

# Phytobiotic additives and their effect on the productive performance of pigs

## Aditivos fitobióticos y su efecto en el desempeño productivo de cerdos

W. Caicedo<sup>1,2\*</sup>, Deisy Margoth Chinque<sup>1</sup> and Vanessa Jimena Grefa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador

<sup>2</sup>Granja Agropecuaria Caicedo, Puyo, Pastaza, Ecuador

\*Email: orlando.caicedo@yahoo.es

W. Caicedo: <https://orcid.org/0000-0002-2890-3274>

Phytobiotics are bioactive principles found in the roots, stems, leaves and fruits of plants and are supplied in the pig diet as essential oils, powders and extracts. These additives are used as food palatability improvers, they increase the secretory production of salivary glands, stomach juices, pancreatic enzymes and hepatic bile acids. They are also involved in the functioning of the enzymes of the intestinal mucosa and intestinal brush border, in gastric and intestinal motility, endocrine stimulation and in antioxidant and anti-inflammatory activity, as well as in intestinal health and productive performance. These compounds show bactericidal effects against *Enterococcus faecalis*, *Clostridium spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* Due to the action they exert on the cell membrane, they cause instabilities that compromise the osmotic balance and cause the lysis of the bacteria. In addition, they show immunomodulatory action, since they can act on T cells, B cells, NK cells (Natural Killer) and macrophages. For these reasons, different researchers are carried out internationally with the aim of evaluating the effect of phytobiotic additives on microbiological, immunological, histological, blood, productive and reproductive indicators in pigs. This review aims to assess the use of phytobiotic additives (essential oils, powders and extracts) in the different stages of pig production. Results of the bioactive components of essential oils, powders, plant extracts and production rates in the different pig categories are shown.

Key words: *antidiarrheal, antioxidant, bioactive components, plants, intestinal health, pigs*

### INTRODUCTION

Pork meat is a highly demanded production worldwide, due to its rapid growth and good food conversion rate. The food for pigs represents between 60 and 70 % of total production costs (Caicedo and Caicedo 2021). In traditional pig farming, antibiotics and growth promoters were indiscriminately used, which gave rise to the appearance of resistant microorganisms and affected carcass quality (Rakotoharinome *et al.* 2014).

In this context, new research arises with natural additives from medicinal plants (phytobiotics), which allow the partial or total substitution of drugs in pigs diet. Beneficial bioactive compounds include carvacrol, thymol,  $\gamma$ -terpinene, p-cymene, sabinene,  $\alpha$ -thujene,  $\alpha$ -terpinene, linalool, eugenol, flavonoids, n-alkanes, sesquiterpenes, eugenol, coumarins, anthocyanidins, and saponins. However, for its

Los fitobióticos constituyen principios bioactivos que se encuentran en raíces, tallos, hojas y frutos de las plantas y se suministran en la dieta de los cerdos en forma de aceites esenciales, polvos y extractos. Estos aditivos se utilizan como mejoradores de la palatabilidad del alimento, aumentan la producción secretora de glándulas salivares, jugos estomacales, enzimas pancreáticas y ácidos biliares hepáticos. Intervienen también en el funcionamiento de las enzimas de la mucosa intestinal y borde del cepillo intestinal, en la motilidad gástrica e intestinal, la estimulación endocrina y en la actividad antioxidante y antiinflamatoria, así como en la salud intestinal y en el desempeño productivo. Estos compuestos muestran efectos bactericidas ante *Enterococcus faecalis*, *Clostridium spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Debido a la acción que ejercen sobre la membrana celular, ocasionan inestabilidades que comprometen el equilibrio osmótico y provocan la lisis de la bacteria. Además, muestran acción inmunomoduladora, ya que pueden actuar sobre las células T, células B, células NK (Natural Killer) y macrófagos. Por estas razones, a nivel internacional se realizan diferentes investigaciones con la finalidad de evaluar el efecto de los aditivos fitobióticos en indicadores microbiológicos, inmunológicos, histológicos, sanguíneos, productivos y reproductivos en los cerdos. Esta reseña tiene como objetivo valorar el uso de aditivos fitobióticos (aceites esenciales, polvos y extractos) en las diferentes etapas de producción del ganado porcino. Se muestran resultados de los componentes bioactivos de los aceites esenciales, polvos, extractos vegetales e índices productivos en las diferentes categorías porcinas.

