAS (generalmente reconocidos como seguros), son productoras de sustancias con actividad bactericida y que ejercen fuerte actividad antagónica contra varios patógenos y microbios que deterioran los alimentos (Bhattacharya y Das, 2010). Sus propiedades antimicrobianas se deben a la formación de ácidos orgánicos, etanol, diacetyl, H₂O₂ y compuestos proteicos, conocidos como bacteriocinas.

Enzimas

La cepa *L. pentosus* MP-10 manifiesta propiedades probióticas y nutritivas, gracias a la liberación de enzimas como la fitasa, tanasa, hidrolasa de sales biliares, estaquiasa y también con capacidad de degradación de rafinosa, importantes en el proceso digestivo (Abriouel *et al.*, 2011). Recientemente, un análisis de proteómica de la cepa MP-10, indicó las proteínas involucradas en los mecanismos de resistencias para ambientes estresantes (Muñoz *et al.*, 2016).

Se dio a conocer que la tanasa (tanino acil hidrolasa, CEE 3.1.1.20) cataliza específicamente la hidrólisis de los enlaces galloilester, en taninos hidrolizados que ocurren ampliamente en el reino de las plantas y se considera que son una estrategia proteccionista contra el ataque microbiano (Aguilar *et al.*, 2007).

La inclusión de probióticos en el tracto intestinal de las aves puede dar lugar a la secreción de enzimas amilolíticas, celulolíticas, proteolíticas y lipolíticas que reforzarían la actividad de enzimas catalizadoras de las enzimas endógenas para liberar más energía hidrolizando la energía contenida en los ingredientes del alimento (Owosibo *et al.*, 2013).

Surfactantes

Los surfactantes se usan en la industria alimentaria desde hace muchos siglos. La combinación de características particulares como emulsionantes, anti-adhesivos y su actividad antimicrobiana, hacen pensar en su aplicación potencial como ingredientes multiusos o aditivos emulsificadores de productos alimenticios (Kralova y Sjöblom, 2009).

Recientemente, se caracterizaron y utilizaron un biosurfactante producido por la cepa de *L. pentosus* CECT-4023 T (ATCC-8041) para acelerar la biorehabilitación de suelos contaminados con octano; lo que mejora la solubilidad de este en la fase acuosa de tierra, aun con mejores resultados que aquéllos alcanzados con dodecil-sulfato de sodio, un surfactante aniónico sintético después de un tratamiento de 15 días (Moldes *et al.*, 2013; Vecino *et al.*, 2015).

Producción de sustancias

Las bacterias ácido-lácticas (LAB) juegan un papel esencial en la mayoría de fermentaciones de alimentos, además de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas en los alimentos que las contienen. Pudiera ser debido a la reducción de pH por los ácidos orgánicos producidos o su habilidad de producir una variedad de sustancias antimicrobianas (Iranmanesh *et al.*, 2015).

Bacteriocinas

L. pentosus —cuyo título de bacteriocinas es de 1 600 AU ml⁻¹— se destaca dentro de las bacterias ácido-lácticas aisladas en el yogurt, suero de leche y leche procedente de ovejas en dos localidades de Azarbayjan-e-sharqi, región al noroeste de Irán (Iranmanesh *et al.*, 2015). Esta cepa manifiesta alto efecto inhibitorio contra varias bacterias Gram (+) y Gram (-) (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enteritidis*).

El uso de *Lactobacillus* como probióticos y bioprotectores, entre los cuales se encuentra *L. pentosus* 31-1, produce bacteriocinas que mejoran la seguridad y funcionalidad de la salchicha de esturión, con mejor seguridad de almacenamiento y forma de entrega del probiótico (Wang *et al.*, 2015). Por otra parte, *L. pentosus* B231 es productor de la bacteriocina B231, una pequeña proteína con una masa relativa de aproximadamente 5 kDa, tiene actividad contra varias cepas silvestres de *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii* y *Listeria innocua* (Guerreiro *et al.*, 2014).

