

## Promotores de crecimiento de origen estándar en la producción avícola

## Growth promoters of standard origin in poultry production

Omar Francisco Prado-Rebolledo <sup>a</sup>, Arturo César García-Casillas <sup>a\*</sup>**Abstract:**

The excessive use of antimicrobials in animal production has contributed to the increase and spread of multi-resistant bacteria. To face this situation, many countries have restricted the use of antimicrobials as growth promoters and have promoted the development of alternatives in poultry production such as: probiotics, prebiotics, organic acids, enzymes, essential oils, and oleoresins. This review reports the status of these alternatives as growth promoters for poultry production.

**Keywords:**

Prebiotics, organic acids, enzymes, essential oils, oleoresins

**Resumen:**

El uso excesivo de antimicrobianos en la producción animal ha contribuido al aumento y la propagación de bacterias multirresistentes. Para hacer frente a esta situación, muchos países han restringido el uso de antimicrobianos como promotores del crecimiento y han promovido el desarrollo de alternativas en la producción avícola como: probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas, aceites esenciales y oleorresinas. Esta revisión informa el estado actual de estas alternativas como promotores del crecimiento para la producción avícola.

**Palabras Clave:**

Prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas, aceites esenciales, oleorresinas

**1. Introducción**

En la división avícola encargada de la nutrición, los egresos por alimentación representan el mayor costo [1], y a la par de esta situación el rápido crecimiento de las aves conlleva varios problemas sanitarios [2]. Este escenario ha generado la utilización de antimicrobianos en las Unidades de Producción Avícola como profilaxis [3]. Sin embargo, debido a su utilización indiscriminada se produjeron microorganismos resistentes a estos fármacos [4, 5]. En respuesta el 1 de enero del año 2006, la Unión Europea (UE) realizó una prohibición total en el uso de antimicrobianos en la alimentación de las aves de corral [6]. Por lo tanto, los agentes antimicrobianos prescritos en niveles de subtratamiento como Antimicrobianos Promotores de Crecimiento (APC) dejaron de utilizarse [7].

Como sustituto de los APC, los Promotores de Crecimiento de Origen Estándar se pueden utilizar como suplementos alimenticios en el pollo de engorda [8-10]. Los suplementos alimenticios son compuestos nutritivos o no nutritivos que regulan la biodisponibilidad de los nutrientes del alimento, lo que posteriormente reduce el costo de la nutrición [11].

En consecuencia, apareció interés sobre estas sustancias, para subsanar la productividad desfavorable y buscar alternativas prácticas, que eviten problemas sanitarios, mejoren la productividad avícola y no desarrollen resistencia bacteriana contra antimicrobianos [12], p. ej., probióticos, oligosacáridos como prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas dietéticas, y aceites esenciales y oleorresinas como fitogénicos [8-10]. Por lo tanto, el objetivo de la presente revisión es informar el

<sup>a</sup> Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Omar Francisco Prado-Rebolledo, <https://orcid.org/0000-0001-8802-0177>, Email: [omarpr@uacol.mx](mailto:omarpr@uacol.mx); Arturo César García-Casillas, <https://orcid.org/0000-0002-7716-210X>, Email: [cesargarciasillas@hotmail.com](mailto:cesargarciasillas@hotmail.com)

\* Autor de Correspondencia: Email: [cesargarciasillas@hotmail.com](mailto:cesargarciasillas@hotmail.com)

estado actual de estas alternativas como promotores del crecimiento para la producción avícola.

## 2. Promotores de crecimiento

A partir del descubrimiento de los antimicrobianos en el año 1920, su participación en el avance y la prosperidad de la producción animal ha sido muy importante [13]. Los antimicrobianos se han suplementado en la alimentación animal en dosis subterapéuticas para mejorar el crecimiento, la conversión alimenticia y prevenir infecciones [3]. Su utilización en el alimento, pronto se convirtió en una práctica común en la producción animal y su uso aumentó con la intensificación de la producción ganadera [4]. En la producción avícola, se identificó que el uso de antimicrobianos en el alimento p. ej., la estreptomina, logró un aumento en el crecimiento de los pollos de engorda y mejoró su conversión alimenticia [5].

