

Impacto del probiótico *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* RC009 solo y en combinación con una enzima fitasa sobre los parámetros productivos y bioquímicos en pollos parrilleros

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7015017>

ARK CAICYT: <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s26182734/lgr39ebg2>

Alejandra Paola Magnoli ^{1,2*} ; Cristian Fernández ¹; Santiago Watson ¹ ; María Valeria Coniglio ¹; María Eugenia Ortiz ¹ ; Laura Macor ¹; Mariela Bruno ¹; Patricia Wittouck ¹; Julián Parada ^{2,3}; Lilia Cavaglieri ^{2,4} 

1-Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina

2- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

3- Departamento de Patología Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.

4- Departamento de Microbiología e Inmunología Facultad de Ciencias Exactas Físico Químicas y Naturales Universidad Nacional de Río Cuarto.

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del probiótico *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* RC009 solo y en combinación con una enzima fitasa sobre el comportamiento productivo y parámetros bioquímicos en pollos parrilleros alimentados con dietas libres de antibióticos. Un total de 153 pollos parrilleros machos de 1 día de edad (Arbor Acres) fueron estabilizados durante 7 días, a los 7 días se pesaron y se seleccionaron al azar en 3 tratamientos con 3 réplicas cada uno (17 pollos parrilleros/réplica). Durante el período experimental (49 días), los pollos parrilleros recibieron la dieta iniciadora y terminadora correspondiente a cada tratamiento. Tratamientos (T): T1: dieta basal (DB - control); T2: DB + PROBIO·SACCH (200 g/T, equivalente a 1×10^{12} UFC/T de alimento); T3: DB + PROBIO·SACCH (200 g/T, equivalente a 1×10^{12} UFC/T de alimento) + enzima fitasa (1000 FTU/T). Se determinaron los parámetros productivos ganancia de peso diaria (GPD), consumo medio diario (CMD), índice de conversión (IC), peso de pata muslo y pechuga y los parámetros bioquímicos (colesterol, glucosa, calcio y fósforo). Los resultados obtenidos demostraron que el probiótico fue capaz de mejorar significativamente los parámetros productivos GPD e IC ($p \leq 0,05$), comparados al control. El probiótico en mezcla con la enzima, si bien aumentó la GPD significativamente, el IC fue igual que el obtenido con el uso del probiótico solo. El peso de pata-muslo y de pechuga fue mayor con la presencia del probiótico y la mezcla con enzima fue significativamente mayor sobre el peso de los cortes mencionados. Los parámetros bioquímicos evaluados no fueron modificados con la adición del probiótico y/o la enzima. En conclusión, el uso de *S. boulardii* RC009 mejoró significativamente los parámetros productivos estudiados y no se diferenció en general del uso en combinación con la enzima. En el peso de la canal, se observó un aumento significativo con el probiótico solo e incluso mejor aun cuando fue utilizado en mezcla con la enzima.

PALABRAS CLAVE. probiótico *S. boulardii*, enzima, pollos parrilleros, parámetros productivos.

Artículo recibido: 22 de febrero de 2022. Artículo aceptado: 15 de junio de 2022.

*Autor para correspondencia: Alejandra Magnoli. Ruta Nacional 36, Km. 601, 5804 Río Cuarto, Córdoba, Argentina; E MAIL amagnoli@ayv.unrc.edu.ar

ABSTRACT. The objective of this study was to evaluate the impact of the probiotic *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* RC009 alone and in combination with a phytase enzyme on the productive performance of broiler chickens fed antibiotic-free diets. A total of 153 of 1-day-old male broilers (Arbor Acres) were stabilized for 7 days, weighed at 7 days, and randomly selected into 3 treatments with 3 replicates each (17 broilers/replicate). During the experimental period (49 days), the broiler chickens received the starter and finisher diet corresponding to each treatment. Treatments (T): T1: basal diet (BD - control); T2: BD + PROBIO SACCH (200 g/T, equivalent to 1×10^{12} CFU/T of food); T3: BD + PROBIO SACCH (200 g/T, equivalent to 1×10^{12} CFU/T of food) + phytase enzyme (1000 FTU/T). The productive parameters of daily weight gain (DWG), daily average consumption (DAC), conversion index (CI), weight of leg, thigh and breast and biochemical parameters were determined. The results obtained showed that the probiotic was able to significantly improve the productive parameters DWG and CI ($p \leq 0.05$), compared to the control. Although the probiotic mixed with the enzyme increased DWG significantly, the IC was the same as that obtained with the use of the probiotic alone. The weight of leg-thigh and breast was greater with the presence of the probiotic when compared to the control, and the mixture with enzyme was significantly greater than the weight of the mentioned cuts. The biochemical parameters evaluated were not modified with the addition of the probiotic and/or the enzyme. In conclusion, the use of *S. boulardii* RC009 only significantly improved the productive parameters studied and did not differ in general from the use in combination with the enzyme. In carcass weight, a significant increase was observed with the probiotic alone and even better when it was used in mixture with the enzyme.