El crecimiento de *L. pentosus* ST712BZ está influenciado por el medio utilizado. Se empleó la triptona como fuente importante de nitrógeno y necesaria para la óptima producción de bacteriocina ST712BZ; esta inhibió el crecimiento de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae* y *Lactobacillus casei* y *curvatus* (Todorov y Dicks, 2007).

El crecimiento de *L. pentosus* TV35b en medio MRS (Biolab) produce pentocina TV35b que resultó activa contra *Clostridium sporogenes*, *Clostridium tyrobutyricum*, *L. curvatus*, *L. fermentum*, *Lactobacillus sake*, *L. innocua*, *Propioni bacterium acidipropionici*, *Propioni bacterium* sp. y *Candida albicans* (Okkers *et al.*, 1999).

Contaminación ambiental

Diariamente se genera gran cantidad de subproductos y residuos agroindustriales que cuando no son convenientemente reciclados o procesados causan diversos problemas ambientales. Una vía para combatir la polución medioambiental es el tratamiento biotecnológico de los residuos. Estos en su mayoría de naturaleza lignocelulósica pueden utilizarse para la producción biotecnológica de diferentes aditivos alimentarios, como el ácido láctico, y tienen que someterse a varias etapas de fraccionamiento; por ejemplo, partir de hidrolizados hemicelulósicos de las podas de sarmiento realizadas al tronco de la vid con *L. pentosus* CECT-4023T (ATCC-8041) (Bustos *et al.*, 2004).

El procesamiento industrial de la papa genera una gran cantidad de residuos que causan polución de las aguas, aire y suelos, problema cuya solución no se encuentra todavía. En tal sentido se utilizaron *L. casei*, *L. plantarum* y *L. pentosus*, para hidrolizar el almidón procedente de los residuos de la papa y lograr producir ácido láctico y su subsiguiente polimerización en ácido polyláctico y xanthan, precursores de polímeros renovables y biodegradables con el objetivo de sustituir plásticos a base de petróleo (Bilanovic *et al.*, 2011).

La producción intensiva y el uso de hidrocarburos contribuyen a la contaminación medioambiental, con aportes de gases de efecto invernadero y compuestos cancerosos policíclicos. La utilización de residuos lignocelulósicos, previamente hidrolizados y luego en un proceso fermentativo con *L. pentosus* CECT-4023T (ATCC-8041) originaron la producción de biosurfactantes por vía biotecnológica; esto implica prevenir con ello la quema de residuos agrícolas en el campo y evitar que se produzcan ciertos gases como CO₂, CH₄, y N₂O que causan efecto invernadero (Moldes *et al.*, 2007).

Producción y salud en monogástricos

La capacidad probiótica de las bacterias y levaduras está dada, principalmente, por la estimulación del sistema inmune y la estimulación del crecimiento. Para la selección de las cepas varios ensayos *in vitro* permiten predecir la posibilidad de usarlas como probióticas (tolerancia a la acidez, actividad antagonista frente a patógenos, resistencia a antibióticos, entre otras). Mahasneh *et al.* (2015) analizaron 17 cepas del género *Lactobacillus* provenientes de fermentos vegetales; de ellas, tres fueron *L. pentosus*.

Organismos acuáticos

La inclusión de *L. pentosus* LB-31 en la dieta de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) a concentración de 107 ufc·g⁻¹, originó la producción significativa de citoquinas IL-1 (P 0,05) IL-8 (P 0,001) y TNF- (NS). También el comportamiento de las citoquinas cuando se empleó la mezcla de *L. pentosus* LB-31 con *Wickerhamomyces anomalus* LV-6 en un segundo tratamiento, resultó con valores similares para IL-1 y TNF- , lo que manifiesta la acción inmunomoduladora, de ambos microorganismos (Sánchez, 2016). Los autores detectaron mayor presencia de *L. pentosus* en el intestino de todas las truchas, lo que expresa que tuvo la capacidad de colonizar el intestino de los peces, a diferencia de *W. anomalus* que no se detectó.