Palabras clave: *antidiarreico, antioxidante, componentes bioactivos, plantas, salud intestinal, porcinos.*

### INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo constituye una producción de alta demanda a nivel mundial, por su rápido crecimiento y buena tasa de conversión alimentaria. Los alimentos para los cerdos representan entre 60 y 70 % de los costos totales de producción (Caicedo y Caicedo 2021). En la explotación porcina tradicional se utilizaban los antibióticos y promotores de crecimiento de una forma indiscriminada, lo que dio origen a la aparición de microorganismos resistentes y a afectaciones en la calidad de la canal (Rakotoharinome *et al.* 2014).

En este contexto surgen nuevas investigaciones con aditivos naturales de plantas medicinales (fitobióticos), que permiten la sustitución parcial o total de fármacos en la dieta de los porcinos. Entre los compuestos bioactivos beneficiosos se destacan el carvacrol, timol,  $\gamma$ -terpineno, p-cimeno, sabineno,  $\alpha$ -tujeno,  $\alpha$ -terpineno, linalol, eugenol, flavonoides, n-alcános, sesquiterpenos,

implementation in the animal diet, some processing is necessary to improve the stability and quality of the product (Santamaría *et al.* 2015, Zaldumbide 2015, Carrión and García 2010 and Morejón 2016). The literature reports that the bioactive components of vegetables are supplied as essential oils, extracts and powders (Vázquez *et al.* 2013, Jaime *et al.* 2015 and Roura 2019).

These additives improve the taste of food, the secretion of digestive enzymes, gastric and intestinal motility, endocrine and immune stimulation, anti-inflammatory, antioxidant activity and, therefore, improvements in intake, digestibility, Food conversion and the animals weight are obtained (Gheisar and Kim 2017, Madrid *et al.* 2018 and Herrera and Trigueros 2019). In addition, they have great bactericidal potential against *Enterococcus faecalis*, *Clostridium spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* (Ahmed *et al.* 2013 and Cárdenas 2014).

The increase in the palatability of diets is associated with the sensory characteristics that vegetable additives provide to pig food (Liptosa 2020). There are different products that act as antioxidants in the pig's gastrointestinal tract, able of delaying or preventing cell oxidation (Saldivar 2019). The microbial action is due to the pressure it exerts on the cell membrane, which gives place to imbalances that compromise the osmotic balance and that end with the lysis of the bacteria (Vásquez 2015 and Suryanarayana and Durga 2018). The health and integrity of the gastrointestinal tract is key in the productivity of animals; a healthy digestive tract will be one that maintains its structural and biochemical functionality, and that also has a balanced microbial population (Saldivar 2019). In fact, most antibodies are produced in the intestines, so a proper feeding management allows keeping the animal healthy (FAO 2016).

The objective of this study was to assess the use of phytobiotic additives (essential oils, powders and extracts) in the different stages of pig production.

#### PHYTOBIOTIC ADDITIVES FOR USE IN PIGS

At the international level, there are about 60 families of widely distributed plants, among which are: Compositae, Labiatae, Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Rosaceae, Rutaceae and Umbelliferae. Generally, they are families of plants that are found in temperate zones, such as Mediterranean and tropical countries. The active compounds of plants are in their leaves (basil, eucalyptus, peppermint, marjoram, mint, rosemary, sage, lemon balm), roots (angelica, saffron, turmeric, ginger, valerian), seeds (anise, dill, fennel, cumin), stem (cinnamon), flowers (lavender, chamomile, thyme, rose) and fruits (lemon, tangerine, orange, caraway, coriander, bay leaf, nutmeg, pepper),

eugenol, coumarinas, antocianidinas y saponinas. Sin embargo, para su implementación en la dieta de los animales es necesario realizar algún procesamiento para mejorar la estabilidad y calidad del producto (Santamaría *et al.* 2015, Zaldumbide 2015, Carrión y García 2010 y Morejón 2016). La literatura informa que los componentes bioactivos de los vegetales se suministran en forma de aceites esenciales, extractos y polvos (Vázquez *et al.* 2013, Jaime *et al.* 2015 y Roura 2019).

Estos aditivos mejoran el sabor del alimento, la secreción de enzimas digestivas, la motilidad gástrica e intestinal, la estimulación endocrina e inmune, la actividad antiinflamatoria, antioxidante y, por ende, se obtienen mejoras en el consumo, la digestibilidad, la conversión alimentaria, y el peso de los animales (Gheisar y Kim 2017, Madrid *et al.* 2018 y Herrera y Trigueros 2019). Además, presentan gran potencial bactericida ante *Enterococcus faecalis*, *Clostridium spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* (Ahmed *et al.* 2013 y Cárdenas 2014).