KEYWORDS. probiotic *S. boulardii*, enzyme, broiler chickens, production parameters

INTRODUCCIÓN

Una óptima absorción de nutrientes en sus componentes básicos permite una conversión eficiente del alimento, lo cual es primordial para la producción y el bienestar de las aves. Para ayudar a lograrlo, durante varias décadas se ha recurrido a la adición de antibióticos como subterapéuticos, usados como promotores de crecimiento con el propósito de mantener la salud intestinal y mejorar la eficiencia digestiva (Gaggia *et al.*, 2010). No obstante, también ha crecido la preocupación por los efectos deletéreos que puede generar la administración de antibióticos en los animales sobre la salud humana, ya que se considera que muchos de ellos transmiten genes inductores de resistencia hacia la microbiota humana. Esto llevó a su prohibición desde 2006 por la Comunidad Europea (Regulation EC N°1831/2003). Como una alternativa de reemplazo eficiente a los antibióticos, en su función como promotores de crecimiento, sin la generación de riesgos para la salud humana, se plantea el uso de cepas de microorganismos seleccionados, que estimulen la eubiosis y la estabilidad de la biota intestinal de las aves, lo cual permite que se mantenga la integridad y funcionalidad de las mucosas digestivas, y garantiza el aprovechamiento oportuno de los nutrientes suministrados en la dieta (Anadón, *et al.*, 2019).

El principal propósito de la inclusión de aditivos ali-

mentarios en los piensos compuestos destinados a la producción avícola intensiva es ayudar a cubrir las necesidades nutricionales de las aves, con el objetivo final de optimizar su eficiencia productiva. Sin embargo, cabe señalar que dicho objetivo va ineludiblemente ligado a la obtención de un buen estado sanitario y de un bienestar adecuado de las aves (Rinttilä, *et al.*, 2013).

Hace más de 2000 años Hipócrates ya señaló que “todas las enfermedades tienen su origen en el intestino”. En avicultura, una buena salud intestinal constituye los cimientos sobre los que se sostiene la salud general y el bienestar del ave. El término “salud intestinal” engloba diversos elementos o componentes de la función gastrointestinal, tales como una digestión y absorción óptima de los nutrientes, una microbiota diversa y estable, un sistema inmunológico intestinal eficaz, una sólida barrera intestinal frente a patógenos y toxinas, así como un sistema neuroendocrino competente (Del Carmen, *et al.*, 2013).

Sin lugar a duda, especial relevancia tiene hoy en día el uso de probióticos en las dietas avícolas para el fomento de la salud de las aves. La OMS y la FAO (2002) definen a los probióticos como “microorganismos vivos que, cuando se administran en can-

tidades adecuadas, son beneficiosos para la salud del huésped". Esta definición reconoce de forma explícita el efecto positivo de los probióticos sobre la salud del animal que los reciba. En avicultura, el mantenimiento de una flora intestinal estable es esencial para prevenir disbacteriosis, las cuales pueden predisponer a enfermedades infecciosas de gran importancia (Dowarah et al., 2017a; Kiros et al., 2018). Para reducir las pérdidas económicas del sector, continuamente se están estudiando alternativas nutricionales como la utilización de bacterias y levaduras como probióticos, los cuales han demostrado ser efectivos en favorecer el crecimiento de la biota intestinal benéfica y algunos como absorbentes de micotoxinas (Sarangi et al., 2016; Magnoli et al., 2016, 2017, 2018; Martínez et al., 2017; Anadón et al., 2019; Poloni et al., 2020). Además, en la actualidad se están estudiando los efectos de la adición conjunta de probióticos con enzimas, cocidiostáticos y fitobióticos entre otros (Mehdi et al., 2018; Anadón et al., 2019; Poloni et al., 2020) acompañadas de buenas prácticas de manejo y mejoras en los programas de bioseguridad como alternativa al uso de antibióticos promotores del crecimiento.