En el cultivo intensivo del camarón, ante cualquier síntoma de enfermedad se recurría al uso incontrolado de agentes químicos como los antibióticos, cuyo uso indiscriminado puede provocar la aparición de cepas bacterianas multi-resistentes con incidencia en la salud del consumidor (Soto-Rodríguez *et al.*, 2012). En camarón se han probado varias especies de *Lactobacillus*, generalmente cepas provenientes de vertebrados (Kongnum y Hongpattarakere, 2012). La cepa *Lactobacillus* sp. IC1 suministrada en estanques de agua de cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* cada 24 h a concentración de 1-2 x 10⁴ ufc ml⁻¹, provocó un aumento el peso y de la actividad de las enzimas que mejoraron el comportamiento de los parámetros inmunológicos de las postlarvas (fenoloxidasa y superóxidodismutasa) (Sánchez Ortiz *et al.*, 2013).

Del intestino de *Anguilla japonica* fue aislada la cepa PL11 identificada como *L. pentosus*. PL11 poseía características como potencial probiótico con tolerancia al ácido y la bilis, además de producción de enzimas digestivas, actividad antibacteriana, inhibición de patógenos y adhesión a mucus intestinal (Lee *et al.*, 2015). Anteriormente se había demostrado la propiedad de esta cepa en estimular el sistema inmune de *Anguilla japonica* y la capacidad antioxidante cuando fue desafiada con *Edwardsiella* tardó en reducir la expresión de superóxido dismutasa, catalasa y de estrés térmico (HSP70) (Lee *et al.*, 2013).

La cepa de *L. pentosus* H16 fue aislada del tracto intestinal de merluza, y su secuencia parcial del gen ARNr 16S de H16 mostró 100 % de identidad con la cepa de *L. pentosus* JCM 1558T. La cepa redujo la adhesión de *Vibrio alginolyticus* y *Aeromonas salmonicida* (ictiopatógenos), además produjo ácidos orgánicos. Esta cepa se puede bioencapsular y suministrarse como probiótico en acuicultura (Garces *et al.*, 2015).

Equinos, cerdos y aves

Pocos estudios informan la eficacia de los probióticos en la prevención o tratamiento de enfermedades entéricas en equinos (Boyle *et al.*, 2013). Para prevenir la diarrea neonatal un grupo de potrillos se trató con una dosis oral de 2 x 10¹¹ ufc de *L. pentosus* WE7 deshidratado, durante 7 días. Los resultados no demostraron de manera evidente en el animal la capacidad probiótica quizás por carecer de una microflora intestinal, desarrollada para tolerar una dosis alta de *L. pentosus* (Weese y Rousseau, 2005). Según los autores algunos probióticos pueden ser incapaces de colonizar el tracto gastrointestinal de caballos y es por consiguiente, improbable que ellos pueden actuar más allá de su período de administración.

Cerdos

En lechones destetados se suministró una mezcla de cinco cepas de *Lactobacillus murinus* DPC6002 y DPC6003, *Lactobacillus salivarius* DPC6005, *L. pentosus* DPC6004 y *P. pentosaceus* DPC600. Resultó en menor incidencia, severidad y duración de diarreas cuando desafió a una cepa de *Salmonella typhimurium* (Casey *et al.*, 2007).

En cerdos Yorkshire-Landrace x L35 con peso inicial promedio entre 7 y 8 kg, recién destetados, se incluyó diariamente en el pienso *L. pentosus* LB-31 a 108 ufc g⁻¹ de alimento. A los 42 días los cerdos alcanzaron incrementos significativos (P < 0,05) del peso vivo final; que fue resultado de un incremento de

la ganancia media diaria con menor conversión alimentaria y, además, la reducción de diarreas ($P < 0,001$) (Sánchez, 2016).