El aumento de la palatabilidad de las dietas se asocia con las características sensoriales que proveen los aditivos vegetales al alimento de los cerdos (Liptosa 2020). Existen diferentes productos que actúan como antioxidantes en el tracto gastrointestinal del cerdo, capaces de retardar o evitar la oxidación de la célula (Saldivar 2019). La acción microbiana se debe a la presión que ejerce sobre la membrana celular, lo que da lugar a desequilibrios que comprometen el equilibrio osmótico y que terminan con la lisis de las bacterias (Vásquez 2015 y Suryanarayana y Durga 2018). La salud e integridad del tracto gastrointestinal es clave en la productividad de los animales; un tracto digestivo saludable será aquel que mantenga su funcionalidad estructural y bioquímica, y que además tenga una población microbiana equilibrada (Saldivar 2019). De hecho, la mayoría de los anticuerpos se producen en los intestinos, por lo que un manejo adecuado de la alimentación permite mantener al animal saludable (FAO 2016).

El objetivo de este trabajo fue valorar el uso de aditivos fitobióticos (aceites esenciales, polvos y extractos) en las diferentes etapas de producción del ganado porcino.

#### ADITIVOS FITOBIÓTICOS PARA USO EN PORCINOS

A nivel internacional, existen unas 60 familias de plantas ampliamente distribuidas, entre las que se encuentran: Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Mirtáceas, Pináceas, Rosáceas, Rutáceas y Umbelíferas. Generalmente, son familias de plantas que se hallan en zonas templadas, como los países mediterráneos y tropicales. Los compuestos activos de las plantas se encuentran en sus hojas (albahaca, eucalipto, hierbabuena, mejorana, menta, romero, salvia, toronjil), raíces (angélica, azafrán, cúrcuma, jengibre, valeriana), semillas (anís, eneldo, hinojo, comino), tallo (canela), flores (lavanda, manzanilla, tomillo, rosa) y frutos (limón, mandarina, naranja, alcaravea, cilantro,

being stored in the secretory cells, cavities, carcass, epidermal cells or glandular trichomes that are obtained by means of steam distillation (Calsamiglia *et al.* 2017).

Martínez and Herradora (2019) state that 10 % of the plants that exist in the world can be considered medicinal, with many phytochemical properties. For many centuries they have been used to prevent or cure diseases that affect humans and animals. The secondary metabolites of plants are organic compounds, which are formed as a result of the main biosynthetic and metabolic ways. The presence and quantity of metabolites depends on the part of the plant that is used: stems, seeds, flowers, berries, bark or roots and both. In addition, its concentration can also be influenced by environmental conditions, the appearance of pests, as well as the sowing and harvesting season of the plant (Champagne and Boutry 2016).

In order to obtain these compounds, different methodologies are carried out for their use from the fragment of the plant. In the human and animal food industry, essential oils, powders and plant extracts are frequently used. The use of commercial or experimental phytobiotics for the pigs diet maintains a progressive rhythm, especially since the need to replace antibiotic growth promoters of synthetic origin was anticipated at the beginning of the 21<sup>st</sup> century, which began in 2006 in the European Union and, more recently, in countries such as United States and Mexico (Roura 2019). It should be noted that these additives do not have a withdrawal time, and do not generate residuality in the carcasses and, therefore, do not affect the health of consumers.

### ESSENTIAL OILS

Essential oils (EO) are characterized by being aromatic substances, because their volatile components produce odors and flavors characteristic of plants (Arteaga *et al.* 2019). The EO contains highly volatile aromatic molecules such as (alkanes, alcohols, aldehydes, ketones, esters, and acids), monoterpenes, sesquiterpenes, and phenylpropanes. In addition, they contain compounds such as carvacrol, thymol,  $\gamma$ -terpinene, p-cymene, sabinene,  $\alpha$ -thujene,  $\alpha$ -terpinene, linalool and eugenol, depending on the plant species (Martínez *et al.* 2015).

A procedure for extracting EO consists of placing a 500 g sample of coarse air-dried powder (30 °C for 6 h) in the distiller, with a particle size <0.5 mm. The distillation process is carried out with a continuous flow of water steam (close to 100 °C). The process is stopped after 40 min, when it is observed that the oil volume readings remain constant. Later, the oil is separated and passed over anhydrous sodium sulfate. Then, it is passed through paper filter and kept at 4 °C in sealed vials in the dark up to 24 h, in order to ensure that oxidative

laurel, nuez moscada, pimienta), almacenándose en las células secretoras, cavidades, canales, células epidérmicas o tricomas glandulares que se obtienen por medio de destilación por vapor (Calsamiglia *et al.* 2017).