A pesar del efecto positivo del uso de APC, también se sabía que su uso conducía al desarrollo de resistencia bacteriana [13]. En la actualidad, la disminución de APC parece inevitable [12], ya que su utilización puede resultar económicamente poco práctica debido a las limitaciones del mercado y las restricciones para la exportación [10].

En vista de las crecientes preocupaciones sobre el uso de APC; la búsqueda de promotores de crecimiento de origen estándar, alternativos y novedosos ha crecido a lo largo de los años [8]. Se han propuesto y probado varias clases de alternativas en la producción avícola, p. ej., probióticos, oligosacáridos como prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas dietéticas y aceites esenciales y oleorresinas como fitogénicos (Tabla 1)[9, 10].

## 3. Probióticos

Los probióticos están ganando aceptación como posibles alternativas a los antimicrobianos para mejorar la producción [14]. Krysiak et al. [15] definen que los probióticos son una o más cepas de microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del huésped. Los probióticos pueden administrarse solos o en combinación con otros aditivos en el alimento o el agua [16]. En aves se han probado *Bacillus* [17], *Bifidobacterium* [18],

*Enterococcus* [19], y *Lactobacillus* [20], y en algunos casos levaduras como *Saccharomyces* [21].

La mayoría de las investigaciones analizaron los efectos de los probióticos en la reducción de microorganismos patógenos en el tracto gastrointestinal [14]. Pero también algunos examinaron los efectos de los probióticos para mejorar el crecimiento y el rendimiento en aves de corral sin patología aparente [17, 18]. Los estudios concluyeron que la inclusión de probióticos aumentó la ganancia de peso corporal, mejoró la eficiencia alimenticia, y mejoró la función inmunológica de los pollos de engorda, como lo demuestran los niveles aumentados de inmunoglobulina en suero/plasma [17, 18, 20]. También mostraron que la aplicación de probióticos a través del agua fue más eficaz que a través del alimento [15], y que los intestinos de los pollos de engorda que recibieron probióticos mostraron un mejor desarrollo [21], y un aumento en la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas en comparación con los controles [18, 19].

## 4. Prebióticos

Reuben et al. [22] definieron a los prebióticos como componentes alimenticios no digeribles que afectan beneficiosamente al huésped al estimular selectivamente la modulación del microbiota intestinal. Los prebióticos también previenen la colonización de patógenos [25], ya sea al unirse directamente o por exclusión competitiva [26], al promover el crecimiento de microbios beneficiosos o al estimularlos para que produzcan bacteriocinas [24].

Los oligosacáridos se han considerado como prebióticos [23], incluidos manano-oligosacárido (derivado de la capa externa de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*) [24], fructooligosacárido [25], inulina [26], glucooligosacárido [27], oligofruktosa [28], xilooligosacárido [29], galactooligosacárido [30], lactulosa [31], y lactitol [32].

La adición de manano-oligosacáridos en el alimento de los pollos de engorda aumentó significativamente su peso y mejoró su conversión alimenticia [24]. Calik y Ergun [33] demostraron que la suplementación con lactulosa en el alimento de los pollos de engorda no solo mejoró el peso corporal y la conversión alimenticia, sino que

también aumentó la altura de las vellosidades, el número de células caliciformes, y los recuentos de *Lactobacillus*.

## 5. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos suplementados en el alimento para aves son: ácidos monocarboxílicos simples p. ej., acético, propiónico y butírico [34, 35] o ácidos carboxílicos que tienen un grupo hidroxilo p. ej., láctico, málico y cítrico [36]. Son constituyentes normales de los tejidos animales o vegetales y algunos de ellos se producen en el intestino a través de la fermentación microbiana de los carbohidratos [37]. Se ha demostrado que la suplementación de butírico en el alimento de los pollos de engorda aumentó significativamente su peso corporal y mejoró su conversión alimenticia [38].