Aves

A partir de las excretas de pollos fermentadas se aislaron *L. pentosus* LB-31, *W. anomalus* LV-6. Se incluyeron en la dieta de pollos de ceba de manera individual o mezclados *L. pentosus* LB-31 (109 ufc g⁻¹), y *W. anomalus* LV-6 (108 ufc·g⁻¹). Al sacrificio a los 42 días el peso relativo, peso vivo de los ciegos y el hígado no difirieron entre sí, el menor peso del intestino delgado vacío le corresponde al tratamiento de *L. pentosus*, así como el mayor valor de grasa abdominal. Las concentraciones de *Lactobacillus*, levaduras y coliformes del contenido cecal no fueron diferentes; lo que indicó un estado de eubiosis intestinal. La concentración de ácidos grasos volátiles y el pH del contenido cecal se comportaron de modo similar. No se detectó significación en los contenidos de hemoglobina y hematocrito en sangre y las proteínas totales en el suero sanguíneo. En cuanto a los indicadores productivos, el consumo y la conversión del alimento no difirieron; el peso vivo y la ganancia de peso vivo entre el grupo control y el grupo con la adición de *L. pentosus* LB-31, fueron similares. La canal y la pechuga en los grupos experimentales fueron superiores ($P = 0,05$) respecto al control. Los resultados indicaron que la inclusión del *L. pentosus* LB-31, *W. anomalus* LV-6 y su mezcla no antagonica en la dieta de los pollos de ceba produjo respuesta de tipo probiótica en indicadores de salud y crecimiento animal (García-Hernández *et al.*, 2016).

En Malasia, se evaluaron indicadores productivos en pollos de ceba comerciales (Cobb 500) que recibieron una dieta sólida con 0,1 % de una mezcla de *L. pentosus* ITA23 y *Lactobacillus acidophilus* ITA44; cada una a 109 células kg⁻¹ de alimento. La ingestión de alimentos y la conversión alimentaria resultaron significativos ($P = 0,0$), mientras que el peso corporal y la ganancia de peso no difieren en pollos sacrificados a los 35 días de edad. Los autores manifiestan que es probable que los *Lactobacillus* spp. actúen como un probiótico al eliminar las bacterias patógenas, por tanto manteniendo un mejor ambiente intestinal para la digestión y absorción de nutrientes (Altaher *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

Lactobacillus pentosus está presente en la preparación de variados alimentos fermentados de origen vegetal y animal.

Su carácter potenciador del proceso digestivo, antimicrobiano y descontaminante del medio ambiente, está dado por la secreción de sustancias intracelulares.

Existen pocas investigaciones sobre su utilización como aditivo en la producción agropecuaria de carne y aves.

REFERENCIAS

- ABRIOUEL, H.; BENOMAR, N.; PULIDO, R. P.; CAÑAMERO, M. M. y GÁLVEZ, A. (2011). Annotated Genome Sequence of *Lactobacillus pentosus* MP-10 with Probiotic Potential from Naturally-Fermented Aloreña Green Table Olives. *Journal of bacteriology*, 193 (17), 4559-4560.
- AGUILAR, C. N.; RODRÍGUEZ, R.; GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ, G.; AUGUR, C.; FAVELA-TORRES, E.; PRADO-BARRAGAN, L. A. y CONTRERAS-ESQUIVEL, J. C. (2007). Microbial Tannases: Advances and Perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 76 (1), 47-59.
- ALTAHER, Y.; JAHROMI, M.; EBRAHIM, R.; ZULKIFLI, I. y LIANG, J. (2015). *Lactobacillus pentosus* ITA23 and *L. acidiphiscis* ITA44 Enhance Feed Conversion Efficiency and Beneficial gut Microbiota in Broiler Chickens. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 17 (2), 159-164.
- ANUKAM, K. C. y OLISE, N. A. (2012). Development of a Novel Probiotic Yogurt "PENTOYO" with a Fully Sequenced *Lactobacillus pentosus* KCA1 and its Survival during Storage at 4° C. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 11 (6), 977-981.
- BACHA, K.; MEHARI, T. y ASHENAFI, M. (2009). *In-vitro* Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from 'Wakalim', a Traditional Ethiopian Fermented Beef Sausage. *Ethiop J Health Sci.*, 19 (1), 21-29.
- BERNARDEAU, M.; VERNOUX, J. P.; HENRI-DUBERNET, S. y GUEGUEN, M. (2008). Safety Assessment of Dairy Microorganisms: the *Lactobacillus* Genus. *International journal of food microbiology*, 126 (3), 278-285.
- BHATTACHARYA, S. y DAS, A. (2010). Study of Physical and Cultural Parameters on the Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Indian Fermented Foods. *Am. J. Food Technol.*, 5 (2), 111-120.