Martínez y Herradora (2019) manifiestan que 10 % de las plantas que existen en el mundo se pueden considerar medicinales, con muchas propiedades fitoquímicas. Durante muchos siglos se han utilizado para prevenir o curar enfermedades que afectan a los humanos y a los animales. Los metabolitos secundarios de las plantas son compuestos orgánicos, que se forman como resultado de las principales rutas biosintéticas y metabólicas. La presencia y cantidad de metabolitos depende de la parte de la planta que se utilice: tallos, semillas, flores, bayas, cortezas o raíces y ambas. Además, en su concentración también pueden influir las condiciones ambientales, la aparición de plagas, así como la época de siembra y cosecha de la planta (Champagne y Boutry 2016).

Con la finalidad de obtener estos compuestos, se utilizan diferentes metodologías para su aprovechamiento a partir del fragmento de la planta de interés. En la industria alimentaria de humanos y animales, se utilizan frecuentemente los aceites esenciales, polvos y extractos vegetales. El uso de fitobióticos comerciales o en fase de experimentación para la dieta de los cerdos mantiene un ritmo progresivo, especialmente desde que se anticipó la necesidad de reemplazar los antibióticos promotores del crecimiento de origen sintético a principios del siglo XXI, que comenzó en el 2006 en la Unión Europea y, más recientemente, en países como Estados Unidos y México (Roura 2019). Es preciso destacar que estos aditivos no poseen tiempo de retiro, y no generan residualidad en las canales y, por ende, no afectan la salud de los consumidores.

### ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales (AE) se caracterizan por ser sustancias aromáticas, debido a que sus componentes volátiles producen olores y sabores característicos de las plantas (Arteaga *et al.* 2019). Los AE contienen moléculas aromáticas muy volátiles como (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos. Además, contienen compuestos como el carvacrol, timol,  $\gamma$ -terpineno, p-cimeno, sabineno,  $\alpha$ -tujeno,  $\alpha$ -terpineno, linalol y eugenol, en dependencia de la especie vegetal (Martínez *et al.* 2015).

Un procedimiento para la extracción de los AE consiste en colocar en el destilador una muestra de 500 g de polvo grueso secado al aire (30 °C por 6 h), con un tamaño de partícula < 0.5 mm. El proceso de destilación se realiza con un flujo continuo de vapor de agua (cercano a los 100 °C). Se detiene el proceso después de 40 min., cuando se observa que las lecturas del volumen de aceite permanecen constantes. En lo posterior, el aceite se separa y se pasa sobre sulfato de sodio anhidro. Luego, se filtra por papel y se mantiene a 4 °C en viales sellados en la oscuridad hasta 24 h, con

degradation does not occur for their later use (Artega *et al.* 2019).

The supplementation of pigs diet with essential oils influences on the protection of the intestinal wall, and offers a line of defense against pathogens (Omonijo *et al.* 2018). The epithelial cells that make up the intestine wall need to be healthy to neutralize toxins and prevent pathogens from passing directly into the bloodstream (Jiménez 2015). As the antagonistic bacteria (*Bifidobacterium* and *Lactobacillus*) increase, they strengthen the intestinal wall and supply energy to the epithelial cells. Van and Van (2009) mentioned that EO inhibits the formation of flagella in *Escherichia coli*, which affects their growth and multiplication.

Hall *et al.* (2021) conducted a study in lactating sows supplemented with oregano EO. These authors obtained heavier piglets at one week of age, 10 weeks after weaning and at the slaughter time. Also, health records showed that piglets from litters supplemented with EO significantly reduced the incidence of therapeutic treatment and mortality. In another study, with male and female fattening pigs, the inclusion of oregano EO in the diet improved the productive yield and carcass characteristics of the animals (Janacua-Vidales *et al.* 2018).

Research concerning the use of EO in pig diets emphasizes its many benefits on food palatability, intestinal health, and animal productivity. Tables 1 and 2 show different commercial and experimental presentations of essential oils used in pigs.