El mecanismo de acción antibacteriano de los ácidos orgánicos incluye: i) reducción del pH del tracto gastrointestinal superior (buche, proventrículo, y molleja) [35], ii) modulación de las secreciones pancreáticas y cambios fisiológicos asociados a la mucosa intestinal [36], iii) reducción de bacterias coliformes y patógenas mediante su destrucción directa a través de la penetración de la pared celular o mediante la modificación del pH [37, 39], y iv) aumento en la digestibilidad de los nutrientes con mayor retención de proteína, materia seca, y mejor absorción de minerales y utilización de fósforo. Además, se ha demostrado que los ácidos grasos de cadena corta promueven la proliferación de criptas celulares adecuadas, lo que aumenta la regeneración y el mantenimiento de los tejidos [34].

## 6. Enzimas dietéticas

Las enzimas dietéticas suplementadas en el alimento para aves son: fitasa [40], carbohidrasas como: xilanasas [41],  $\alpha$ -galactosidasas [42],  $\beta$ -mananasa [43],  $\alpha$ -amilasa [44] y proteasas [45], son proteínas biológicamente activas que facilitan la descomposición química de los nutrientes en monómeros más pequeños para una mayor digestión y absorción [46]. La suplementación con enzimas exógenas actúa sobre los factores antinutricionales que están presentes en los alimentos de origen vegetal, como el ácido fítico

[47]. Por lo tanto, su función como promotores del crecimiento radica en mejorar la digestibilidad y disponibilidad de nutrientes para su absorción en el tracto gastrointestinal del ave [41-43]. También participan en la eliminación del encapsulado de nutrientes por parte de los polisacáridos de la pared celular [45]. Por lo tanto, aumentan la disponibilidad de almidones, aminoácidos y minerales en el tracto gastrointestinal del ave [47]. Se ha demostrado que la suplementación de enzimas dietéticas en el alimento de los pollos de engorda aumentó significativamente su peso corporal y mejoró su conversión alimenticia [48].

## 7. Fitogénicos

Por último, los fitogénicos suplementados en el alimento para aves son: aceites esenciales, obtenidos por extracción en frío o por destilación con vapor o alcohol [49]. Son compuestos bioactivos naturales derivados de las plantas, que se incorporan al alimento de los animales, en forma líquida, seca, molida o como extractos [50]. Los principales compuestos bioactivos de los fitogénicos son los polifenoles [51] y su composición y concentración varían según la planta, las partes de la planta, el origen geográfico, la temporada de cosecha, los factores ambientales, las condiciones de almacenamiento y las técnicas de procesamiento [52, 53]. Hierbas y especias como: tomillo [54], ajo [55], orégano [56], romero [57], mejorana [58], jengibre [59], y canela [60], se han utilizado en aves de corral como alternativas de antimicrobianos y como promotores del crecimiento. Además, se han utilizado varios aceites esenciales como: timol [61], carvacrol [62], anís estrellado [63], cúrcuma [64], y albahaca [65] ya sea de forma individual o como mezclas para mejorar la salud y el rendimiento de las aves. Otro efecto beneficioso de la inclusión de fitogénicos en el alimento los pollos de engorda, es la reducción del estrés oxidativo [52], y el aumento de la actividad antioxidante en varios tejidos [58, 62], y también ejercen su acción a través de efectos inmunomoduladores, como una mayor proliferación de células inmunitarias, una expresión elevada de anticuerpos [51, 65].