- BILANOVIC, D.; CHANG, F.-H.; ISOBAEV, P. y WELLE, P. (2011). Lactic Acid and Xanthan Fermentations on an Alternative Potato Residues Media-Carbon Source Costs. *Biomass and bioenergy*, 35 (7), 2683-2689.
- BLANA, V. A.; GROUTA, A.; TASSOU, C. C.; NYCHAS, G.-J. E. y PANAGO, E. Z. (2014). Inoculated Fermentation of Green Olives with Potential Probiotic *Lactobacillus pentosus* and *Lactobacillus plantarum* Starter Cultures Isolated from Industrially Fermented Olives. *Food microbiology*, 38 (2), 208-218.
- BOYLE, A.; MAGDESIAN, K.; GALLOP, R.; SIGDEL, S. y DURANDO, M. (2013). *Saccharomyces boulardii* Viability and Efficacy in Horses with Antimicrobial-Induced Diarrhoea. *Veterinary Record: Journal of the British Veterinary Association*, 172 (5), 128.
- BRIZUELA, M. A.; SERRANO, P. y PÉREZ, Y. (2001). Studies on Probiotics Properties of two *Lactobacillus* Strains. *Brazilian Archives of Biology and technology*, 44 (1), 95-99.
- BRIZUELA, M. A. (2003). *Selección de cepas de bacterias ácido lácticas para la obtención de un preparado con propiedades probióticas y su evaluación en cerdos*. La Habana, Cuba.
- BUSTOS, G.; MOLDES, A. B.; CRUZ, J. M. y DOMÍNGUEZ, J. M. (2004). Production of Fermentable Media from Vine-Trimming Wastes and Bioconversion into Lactic Acid by *Lactobacillus pentosus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (15), 2105-2112.
- CASEY, P. G.; GARDINER, G. E.; CASEY, G.; BRADSHAW, B., LAWLOR, P. G., LYNCH, P. B. *et al.* (2007). A Five-Strain Probiotic Combination Reduces Pathogen Shedding and Alleviates Disease Signs in Pigs Challenged with *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium*. *Applied and Environmental Microbiology*, 73 (6), 1858-1863.
- CAVALHEIRO, C. P.; MENEZES, C.; FRIES, L.; HERRERO, A.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. y RUIZ-CAPILLAS, C. (2015). Alginate Beads to Improve Viability of *Lactobacillus plantarum* to Heat Stress. *J. Food Process Technol.*, 6 (5), 126-128.
- DOULGERAKI, A. I.; PARASKEVOPOULOS, N.; NYCHAS, G. J. E. y PANAGO, E. Z. (2013). An *In Vitro* Study of *Lactobacillus plantarum* Strains for the Presence of Plantaricin Genes and Their Potential Control of the Table Olive Microbiota. *Antonie van Leeuwenhoek*, 103 (4), 821-832.
- GARCES, M.; SEQUEIROS, C. y OLIVERA, N. (2015). Marine *Lactobacillus pentosus* H16 protects *Artemia franciscana* from *Vibrio alginolyticus* pathogenic effects. *Diseases of aquatic organisms*, 113 (1), 41-50.
- GARCÍA-HERNÁNDEZ, Y.; PÉREZ-SÁNCHEZ, T.; BOUCOURT, R.; BALCÁZAR, J. L.; NICOLI, J. R.; SILVA, J. M. y ALBELO, N. (2016). Isolation, Characterization and Evaluation of Probiotic Lactic Acid Bacteria for Potential Use in Animal Production. *Research in Veterinary Science*, 108, 125-132.