### VEGETABLE POWDERS

To obtain plant powders, the root, stem and foliage of plant species with medicinal potential, free of pests and diseases, are used (Granados-Echegoyen *et al.* 2016). A low-cost methodology consists on dehydrating the samples for 7 d in the shade on perforated cardboard plates, which are removed twice a day. Subsequently, they are placed in an oven, with air recirculation for 1 h at 60 °C (Salazar *et al.* 2019). Next, the samples are grinded in a parallel blade hammer mill, to 1 mm particle size (Más Toro *et al.* 2017). They are kept at room temperature in amber bottles to avoid loss of active substances due to light action (Yin *et al.* 1993).

The active substances present in the powder of medicinal plants have antibacterial, antiviral, antifungal, antitumor, anthelmintic, analgesic, anti-inflammatory, hypotensive and immunostimulant properties (Más Toro *et al.* 2017). By adding medicinal plant powders to the pigs diet in the digestive tract, the development of intestinal pathogens (*E. coli*, *Bacteroides spp.* and *Clostridium spp.*) is inhibited and increases the beneficial microbial population that contributes to improving digestion and absorption of nutrients, with increased weight gain, as well as a decrease in diarrheal syndrome in post-weaning piglets

el objetivo de asegurar que no se produzca degradación oxidativa para su uso posterior (Artega *et al.* 2019).

La suplementación de la dieta de los cerdos con aceites esenciales influye en la protección de la pared intestinal, y ofrece una línea de defensa contra patógenos (Omonijo *et al.* 2018). Las células epiteliales que conforman la pared del intestino necesitan estar saludables para neutralizar las toxinas y que los patógenos no puedan pasar directamente al torrente sanguíneo (Jiménez 2015). En la medida que las bacterias antagonistas (*Bifidobacterium* y *Lactobacillus*) se incrementan, fortalecen la pared intestinal y suministran energía a las células epiteliales. Van y Van (2009) mencionaron que los AE inhiben la formación de flagelos en *Escherichia coli*, lo que afecta su crecimiento y multiplicación.

Hall *et al.* (2021) condujeron un estudio en cerdas en lactancia, suplementadas con AE de orégano. Estos autores obtuvieron como resultados lechones más pesados a la semana de edad, 10 semanas después del destete y en el momento del sacrificio. También, los registros sanitarios mostraron que los lechones procedentes de las camadas suplementadas con AE redujeron significativamente la incidencia de tratamiento terapéutico y la mortalidad. En otro estudio, con cerdos de ceba machos y hembras, la inclusión de AE de orégano en la dieta, mejoró el rendimiento productivo y las características de la canal de los animales (Janacua-Vidales *et al.* 2018).

Las investigaciones concernientes al uso de AE en la dieta de los cerdos enfatizan sus numerosos beneficios en la palatabilidad del alimento, la salud intestinal y la productividad de los animales. En las tablas 1 y 2 se muestran diferentes presentaciones comerciales y experimentales de aceites esenciales utilizados en porcinos.

### POLVOS VEGETALES

Para la obtención de polvos vegetales se utiliza la raíz, tallo y follaje de las especies vegetales con potencial medicinal, libres de plagas y enfermedades (Granados-Echegoyen *et al.* 2016). Una metodología de bajo costo consiste en deshidratar las muestras durante 7 d a la sombra sobre planchas de cartón perforadas, que se remueven dos veces al día. En lo posterior, se colocan en una estufa, con recirculación de aire durante 1 h a 60 °C (Salazar *et al.* 2019). Seguidamente, las muestras se trituran en un molino de martillo de cuchillas paralelas, a 1 mm de tamaño de partículas (Más Toro *et al.* 2017). Se conservan a temperatura ambiente en frascos ámbar para evitar pérdidas de las sustancias activas por acción de la luz (Yin *et al.* 1993)

Las sustancias activas presentes en el polvo de las plantas medicinales poseen propiedades antibacterianas, antivirales, antifúngicas, antitumorales, antihelmínticas, analgésicas, antiinflamatorias, hipotensoras e inmunoestimulantes (Más Toro *et al.* 2017). Al adicionar los polvos de plantas medicinales en la dieta de los cerdos en el tracto digestivo, se inhibe el desarrollo de patógenos intestinales (*E. coli*, *Bacteroides spp.* y *Clostridium spp.*) y aumenta la población



Table 1. Different commercial and experimental presentations of essential oils used in pigs diet