El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del probiótico *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulevardii* RC009 solo y en combinación con una enzima fitasa sobre el comportamiento productivo y los parámetros bioquímicos en pollos parrilleros alimentados con dietas libres de antibióticos.

Materiales y métodos

El protocolo de trabajo y las técnicas utilizadas cumplen con las regulaciones del Subcomité de Bioética Animal bajo el Comité de Ética de Investigación Científica de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

La enzima fitasa fue obtenida comercialmente y utilizada en las dosis recomendadas por el fabricante.

Formulación de aditivo probiótico

Saccharomyces cerevisiae var. *boulevardii* RC009 (*S. boulevardii*) fue aislado del ecosistema animal (Armando et al., 2011). Esta cepa fue depositada en la Colección de Microbiología Industrial, Biotecnología Aplicada a la producción de aditivos alimentarios del grupo (BIOAPLA) de la Universidad Nacional de Río Cuarto dirigido por la Dra. Lilia Cavaglieri. La biomasa liofilizada de *S. boulevardii* considerada el aditivo probiótico fue producida por BIOFEED TECH SAS.

La concentración de *S. boulevardii* RC009 en el aditivo probiótico fue de 1×10^{10} UFC/g. El aditivo probiótico (200 g) se mezcló con la dieta correspondiente por cada tonelada de alimento (1×10^{12} UFC/T).

Diseño experimental: se utilizaron pollos machos de un día de edad (Arbor Acres) vacunados contra la enfermedad de Marek obtenidos de un criadero comercial y se mantuvieron bajo iluminación fluorescente continua con alimento y agua *ad libitum* durante todo el experimento. Los pollos se estabilizaron durante 7 días, el día 8 se pesaron individualmente y se seleccionaron al azar un total de 153 aves (3 tratamientos/3 réplicas, 17 pollos parrilleros/réplica). Durante el período experimental (49 días), los pollos parrilleros recibieron la dieta correspondiente a cada tratamiento. Para formular las diferentes dietas experimentales, se utilizaron dieta iniciadora y de terminación (dieta basal) que cumplieran con los requisitos de las directrices para Arbor Acres (Aviagen, Arbor Acres Broiler Nutrition Specifications, 2019). Las diferentes dietas se prepararon mezclando el probiótico liofilizado formulado comercialmente y/o la enzima fitasa en un mezclador industrial. El diseño experimental consistió en 3 - tratamientos, cada tratamiento se formuló de la siguiente manera: tratamiento (T) T1: dieta basal (DB - control); T2: DB + PROBIO·SACCH (200 g/T, equivalente a 1×10^{12} UFC/T de alimento); T3: DB + PROBIO·SACCH (200 g/T, equivalente a 1×10^{12} UFC/T de alimento) + enzima fitasa (1000 FTU/T). Los pollos parrilleros se pesaron al inicio, semanalmente y al final del estudio y se monitorearon diariamente para detectar signos de morbilidad y mortalidad. Se determinaron los parámetros productivos ganancia de peso diaria (GPD), consumo medio diario (CMD), índice de conversión (IC). Al final del período experimental se seleccionaron al azar 6 aves por réplica, se les extrajo sangre de la vena subclavia para evaluar parámetros bioquímicos como colesterol, glucosa, calcio y fósforo. A continuación, se realizó la eutanasia por sangría a blanco como lo recomienda el comité de ética de la UNRC. Se procedió a la necropsia detallada de las aves. Se determinó el peso de los cortes de la canal económicamente más importantes (pata muslo y pechuga).

Análisis estadístico de los datos: los datos fueron analizados por un modelo general y lineal mixto (GLMM) (versión 2.03 para Windows 2012; Universidad de Córdoba, Argentina). Los datos fueron analizados por análisis de varianza (ANOVA). Las medias y el error estándar (SEM) se compararon utilizando la prueba menos significativa protegida de Fisher (LSD) ($p < 0,05$).

Resultados

Los resultados obtenidos de los parámetros productivos se observan en la Tabla 1. Los resultados permitieron determinar que el probiótico fue capaz de mejorar significativamente los parámetros productivos estudiados como ganancia de peso diaria e índice de conversión ($p \leq 0,05$) cuando fue aplicado solo, respecto del tratamiento sin probióticos. Cuando el probiótico fue usado en mezcla con la enzima fitasa, si bien aumentó la ganancia diaria de peso signifi-

cativamente, el índice de conversión fue igual que el obtenido con el uso individual del probiótico. Los valores de los parámetros productivos obtenidos con el probiótico sin la adición a la dieta de antibióticos promotores o profilácticos, se encuentran dentro de los esperados para la línea comercial ensayada.