- GU, C. T.; WANG, F.; LI, C. Y.; LIU, F. y HUO, G. C. (2012). *Lactobacillus xiangfangensis* sp. nov., Isolated from Chinese Pickle. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62 (4), 860-863.
- GUERREIRO, J.; MONTEIRO, V.; RAMOS, C.; DE MELO FRANCO, B. D. G.; MARTÍNEZ, R. C. R.; TODOROV, S. D., *et al.* (2014). *Lactobacillus pentosus* B231 Isolated from a Portuguese PDO Cheese: Production and Partial Characterization of its Bacteriocin. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 6 (2), 95-104.
- HASAN, S.; HOSSAIN, M.; ALAM, J. y BHUIYAN, M. (2015). Beneficial Effects of Probiotic on Growth Performance and Hemato-Biochemical Parameters in Broilers during Heat Stress. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 10 (1), 244-250.
- IRANMANESH, M.; EZZATPANAH, H.; MOJGANI, N. y TORSHIZI, M. (2015). Characterization and Kinetics of Growth of Bacteriocin Like Substance Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Ewe Milk and Traditional Sour Buttermilk in Iran. *Journal of Food Processing & Technology*, 6 (12), 1-9.
- KLINGBERG, T. D. y BUDDE, B. B. (2006). The Survival and Persistence in the Human Gastrointestinal Tract of Five Potential Probiotic Lactobacilli Consumed as Freeze-Dried Cultures or as Probiotic Sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 109 (1), 157-159.
- KONGNUM, K. y HONGPATTARAKERE, T. (2012). Effect of *Lactobacillus plantarum* Isolated from Digestive Tract of Wild Shrimp on Growth and Survival of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Challenged with *Vibrio harveyi*. *Fish & shellfish immunology*, 32 (1), 170-177.
- KRALOVA, I. y SJÖBLM, J. (2009). Surfactants Used in Food Industry: a Review. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 30 (9), 1363-1383.
- LEE, J.-S.; CHENG, H.; DAMTE, D.; LEE, S.-J.; KIM, J.-C.; RHEE, M.-H., *et al.* (2013). Effects of Dietary Supplementation of *Lactobacillus pentosus* PL11 on the Growth Performance, Immune and Antioxidant Systems of Japanese Eel (*Anguilla japonica*) Challenged with *Edwardsiella tarda*. *Fish & shellfish immunology*, 34 (3), 756-761.
- LEE, J. S.; DAMTE, D.; LEE, S. J.; HOSSAIN, M. A.; BELEW, S.; KIM, J. Y., *et al.* (2015). Evaluation and Characterization of a Novel Probiotic *Lactobacillus pentosus* PL11 Isolated from Japanese Eel (*Anguilla japonica*) for its Use in Aquaculture. *Aquaculture Nutrition*, 21 (4), 444-456.
- MAHASNEH, A. M.; HAMDAN, S. y MAHASNEH, S. A. (2015). Probiotic Properties of *Lactobacillus* Species Isolated from Local Traditional Fermented Products. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 8, (2), 81-87.