## 8. Conclusiones

En la actualidad la producción avícola está desarrollando y probando una amplia gama de Promotores de Crecimiento de Origen Estándar para reemplazar el uso de antimicrobianos como Promotores de Crecimiento en el alimento de las aves. Si bien ninguna alternativa hasta el momento puede pretender reemplazar completamente a los antimicrobianos; probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas, aceites esenciales y oleorresinas han demostrado resultados positivos sobre la ganancia de peso corporal, la eficiencia alimenticia, y la función inmunológica de las aves. Sin embargo, los principales problemas con la mayoría de estas alternativas radican en la pureza de sus productos, y cuán diferentes son entre especies, además de que la fisiología y el microbiota intestinal varían de una estirpe avícola a otra. Por lo tanto, es más probable que una combinación de Promotores de Crecimiento de Origen Estándar produzca los avances necesarios en la producción avícola.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Referencias

- [1] Rocchi L, Paolotti L, Rosati A, Boggia A, Castellini C, Assessing the sustainability of different poultry production systems: a multicriteria approach. *J Clean Prod* 2019; 211(1): 103-114.
- [2] Hartcher KM, Lum HK, Genetic selection of broilers and welfare consequences: a review. *Worlds Poult Sci J* 2020; 76(1): 154-167.
- [3] Koirala A, Bhandari P, Shewade HD, Tao W, Thapa B, Terry R, Zachariah R, Karki S, Antibiotic use in broiler poultry farms in Kathmandu Valley of Nepal: which antibiotics and why? *Trop Med Infect Dis* 2021; 6(2): 10-19.
- [4] Mohsin M, van Boeckel TP, Saleemi MK, Umair M, Naseem MN, He C, Khan A, Laxminarayan R, Excessive use of medically important antimicrobials in food animals in Pakistan: a five-year surveillance survey. *Glob Health Action* 2019; 12(sup1): 169-178.
- [5] Roth N, Kasbohrer A, Mayrhofer S, Zitz U, Hofacre C, Domig KJ, The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in *Escherichia coli*: a global overview. *Poult Sci* 2019; 98(4): 1791-1804.
- [6] Wallinga D, Smit LAM, Davis MF, Casey JA, Nachman KE, A review of the effectiveness of current US policies on antimicrobial use in meat and poultry production. *Curr Environ Health Rep* 2022; 9(2): 339-354.
- [7] Wierup M, Wahlstrom H, Bengtsson B, Successful prevention of antimicrobial resistance in animals—a retrospective country case study of Sweden. *Antibiotics (Basel)* 2021; 10(2): 10-19.
- [8] Al-Khalaiifa H, Al-Nasser A, Al-Surayee T, Al-Kandari S, Al-Enzi N, Al-Sharrah T, Ragheb G, Al-Qalaf S, Mohammed A, Effect of dietary probiotics and prebiotics on the performance of broiler chickens. *Poult Sci* 2019; 98(10): 4465-4479.
- [9] Yaqoob MU, El-Hack MEA, Hassan F, El-Saadony MT, Khafaga AF, Batiha GE, Yehia N, Elnesr SS, Alagawany M, El-Tarabily KA, Wang M, The potential mechanistic insights and future implications for the effect of prebiotics on poultry performance, gut microbiome, and intestinal morphology. *Poult Sci* 2021; 100(7): 101-109.
- [10] Ricke SC, Prebiotics and alternative poultry production. *Poult Sci* 2021; 100(7): 101-108.
- [11] Chugh B, Kamal EA, Bioactive compounds produced by probiotics in food products. *Curr Opin Food Sci* 2020; 32(1): 76-82.
- [12] Singer RS, Porter LJ, Schrag NFD, Davies PR, Apley MD, Bjork K, Estimates of on-farm antimicrobial usage in broiler chicken production in the United States, 2013-2017. *Zoonoses Public Health* 2020; 67(1): 22-35.
- [13] El-Ghany A, Phytobiotics in poultry industry as growth promoters, antimicrobials and immunomodulators: a review. *Worlds Poult Sci J* 2020; 10(4): 571-579.
- [14] Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, Qattan SYA, Batiha GE, Khafaga AF, Abdel MAE, Alagawany M, Probiotics in poultry feed: a comprehensive review. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2020; 104(6): 1835-1850.
- [15] Krysiak K, Konkol D, Korczynski M, Overview of the use of probiotics in poultry production. *Animals (Basel)* 2021; 11(6): 1-15.
- [16] Popov IV, Algburi A, Prazdnova EV, Mazanko MS, Elisashvili V, Bren AB, Chistyakov VA, Tkacheva EV, Trukhachev VI, Donnik IM, Ivanov YA, Rudoy D, Ermakov AM, Weeks RM, Chikindas ML, A review of the effects and production of spore. Forming probiotics for poultry. *Animals (Basel)* 2021; 11(7): 1-11.
- [17] Ramlucken U, Ramchuran SO, Moonsamy G, Jansen van Rensburg C, Thantsa MS, Lalloo R, Production and stability of a multi-strain *Bacillus* based probiotic product for commercial use in poultry. *Biotechnol Rep (Amst)* 2021; 29(1): e00575.
- [18] El-Sharkawy H, Tahoun A, Rizk AM, Suzuki T, Elmonir W, Nassef E, Shukry M, Germoush MO, Farrag F, Bin-Jumah M, Mahmoud AM, Evaluation of *Bifidobacteria* and *Lactobacillus* probiotics as alternative therapy for *Salmonella typhimurium* Infection in broiler chickens. *Animals (Basel)* 2020; 10(6): 1-7.
- [19] Siddique A, Azim S, Ali A, Adnan F, Arif M, Imran M, Ganda E, Rahman A, *Lactobacillus reuteri* and *Enterococcus faecium* from poultry gut reduce mucin adhesion and biofilm formation of cephalosporin and fluoroquinolone. Resistant *Salmonella enterica*. *Animals (Basel)* 2021; 11(12): 1-9.
- [20] Wang J, Ishfaq M, Guo Y, Chen C, Li J, Assessment of probiotic properties of *Lactobacillus salivarius* isolated from chickens as feed additives. *Front Vet Sci* 2020; 7(1): 415-420.
- [21] Qui NH, Baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its application on poultry's production and health: a review. *Iraqi J Vet Sci* 2023; 37(1): 213-221.
- [22] Reuben RC, Sarkar SL, Roy PC, Anwar A, Hossain MA, Jahid IK, Prebiotics, probiotics and postbiotics for sustainable poultry production. *Worlds Poult Sci J* 2021; 77(4): 825-882.
- [23] Jahan AA, González OG, Moss AF, Bhuiyan MM, Morgan NK, Role of supplemental oligosaccharides in poultry diets. *Worlds Poult Sci J* 2022; 78(3): 1-25.
- [24] Rouissi A, Alfonso AAR, Guay F, Boulianne M, Letourneau MMP, Effects of *Bacillus subtilis*, butyrate, mannan-oligosaccharide, and naked oat (ss-glucans) on growth performance, serum parameters, and gut health of broiler chickens. *Poult Sci* 2021; 100(12): 101506.
- [25] Obianwuna UE, Chang XY, Wang J, Zhang HJ, Qi GH, Qiu K, Wu SG, Dietary fructooligosaccharides effectively facilitate the production of high-quality eggs via Improving the physiological status of laying hens. *Foods* 2022; 11(13): 1-9.
- [26] Wu XZ, Wen ZG, Hua JL, Effects of dietary inclusion of *Lactobacillus* and inulin on growth performance, gut microbiota, nutrient utilization, and immune parameters in broilers. *Poult Sci* 2019; 98(10): 4656-4663.
- [27] Rogiewicz A, Józefiak A, Mikulski D, Juskiewicz J, Zduńczyk Z, Jankowski J, Józefiak D, Patterson R, Słominski BA, The effect of a