La Tabla 2 muestra la influencia del probiótico solo y en mezcla con enzima fitasa sobre el peso de cortes económicamente importante en producción avícola. La presencia del probiótico demostró un aumento significativo sobre el peso tanto de pata-muslo como de pechuga. La influencia de la mezcla probiótico + enzima fue significativamente mayor sobre el peso de los cortes mencionados.

Los parámetros bioquímicos evaluados en este estudio (colesterol, glucosa, calcio y fósforo) no fueron modificados con la adición del probiótico y/o la enzima ($p \leq 0,05$) (datos no mostrados).

Tabla 1. Parámetros productivos en pollos parrilleros obtenidos al aplicar PROBIO SACCH solo o en mezcla con enzima fitasa.

| Tratamientos | Parámetros Productivos | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | 49 días de edad | | |
| | Consumo diario (g) | Ganancia de peso diaria (g) | Índice de conversión |
| Control | 288 ± 68 ^a | 143 ± 26 ^a | 2,01 ^b |
| PROBIO-SACCH | 285 ± 103 ^a | 153 ± 26 ^b | 1,86 ^a |
| PROBIO-SACCH + Fitasa | 354 ± 65 ^a | 201 ± 99 ^c | 1,76 ^a |

^{a,b,c} diferencias significativas de acuerdo al test LSD de Fisher de la mínima diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

Tabla 2. Influencia del probiótico solo y en mezcla con enzima fitasa sobre el peso de cortes de importancia económica de pollos parrilleros.

| Tratamientos | Cortes de la canal de importancia económica en pollos parrilleros | |
|-----------------------|---|---------------------------|
| | Pata muslo (g) | Pechuga (g) |
| Control | 368,2 ± 33,0 ^a | 506,8 ± 62,9 ^a |
| PROBIO-SACCH | 474,7 ± 44,4 ^b | 630,5 ± 66,8 ^b |
| PROBIO-SACCH + Fitasa | 573,0 ± 65,3 ^c | 778,5 ± 129 ^c |

^{a,b,c} diferencias significativas de acuerdo al test LSD de Fisher de la mínima diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

Discusión

En el presente estudio se evaluó el impacto de un probiótico *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* RC009 solo y en combinación con una enzima fitasa sobre el comportamiento productivo y los parámetros bioquímicos en pollos parrilleros alimentados con dietas libres de antibióticos. El uso y desarrollo de compuestos enzimáticos para alimentación de las aves en sus distintas etapas fisiológicas y productivas, representa una gran oportunidad para incrementar la producción. El empleo de las enzimas exógenas representa una mejora en el valor nutricional de los alimentos, lo que permite incrementar las posibilidades sobre el uso de las materias primas, ofreciendo una mayor flexibilidad a la planta de alimentos y más ganancias al productor, por el incremento productivo de las aves de corral (Mazón, 2008).

En este estudio, el uso del probiótico en mezcla con una fitasa aumentó la GPD y el peso pata-muslo y pechuga, cortes de importancia económica de pollos parrilleros. Nuestros resultados están parcialmente de acuerdo con diferentes autores, ya que en la mayoría de estos trabajos usan complejos enzimáticos (Xilanasa, beta glucanasa, celulasa, amilasa, proteasa y fitasa) sin la adición de probióticos (Acuña, 2008; Ding, et al. 2016; Mahmood, et al. 2017). La inclusión de fitasa exógena en las dietas de las aves tiene como fin primario optimizar el uso del fósforo y calcio disponible en granos de cereales y, secundariamente, de otros nutrientes tales como macrominerales, microminerales, aminoácidos y proteínas. En consecuencia, su utilización mejora la eficiencia productiva, la calidad de la carcasa y reduce la excreción de nutrientes y minerales al ambiente. La fitasa es una enzima que hidroliza el fitato a inositol y fosfato inorgánico. Aproximadamente el 60% del fósforo total en granos de cereal se encuentra en complejos de fitatos, indigestible para aves. El fitato se une a muchos cationes de la dieta como Cu, Zn, Ca, Fe, Mg, Mn, proteínas, enzimas hidrolíticas, grasas y vitaminas, lo que da lugar a significativas reducciones en la disponibilidad de los nutrientes mencionados (Mahmood, et al. 2017). Al momento de la publicación de este trabajo no se disponen de los resultados referentes al efecto sobre digestibilidad aparente de materia seca (ileal y total) y de fósforo de la enzima fitasa sola y en asociación con el probiótico.