- MALDONADO-BARRAGÁN, A.; CABALLERO-GUERRERO, B.; LUCENA-PADRÓS, H. y RUIZ-BARBA, J. L. (2011). Genome Sequence of *Lactobacillus pentosus* IG1, a Strain Isolated from Spanish-style Green Olive Fermentations. *Journal of bacteriology*, 193 (19), 5605-5605.
- MOJGANI, N.; HUSSAINI, F. y VASEJI, N. (2015). Characterization of Indigenous *Lactobacillus* Strains for Probiotic Properties. *Jundishapur journal of microbiology*, 8 (2). Extraído el 20 de octubre de 2014, desde <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4353062>.
- MOLDES, A. B.; TORRADO, A. M.; BARRAL, M. T. y DOMÍNGUEZ, J. M. (2007). Evaluation of Biosurfactant Production from Various Agricultural Residues by *Lactobacillus pentosus*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 (11), 4481-4486.
- MOLDES, A.; PARADELO, R.; VECINO, X.; CRUZ, J.; GUDIÑA, E.; RODRÍGUEZ, L., *et al.* (2013). Partial Characterization of Biosurfactant from *Lactobacillus pentosus* and Comparison with Sodium Dodecyl Sulphate for the Bioremediation of Hydrocarbon Contaminated Soil. *BioMed Research International*. Extraído el 20 de octubre de 2014, desde <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/961842/abs>.
- MUHALDIN, B. J.; HASSAN, Z. y SADON, S. K. (2011). Antifungal Activity of *Lactobacillus fermentum* Te007, *Pediococcus pentosaceus* Te010, *Lactobacillus pentosus* G004, and *L. paracasi* D5 on Selected Foods. *Journal of food science*, 76 (7), 493-499.
- MUÑOZ, M. D.; BENOMAR, N.; ENNAHAR, S.; HORVATOVICH, P.; LERMA, L. L.; KNAPP, C. W.; *et al.* (2016). Comparative Proteomic Analysis of a Potentially Probiotic *Lactobacillus pentosus* MP-10 for The Identification of Key Proteins Involved in Antibiotic Resistance and Biocide Tolerance. *International Journal of Food Microbiology*, 22 (2), 8-15.
- OKKERS, D.; DICKS, L.; SILVESTER, M.; JOUBERT, J.; y ODENDAAL, H. (1999). Characterization of Pentocin TV35b, a Bacteriocin-Like Peptide Isolated from *Lactobacillus pentosus* with a Fungistatic Effect on *Candida albicans*. *Journal of Applied Microbiology*, 87 (5), 726-734.
- OWOSIBO, A.; ODETOLA, O.; ODUNSI, O.; ADEJINMI, O. y LAWRENCE-AZUA, O. (2013). Growth, Haematology and Serum Biochemistry of Broilers Fed Probiotics Based Diets. *African Journal of Agricultural*, 8 (41), 5076-5081.
- PAN, D.; WU, Z.; PENG, T.; ZENG, X. y LI, H. (2014). Volatile Organic Compounds Profile During Milk Fermentation by *Lactobacillus pentosus* and Correlations Between Volatiles Flavor and Carbohydrate Metabolism. *Journal of dairy science*, 97 (2), 624-631.
- PAPADELLI, M.; ZOUMPOPOULOU, G.; GEORGALAKI, M.; ANASTASIOU, R.; MANOLOPOULOU, E.; LYTRA, I., *et al.* (2015). Evaluation of Two Lactic Acid Bacteria Starter Cultures for the Fermentation of Natural Black Table Olives (*Olea europaea* L cv. Kalamon). *Polish Journal of microbiology*, 64 (3), 265.
- PARRA-HUERTAS, R. A. (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 8 (1), 93-105.
- PÉREZ, C. M.; PÉREZ, C.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, A. y MALCATA, F. X. (2012). Review on Fermented Plant Materials as Carriers and Sources of Potentially Probiotic Lactic Acid Bacteria-With an Emphasis on Table Olives. *Trends in Food Science & Technology*, 26 (1), 31-42.
- POWTHONG, P. y SUNTORNTHITICHAROEN, P. (2015). Isolation, Identification and Analysis of Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria from Selective Various Traditional Thai Fermented Food and Kefir. *Pakistan Journal of Nutrition*, 14 (2), 67.
- RODRÍGUEZ-GÓMEZ, F.; BAUTISTA-GALLEGO, J.; ARROYO-LÓPEZ, F.; ROMERO-GIL, V.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. y GARCÍA-GARCÍA, P. (2013). Table Olive Fermentation with Multifunctional *Lactobacillus pentosus* Strains. *Food Control*, 34 (1), 96-105.
- RODRÍGUEZ-GÓMEZ, F.; ROMERO-GIL, V.; GARCÍA-GARCÍA, P.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. y ARROYO-LÓPEZ, F. N. (2014). Fortification of Table Olive Packing with The Potential Probiotic Bacteria *Lactobacillus pentosus* TOMC-LAB2. *Frontiers in microbiology*, 5. Extraído el 20 de octubre de 2014, desde <http://hdl.handle.net/10261/115050>.
- SÁNCHEZ ORTIZ, I.; MARTÍN MARTÍN, L.; GARCÍA VARELA, Y.; ABAD MÁRQUEZ, Z.; RODRÍGUEZ, R. F.; RAMÍREZ NÚÑEZ, Y.; y ARENAL CRUZ, A. (2013). Efecto de *Lactobacillus* sp. aislado de col fermentada, sobre el peso y los marcadores inmunológicos del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Revista de Salud Animal*, 35 (2), 94-102.
- SÁNCHEZ, T. P. (2016). Obtención de microorganismos con actividad probiótica para animales monogástricos. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 5 (3), 1-19.
- SARANIYA, A. y JEEVARATNAM, K. (2014). Purification and Mode of Action of Antilisterial Bacteriocins Produced by *Lactobacillus pentosus* SJ65 Isolated from Uttapam Batter. *Journal of Food Biochemistry*, 38 (6), 612-619.