Species (plant)	Used part	Commercial name	Trading house	Country	Composition	Category	Dose	Benefits	References
Oregano ( <i>O. vulgares</i> L.)	Leaves and flowers	Orevitol®-L	CKM	Peru	-Thymol and carvacrol	-Pre-weaning piglets -Post-weaning piglets -Pregnant and suckling sows	-150 to 500 mL/1000 L H <sub>2</sub> O	-High biological activity -Antimicrobial -Blocks the coccidia cycle -Renewal of the intestinal epithelium	Baca and Ampuero (2019)
Oregano ( <i>O. vulgares</i> L.)	Leaves and flowers	Regano 4XL	PREMIUM S.A.	Costa Rica	-Thymol and carvacrol	-Growing pigs -Fattening pigs	-1.5 mL/kg of food	-Restorative of the intestinal biota -Antioxidants -Immunizer -Weight gain promoter	Jiménez (2015)
Thyme ( <i>T. vulgares</i> ), Rosemary ( <i>R. officinalis</i> L.), oregano ( <i>O. vulgares</i> L.)	Leaves and flowers	Aromex® - YO	GmbH	Germany	-Thymol, carvacrol and flavonoids	-Growing pigs -Fattening pigs	-Inclusion of 0.01 % in the diet	-Antiviral -Antimicrobial -Antioxidant -Antiseptic	Yan <i>et al.</i> (2010)
True cinnamon ( <i>Cinnamomum cassia</i> ), Fenugreek ( <i>Trigonella foenumgraecum</i> ), Subterranean clover ( <i>Trifolium subterraneum</i> )	Leaf, seed and stem	Aromex®-ME	GmbH	Germany	-N-alkanes, sesquiterpenes and oxygenated compounds such as hexanol, eugenol and mucilage	-Growing pigs -Fattening pigs	-Inclusion of 0.01 % in the diet	-Reduces heat stresses -Antimicrobial -Antioxidant	Lan and Kim (2018)
Oregano ( <i>O. vulgare</i> )	Leaves	Orego-Stim	Meriden Animal Health Ltd.	United Kingdom	-Carvacrol (81.92 %) and thymol (3.50 %).	-Pregnant sows -Suckling sows	-15 g/kg of food	-Better piglet performance -Decreased stress	Tan <i>et al.</i> (2015)
Broccoli extract ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> ) and turmeric essential oils ( <i>Curcuma longa</i> ), thyme ( <i>T. vulgares</i> ), rosemary ( <i>R. officinalis</i> L.) oregano ( <i>O. vulgares</i> )	Different parts	Sipemat®	GmbH	Germany	-Terpenes, carvacrol, thymol and 1.8-cineole	-Post-weaning piglets	-150 mg/kg of food	-Antioxidant -Antiviral -Anti-inflammatory -Immunomodulator	Mueller <i>et al.</i> (2012)

Table 2. Productive indicators in pigs supplemented with essential oils

Products	Stage	Indicators	References
Orevitol®-L 500 ppm	Post-weaning	Treatment days (12) Initial weight, kg (6.60) Final weight, kg (7.77) Daily food intake, kg (1.61) Food conversion, kg/kg (1.07)	Baca and Ampuero (2019)
Oregano essential oil 0.6 cm <sup>3</sup> /animal	Post-weaning	Treatment days (42) Initial average weight, kg (8.30) Final weight, kg (24.91) Daily weight gain, kg (0.38)	Guerra <i>et al.</i> (2008)
Broccoli extract ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> ) and turmeric essential oils ( <i>Curcuma longa</i> ), thyme ( <i>T. vulgares</i> ), rosemary ( <i>R. officinalis</i> L.) and oregano ( <i>O. vulgares</i> , inclusion of 50 mg/kg food	Post- weaning	Treatment days (28) Initial weight, kg (9.50) Final weight, kg (21) Daily food intake, kg (1.73) Daily weight gain, kg (0.76) Food conversion, kg/kg (1.41)	Mueller <i>et al.</i> (2012)
Aromex®- YO (thyme, rosemary, oregano, inclusion of 0.01 % in the diet	Growing	Treatment days (42) Initial average weight, kg (23.67) Weight gain, kg (25.66) Final average weight, kg (49.33) Food conversion, kg/kg (2.45) Total food intake, kg (63.04)	Yan <i>et al.</i> (2010)
Aromex®- ME (Original cinnamon, fenugreek, subterranean clover), inclusion of 0.01 % in the diet	Growing	Treatment days (42) Initial average weight, kg (24.08) Weight gain, kg (28.92) Final average weight, kg (53) Food conversion, kg/kg (2.26) Total food intake, kg (65.48)	Lan and Kim (2018)
Regano 4XL 1.5 mL/kg of food	Fattening	Treatments days (60) Initial weight, kg (55.76) Final weight, kg (112.86) Total food intake, kg (105) Food conversion, kg/kg (1.83)	Jiménez (2015)
Orego-Stim, inclusion of 15 g/kg of food	Pregnancy	Treatment days (115) Daily food intake, kg (2.50) Initial average weight, kg (234) Final average weight, kg (268.10) Average number of piglets born/sow (11.28) Average number of piglets alive/sow (11.16) Average number of piglets weaned/ sow (9.60) Weight of piglets at farrowing, kg (1.56)	Tan <i>et al.</i> (2015)

(Segarra 2016).