Por otro lado, en este estudio se mostró una mejora de la GPD en los pollos parrilleros alimentados con el probiótico. Estos resultados están de acuerdo con diferentes autores quienes demostraron la

eficiencia del uso de probióticos sobre los parámetros productivos en pollos parrilleros (Nikpiran et al. 2013; Sarangi et al., 2016; Mehdi et al. 2018). Además, diferentes autores han demostrado mejores ganancias de peso y tasas de conversión alimenticia con la suplementación con probióticos (Sen et al., 2012; Popova, 2017). Estos resultados son debido a los efectos beneficiosos de los probióticos sobre la modulación de la microbiota intestinal, inhibición de patógenos, mejora de la integridad intestinal, y la inmunomodulación. Un intestino sano se relaciona con un desempeño adecuado de las aves. Los probióticos pueden aumentar el rendimiento al ayudar a establecer un ambiente intestinal saludable.

En conclusión, la aplicación de *S. boulardii* RC009 sin combinación con la enzima mejoró significativamente los parámetros productivos estudiados. Cuando fue evaluado el peso de la canal, más específicamente los cortes de interés económico pata-muslo y pechuga, se observó una influencia importante aumentando significativamente el peso de estos cortes usando solo el probiótico e incluso mejor aun cuando fue utilizado en mezcla con la enzima. Se encuentran en avance los estudios derivados de este mismo ensayo relacionados con la influencia del probiótico sobre la digestibilidad del alimento, histopatología, histomorfometría de intestino, inmunología y microbiota intestinal. En conclusión, el uso de *S. boulardii* RC009 mejoró significativamente los parámetros productivos estudiados y no se diferenció en general del uso en combinación con la enzima. En el peso de la canal, se observó un aumento significativo con el probiótico solo e incluso mejor aun cuando fue utilizado en mezcla con la enzima.

Agradecimientos

Los autores agradecen a BIOFEED TECH SAS por la producción a escala industrial del probiótico ensayado, que comercialmente se denomina PROBIO. SACCH.

REFERENCIAS

Acuña, P. 2008. Insumos Generando Ahorro. Avi-

cultura, Nutrición. Disponible en engormix.com: <https://www.engormix.com/> acceso en: 8/02/2022.

Anadón, A., Ares, I., Martínez-Larrañaga, M.R., Aranzazu Martínez, M. 2019. *Prebiotics and Probiotics in Feed and Animal Health. Nutraceuticals in Veterinary Medicine* DOI: 10.1007/978-3-030-04624-8_19

Armando, M.R., Pizzolitto, R.P., Escobar, F.; Dogi, C.A., Peirano, M.S., Salvano, M.A., Sabini, L.I., Combina, M., Dalcerro, A.M., Cavaglieri, L.R. 2011. Saccharomyces cerevisiae strains from animal environmental with aflatoxin B1 binding ability and anti-pathogenic bacteria influence in vitro. *World Mycotoxin Journal* 1: 59–68.

Aviagen, Arbor Acres Broiler Nutrition Specifications, 2019 https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/AA_Broiler/AABroilerNutrition-Specs2019-EN.pdf

Del Carmen, S., Zurita-Turk, S.M., Alvarenga Lima, F., Coelho Dos Santos, R.S., Leclercq, S.Y., Chatel, J.M., Azevedo, V., De Moreno de Leblanc, A., Miyoshi, A., Leblanc, J.G. 2013. A novel interleukin-10 DNA mucosal delivery system attenuates intestinal inflammation in a mouse model. *European Journal of Inflammation*. 3: 641–654.

Ding, X.M., Li, D.D., Li, Z.R., Wang, J.P., Zeng, Q.F., Bai, S.P., Su, Z.W., Zhang, K.Y. 2016. Effects of dietary crude protein levels and exogenous protease on performance, nutrient digestibility, trypsin activity and intestinal morphology in broilers. *Livestock Science*. 193: 26–31.

Dowarah, R., Verma, A.K., Agarwal, N. 2017. The use of Lactobacillus as an alternative of antibiotic growth promoters in pigs: A review. *Animal Nutrition*. 1: 1–6.

European Union (EU) Regulation N° 1831/2003 of the European Parliament and of the council of 22 September. 2003). On additives for use in animal nutrition. 268, 29.