- SOTO-RODRÍGUEZ, S. A., GOMEZ-GIL, B., LOZANO, R., DEL RÍO-RODRÍGUEZ, R., DIÉGUEZ, A. L. y ROMALDE, J. L. (2012). Virulence of *Vibrio Harveyi* Responsible for the “Bright-red” Syndrome in the Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 109 (3), 307-317.
- TODOROV, S. y DICKS, L. (2006). Screening for Bacteriocin-Producing Lactic Acid Bacteria from Boza, a Traditional Cereal Beverage from Bulgaria: Comparison of the Bacteriocins. *Process Biochemistry*, 41 (1), 11-19.
- TODOROV, S. D. y DICKS, L. M. (2007). Bacteriocin Production by *Lactobacillus pentosus* ST712BZ Isolated from boza. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38 (1), 166-172.
- VECINO, X.; BARBOSA-PEREIRA, L.; DEVESA-REY, R.; CRUZ, J. M. y MOLDES, A. B. (2015). Optimization of Extraction Conditions and Fatty Acid Characterization of *Lactobacillus pentosus* Cell-Bound Biosurfactant/Bioemulsifier. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (2), 313-320.
- WANG, Y.; SUN, Y.; ZHANG, X.; ZHANG, Z.; SONG, J.; GUI, M. y LI, P. (2015). Bacteriocin-Producing Probiotics Enhance the Safety and Functionality of Sturgeon Sausage. *Food Control*, 50, 729-735.
- WEESE, J. S. y ROUSSEAU, J. (2005). Evaluation of *Lactobacillus pentosus* WE7 for Prevention of Diarrhea in Neonatal Foals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226 (12), 2031-2034.
- ZANONI, P.; FARROW, J. A.; PHILLIPS, B. A. y COLLINS, M. D. (1987). *Lactobacillus pentosus* sp. nov., nom. rev. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 37 (4), 339-341.

Recibido: 22-5-2016

Aceptado: 1-6-2016