- multi-carbohydrase enzyme and yeast-derived product on intestinal microbiome structure, activity, and gut function of turkeys. *Can J Anim Sci* 2022; 1(1): 12-20.
- [28] Gultemirian ML, Iglesias BF, Chaia AP, Apella MC, Cane molasses and oligofructose in the diet of laying hens improves the mineral content of eggs and meat. *Vet Anim Sci* 2022; 16(1): 100-114.
- [29] Zhou J, Wu S, Qi G, Fu Y, Wang W, Zhang H, Wang J, Dietary supplemental xylooligosaccharide modulates nutrient digestibility, intestinal morphology, and gut microbiota in laying hens. *Anim Nutr* 2021; 7(1): 152-162.
- [30] Tavaniello S, Slawinska A, Prioriello D, Petrecca V, Bertocchi M, Zampiga M, Salvatori G, Maiorano G, Effect of galactooligosaccharides delivered in ovo on meat quality traits of broiler chickens exposed to heat stress. *Poult Sci* 2020; 99(1): 612-619.
- [31] Kurmasheva SS, Mosolov AA, Frolova MV, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Knyazhechenko OA, Influence of new lactulose-containing fodder additives on basic morpho-biochemical indicators of blood and resistance of broiler chicken. *IOP Conference Series* 2021; 848(1): 12-21.
- [32] Martínez MSI, Enteshari M, Metzger L, Technology, Lactitol: Production, properties, and applications. *Trends Food Sci Technol* 2019; 83(1): 181-191.
- [33] Calik A, Ergun A, Effect of lactulose supplementation on growth performance, intestinal histomorphology, cecal microbial population, and short-chain fatty acid composition of broiler chickens. *Poult Sci* 2015; 94(9): 2173-82.
- [34] Khan SH, Iqbal J, Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *J Appl Anim Res* 2016; 44(1): 359-369.
- [35] Scicutella F, Mannelli F, Daghighi M, Viti C, Buccioni A, Polyphenols and organic acids as alternatives to antimicrobials in poultry rearing: a review. *Antibiotics (Basel)* 2021; 10(8): 1-9.
- [36] Yang X, Liu Y, Yan F, Yang C, Yang X, Effects of encapsulated organic acids and essential oils on intestinal barrier, microbial count, and bacterial metabolites in broiler chickens. *Poult Sci* 2019; 98(7): 2858-2865.
- [37] Stamilla A, Russo N, Messina A, Spadaro C, Natalello A, Caggia C, Randazzo CL, Lanza M, Effects of microencapsulated blend of organic acids and essential oils as a feed additive on quality of chicken breast meat. *Animals (Basel)* 2020; 10(4): 12-19.
- [38] El-Saadony MT, Umar M, Hassan FU, Alagawany M, Arif M, Taha AE, Elnesr SS, El-Tarabily KA, Abd El-Hack ME, Applications of butyric acid in poultry production: the dynamics of gut health, performance, nutrient utilization, egg quality, and osteoporosis. *Anim Health Res Rev* 2022; 1(1): 1-11.
- [39] Saleem K, Saima, Rahman A, Pasha TN, Mahmud A, Hayat Z, Effects of dietary organic acids on performance, cecal microbiota, and gut morphology in broilers. *Trop Anim Health Prod* 2020; 52(6): 3589-3596.
- [40] Abbasi F, Fakhur-Un-Nisa T, Liu J, Luo X, Abbasi IHR, Low digestibility of phytate phosphorus, their impacts on the environment, and phytase opportunity in the poultry industry. *Environ Sci Pollut Res Int* 2019; 26(10): 9469-9479.
- [41] Feng Y, Wang L, Khan A, Zhao R, Wei S, Jing X, Fermented wheat bran by xylanase-producing *Bacillus cereus* boosts the intestinal microflora of broiler chickens. *Poult Sci* 2020; 99(1): 263-271.
- [42] Liu X, Xing K, Ning R, Carne S, Wu X, Nie W, Impact of combined  $\alpha$ -galactosidase and xylanase enzymes on growth performance, nutrients digestibility, chyme viscosity, and enzymes activity of broilers fed corn-soybean diets. *J Anim Sci* 2021; 99(6): 11-19.
- [43] Saeed M, Ayaşan T, Alagawany M, El-Hack MEA, Abdel LMA, Patra AK, The role of  $\beta$ -mannanase (Hemicell) in improving poultry productivity, health and environment. *Braz J Poult Sci* 2019; 21(3): 1-11.