Vegetable powders are easy to prepare, and special equipment is not required for their preparation, as is the case with EO. The use of vegetable powders can be a good alternative as an additive in pigs diet in order to reduce dependence on antibiotics and synthetic growth promoters, which cause resistance of pathogenic microbes and residuality on the carcass. Tables 3 and 4 show different vegetable powders used as additives in pig production.

microbiana benéfica que contribuye a mejorar la digestión y absorción de nutrientes, con el incremento de la ganancia de peso, así como la disminución del síndrome diarreico en lechones posdestete (Segarra 2016).

Los polvos vegetales son de fácil preparación, y no se requiere de un equipamiento especial para su elaboración, como sucede con los AE. El uso de polvos vegetales puede constituir una buena alternativa como aditivo en la dieta de los cerdos con la finalidad de reducir la dependencia de los antibióticos y promotores de crecimiento sintético, que provocan resistencia de los microbios patógenos y la residualidad sobre la canal. En las tablas 3 y 4 se muestran diferentes polvos vegetales utilizados como aditivos en la producción porcina.

Table 3. Different vegetable powderders used in pig diet

Species (plant)	Used part	Presentation	Composition	Category	Dose	Benefits	References
Ginger ( <i>Zingiber officinale</i> )	Rhizome	Pure powder	-Acids (linoleic, ascorbic) -Shogaols -Gingerol -Amino acids (arginine, niacin, threonine)	-Post-weaning piglets -Growing pigs -Fattening pigs	-Inclusion of 300 to 400 mg/kg of food	-Reduces parasitic, fungal and bacterial load -Effect on intestinal microvilli	Reyes (2015)
Cashew ( <i>Anacardium occidentale</i> ), guava ( <i>Psidium guajava</i> ), moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	Leaf	Mixed powder	-Quinones tripterpenes, and steroids, free amino acids, reducing carbohydrates, phenols, tannins, anthocyanidins	-Post- weaning piglets	-Inclusion of 1% in the diet	-Nutraceutical properties(antibacterial, antioxidants and anti-inflammatory) -Decreases the incidence of diarrhea	Aroche-Ginarte <i>et al.</i> (2017)
Guava ( <i>P. guajava</i> ), Cashew ( <i>A. occidentale</i> )	Leaf	Mixed powder	-Tannins, coumarins and anthocyanidins	-Pre and post weaning piglets	-Inclusion of 0.5 and 1 % in the diet	-Antidiarrheal -Growth promoter -Anti-inflammatory -Antioxidant and antibacterial	Más Toro <i>et al.</i> (2016)
Guava ( <i>P. guajava</i> )	Leaf	Pure powder	-Polysaccharides, pectins, vitamins, steroids, glycosides, tannins, flavonoids and saponins	-Post-weaning piglets	-Inclusion of 1 g/100 g of food	-Antioxidant capacity -Better intake -Reduction of diarrhea	Caicedo <i>et al.</i> (2021)
Garlic ( <i>A. sativum</i> )	Bulb	Fermented powder	-Diallyl disulfide, allicin and allicin	-Fattening pigs	-Inclusion of 2 to 4g/kg of food	-Better yield -Better marbling of meat -Antimicrobial	Yan <i>et al.</i> (2012)
Moringa ( <i>M. oleifera</i> )	Leaves and stem	Pure powder	-Phenols, flavonoids, proanthocyanidins and flavonols.	-Pregnant sows	-Inclusion of 8 % in the diet	-Better productive yield -Antioxidant -Higher protein level in colostrum	Jia-Jie <i>et al.</i> (2020)
Red quebracho ( <i>Schinopsis balansae</i> )	Stem	Pure powder	-Polyphenols, catenins	-Fattening pigs	-Inclusion of 500 g/t of food	-Bactericide -Better intestinal integrity -Better absorption of nutrients and drier feces	Rojas (2016)