Gaggia, F., Mattarelli, P., Biavati.; B. 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food pro-

duction. *International Journal of Food Microbiology*. 141(Suppl 1): S15-28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>

Kiros, T.G., Derakhshani, H., Pinloche, E., D’Inca, R., Marshall, J., Auclair, E., Khafipour, E., Van Kesse, A. 2018. Effect of live yeast Saccharomyces cerevisiae (Actisaf Sc 47) supplementation on the performance and hindgut microbiota composition of weanling pigs. *Science Report*. 8, 5315.

Magnoli, A.P., Poloni, V.L., Peralta, M.F., González Pereyra, M.L., Pereyra, C., Nilson, A.J., Miazzi, R.D., Chiacchiera, S.M., Cavaglieri, L. 2018. Evaluación del comportamiento productivo de pollos parrilleros alimentados con levadura (Pichia kudriavzevii) sola y en combinación con aflatoxina B1 y monensina. *Revista Científica FAV-UNRC Ab Intus* 1: 47–55.

Magnoli, A.P., Rodríguez, M.C., Poloni, V.L., Peralta, M.F., Nilson, A.J., Miazzi, R.D., Chiacchiera, S.M., Dalcerro, A.M., Cavaglieri, L.R. 2017. Use of yeast (Pichia kudriavzevii) as a novel feed additive to ameliorate the effects of aflatoxin B1 on broiler chicken performance. *Mycotoxin Research* 33: 273–283.

Magnoli, A.P., Rodríguez, M.C., Poloni, V.L., Rojo, M.C., Combina, M., Chiacchiera, S.M., Dalcerro, A.M., Cavaglieri, L.R. 2016. Novel yeast isolated from broilers’ feedstuff, gut and faeces as aflatoxin B1 adsorbents. *Journal of Applied Microbiology* 121: 1766–1776.

Mahmood, T., Mirza, M.A., Nawaz, H., Shahid, M., Athar, M., Hussain, M. 2017. Effect of supplementing exogenous protease in low protein poultry by-product meal based diets on growth performance and nutrient digestibility in broilers. *Animal Feed Science Technology*. 228: 23–31

Martínez, M.P., González Pereyra, M.L., Pena, G.A., Poloni, V.L., Fernandez Juri, M.G., Cavaglieri, L. 2017. Pediococcus acidolactici and Pediococcus pentosaceus isolated from rainbow trout ecosystem have probiotic and ABF1 adsorbing/degrading abilities in vitro. *Food Additives and Contaminants* 11: 1–3.

Mazon, E. 2008. Efecto de un complejo enzimático y restricción de energía y proteína en dietas con base

en maíz y torta de soya en la producción de ponedoras semipesadas. *Avicultura, Nutrición*. Disponible en engormix.com: Acceso en: <https://www.engormix.com/> acceso en: 8/02/2022.

Mehdi, Y., Letourneau-Montminy, M.P., Gaucher, M.L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Kaur, B.S., Cote, C., Avalos, R.A., Godbout, S. 2018. Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition* 4: 170–78.

Nikpiran, H., Taghavi, M., Khodadadi, A., Athari, S.S. 2013. Influence of probiotic and prebiotic on broiler chickens' performance and immune status. *Applied Science*. 2: 256-259.

Popova, T. 2017. Effect of probiotics in poultry for improving meat quality. *Current Opinion Food Science*. 14: 72–77.

Poloni, V.L., Magnoli, A.P., Fochesato, A., Cristofolini, A., Caverzan, M., Merkis, C., Montenegro, M., Cavaglieri, L. 2020. A *Saccharomyces cerevisiae* RC016-based feed additive reduces liver toxicity, residual aflatoxin B1 levels and positively influences intestinal morphology in broiler chickens fed chronic aflatoxin B1-contaminated diets. *Animal Nutrition* 6: 31–38.

Rinttilä, T., Apajalahti, J. 2013. Intestinal microbiota and metabolites—Implications for broiler chicken health and performance. *Journal Applied Poultry Research*. 22(3): 647-58.

Sarangi, N.R., Babu, L.K., Kumar, A., Pradhan, C.R., Pati, P.K., Mishra, J.P. 2016. Effect of dietary supplementation of prebiotic, probiotic, and synbiotic on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens, *Veterinary World*. 9(3): 313-319.

Sen, S., Ingale, S.L., Kim, Y.W., Kim, J.S., Kim, K.H., Lohakare, J.D., Kim, E.K., Kim, H.S., Ryu, M.H., Kwon, I.K., Chae B.J. 2012. Effect of supplementation of *Bacillus subtilis* LS 1-2 to broiler diets on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology. *Research in Veterinary Science*. 93: 264–268.