- [44] Stefanello C, Vieira SL, Soster P, Santos BMD, Dalmoro YK, Favero A, Cowieson AJ, Utilization of corn-based diets supplemented with an exogenous alpha-amylase for broilers. *Poult Sci* 2019; 98(11): 5862-5869.
- [45] Lindberg D, Kristoffersen KA, de Vogel BH, Wubshet SG, Böcker U, Rieder A, Fricke E, Afseth NK, Effects of poultry raw material variation and choice of protease on protein hydrolysate quality. *Process Biochem* 2021; 110(1): 85-93.
- [46] Sherne VS, Lavrentiev AY, Evdokimov NV, Nemtseva EY, Petrov NS, Danilova NV, Yakovlev VI, Characteristics of meat productivity of goslings that consumed feed with enzymes in various combinations. *IOP Conference Series* 2020; 433(1): 120-129.
- [47] Velázquez DLBS, Hernández DEM, Villa GM, Diaz GG, Mandujano GV, Mendoza MB, Álvarez CJ, Exogenous enzymes as zootechnical additives in animal feed: a review. *Catalysts* 2021; 11(7): 851.
- [48] Cordeiro DA, Dos Santos FR, Dos Santos HB, Silva MRS, de Oliveira NF, Minafra CS, Enzymatic complex for broilers fed on a diet containing different levels of distiller dried grains with solubles. *Food Chem* 2022; 386(1): 132-140.
- [49] Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Saad AM, Salem HM, Ashry NM, Abo GMM, Shukry M, Swelum AA, Taha AE, El-Tahan AM, AbuQamar SF, El-Tarabily KA, Essential oils and their nanoemulsions as green alternatives to antibiotics in poultry nutrition: a comprehensive review. *Poult Sci* 2022; 101(2): 101-109.
- [50] Bartkiene E, Ruzauskas M, Bartkevics V, Pugajeva I, Zavistanaviciute P, Starkute V, Zokaityte E, Lele V, Dauksiene A, Grashorn M, Hoelzle LE, Mendybayeva A, Ryshyanova R, Gruzauskas R, Study of the antibiotic residues in poultry meat in some of the EU countries and selection of the best compositions of lactic acid bacteria and essential oils against *Salmonella enterica*. *Poult Sci* 2020; 99(8): 4065-4076.
- [51] Abdel MAE, Shehata AM, Alzahrani SO, Shafi ME, Mesalam NM, Taha AE, Swelum AA, Arif M, Fayyaz M, Abd El-Hack ME, The role of polyphenols in poultry nutrition. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2020; 104(6): 1851-1866.
- [52] Hu R, He Y, Arowolo MA, Wu S, He J, Polyphenols as potential attenuators of heat stress in poultry production. *Antioxidants (Basel)* 2019; 8(3): 1-9.
- [53] Al-Mnaser A, Dakheel M, Alkandari F, Woodward M, Polyphenolic phytochemicals as natural feed additives to control bacterial pathogens in the chicken gut. *Arch Microbiol* 2022; 204(5): 253-260.
- [54] Hamed EA, Abdelaty MF, Sorour HK, Elmasry DMA, Abdelmagid MA, Saleh MAM, AbdelRahman MAA, A pilot study on the effect of thyme microemulsion compared with antibiotic as treatment of *Salmonella enteritidis* in broiler. *Vet Med Int* 2022; 2022(1): 3647523.
- [55] Sangilimadan K, Richard CR, Premavalli K, Omprakash AV, Effect of garlic (*Allium sativum*) on production performances and carcass traits of Nandanam Broiler-2. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 2019; 8(4): 2531-2538.
- [56] Ramirez SY, Penuela SLM, Ospina MA, Effects of oregano (*Lippia organoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphology of Isa Brown laying hens. *Vet World* 2021; 14(3): 595-602.
- [57] Mousapour A, Salarmoini M, Afsharmanesh M, Ebrahimnejad H, Meimandipour A, Amiri N, Encapsulation of essential oils of rosemary (*Rosmarinus officinalis*): evaluation of *in vitro* antioxidant and antimicrobial properties, and effects on broiler performance. *Anim Prod Sci* 2022; 62(1): 851-859.
- [58] Abdel WAA, Effect of adding marjoram powder to broiler chicks diet on performance, blood and antioxidant enzyme activity. *EJNF* 2019; 22(3): 611-625.
- [59] Gaikwad DS, Fulpagare YG, Bhoite UY, Deokar DK, Nimablkar CA, Effect of dietary supplementation of ginger and cinnamon on growth performance and economics of broiler production. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 2019; 8(3): 1849-1857.

- [60] Ali A, Ponnampalam EN, Pushpakumara G, Cottrell JJ, Suleria HAR, Dunshea FR, Cinnamon: a natural feed additive for poultry health and production: a review. *Animals (Basel)* 2021; 11(7): 1-10.
- [61] Gholami AM, Ahmadi DA, Azizi S, Basiratpour A, Zokaei M, Derakhshan M, Thymol and carvacrol supplementation in poultry health and performance. *Vet Med Sci* 2022; 8(1): 267-288.
- [62] Abo GMM, Alagawany M, Abd El-Hack ME, Taha A, Elnesr SS, Ajarem J, Allam AA, Mahmoud AM, Consequences of various housing systems and dietary supplementation of thymol, carvacrol, and euganol on performance, egg quality, blood chemistry, and antioxidant parameters. *Poult Sci* 2020; 99(9): 4384-4397.
- [63] Yu C, Guo Y, Yang Z, Yang W, Jiang S, Effects of star anise (*Illicium verum* Hook.f.) essential oil on nutrient and energy utilization of laying hens. *Anim Sci J* 2019; 90(7): 880-886.
- [64] Laganá C, Saldanha ESP, Sartori JR, Turco PHN, Gonzales E, Luciano RL, Zanatta G, Fascina VB, Turmeric on poultry production: a review. *Agric Sci* 2019; 10(12): 1592-1601.
- [65] Jahejo AR, Rajput N, Wen-xia T, Naeem M, Kalhoro DH, Kaka A, Niu S, Jia F, Immunomodulatory and growth promoting effects of basil (*Ocimum basilicum*) and ascorbic acid in heat stressed broiler chickens. *Pak J Zool* 2019; 51(3): 801-809.

**Tabla 1.** Lista de sustancia utilizadas como promotores de crecimiento utilizados en aves

Promotor de crecimiento	Efecto	Tratamiento control	Tratamiento experimental	P valor	Referencia
<b>Probióticos</b>					
<i>Bifidobacterium</i>	Incrementa el peso corporal	1 mL de solución salina por alimentación forzada vía oral	2x10 <sup>9</sup> UFC/mL por alimentación forzada vía oral	0.01	[18]
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Mejora la morfometría intestinal		83.1 HU	0.01	[21]
<i>Lactobacillus</i>	Optimiza la tasa de conversión alimentaria		2x10 <sup>9</sup> UFC/mL por alimentación forzada vía oral	0.01	[19]
<b>Prebióticos</b>					
Lactulosa	Mejora la morfometría intestinal		Dieta basal y 0.8% de lactulosa	0.02	[33]
Oligosacáridos	Promueve la producción de bacteriocinas		Dieta basal y 30% de oligosacáridos	0.01	[24]
<b>Ácidos orgánicos</b>					
Ácido fórmico	Mejora la digestibilidad de nutrientes	Dieta basal de harina de maíz y soja	Dieta basal y 1.0% de ácido fórmico	0.05	[35]
Ácido cítrico			Dieta basal y 2.0% de ácido cítrico	0.05	[36]
<b>Enzimas</b>					
α-galactosidasa y xilanasa	Mejora la digestibilidad de nutrientes		500 g/t de dieta basal	0.05	[41]
<b>Fitogénicos</b>					
Aceite esencial de anís	Mejora la utilización de nutrientes		Dieta basal y 400 mg/kg de aceite esencial de anís	0.05	[63]
Aceite esencial de orégano	Optimiza la tasa de conversión alimentaria		Dieta basal y 150 ppm de aceite esencial de orégano	0.05	[65]