Table 4. Productive indicators in pigs supplemented with vegetable powders

Products	Stage	Indicators	References
Cashew leaves , inclusion of 1 % in the diet	Pre-weaning	Treatment days (12) Initial weight, kg (5.0) Final weight, kg (6.6) Daily food intake, kg (0.05) Weight gain, kg (1.60) Food conversion, kg/kg (1.51)	Mas Toro <i>et al.</i> (2016)
Mixture of cashew leaves, guava and moringa, inclusion of 1 % in the diet	Post- weaning	Treatment days (42) Initial weight, kg (7.86) Final weight, kg (23.56) Daily food intake, kg (0.37) Daily weight gain, kg (0.37) Weight gain, kg (15.70) Food conversion, kg/kg (2.39)	Aroche-Ginarte <i>et al.</i> (2017)
Guava leaf, inclusion of 1 g/100 g of food	Post-weaning	Treatment days (15) Initial weight, kg (9.17) Final weight, kg (13.52) Daily food intake, kg (0.35) Daily weight gain, kg (0.29) Weight gain, kg (4.35) Food conversion, kg/kg (1.35)	Caicedo <i>et al.</i> (2021)
Dried ginger rhizome, inclusion of 400 mg/kg of food	Growing	Treatment days (70) Initial weight, kg (10.83) Final weight, kg (42.55) Daily weight gain, kg (0.45) Daily food intake, kg (1.01) Food conversion, kg/kg 2.21 Weight gain, kg (31.72) Total food intake, kg (70.28)	Reyes (2015)
Stem of red quebracho, inclusion of 500 g/t of food	Fattening	Treatment days (30) Initial weight, kg (73.61) Weight gain , kg (20.61) Daily weight gain, kg (0.68) Food conversion, kg/kg (3.02) Total food intake, kg (62.22) Final weight, kg (94.22)	Rojas (2016)
Dried garlic, inclusion of 2 g/kg of food	Fattening	Treatment days (84) Initial weight, kg (55.91) Weight gain, kg (65) Daily weight gain, kg (0.77) Food conversion, kg/kg (2.25) Total food intake, kg (189) Final weight, kg (121.18)	Yan <i>et al.</i> (2012)
Moringa leaf, inclusion of 8 % in the diet	Pregnancy	Treatment days (150) Food intake before mating kg/d/sow (2.50) Intake during pregnancy kg/d/sow (2.10) Average initial weight of sows, kg (140) Average number of piglets born /sow (13.50) Average number of piglets alive/sow (11.57) Litter weight at born, kg (19.16) Average weight of the piglet at born, kg (1.38)	Jia-Jie <i>et al.</i> (2020)



## VEGETABLE EXTRACTS

Plant extracts belong to the group of additives classified as aromatic and flavoring, which include all natural products and the corresponding synthetic products that can be used in all animal species, without limitation of age or dose. The use of macerates, decoction, infusion and boiled preparations is the most common way of taking advantage of plant resources to overcome various disorders such as rheumatism, diarrhea, diabetes mellitus, cough, bical ulcers, cholesterol reduction and as an antibacterial against *Vibrio cholerae*, *Shigella flexneri*, *S. aureus*, *Salmonella spp.*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* (Gonçalves *et al.* 2008, Gutiérrez *et al.* 2008, Birdi *et al.* 2010, Metwally *et al.* 2010, Sanda *et al.* 2011, Shruthi *et al.* 2013 and Morais-Braga *et al.* 2016).

Plant extracts are cheaper and more practical compared to powders and EO. They are easy to prepare and apply. Regarding the benefits obtained when using them, their stability and tolerance should be highlighted, since they can be used in all animal species, without restriction of age or product concentration (Hanczakowska and Swiatkiewicz 2012, García-Risco *et al.* 2015 and Santamaría *et al.* 2015).

Plant extracts are a good alternative for use as an additive in pig diets, since they are low cost and provide benefits in the sensory characteristics of the food, with the consequent increase in dry matter intake. The researches in pigs show that the use of plant extracts improves productive yield, digestibility of dry matter and protein. In addition, it provides anti-inflammatory and antimicrobial effects against various pathogens, with improvements in meat quality parameters (Isley *et al.* 2003, Liu *et al.* 2013, Devi *et al.* 2015 and Hanczakowska *et al.* 2015). Tables 5 and 6 show different studies with plant extracts for use in pigs.

## EXTRACTOS VEGETALES

Los extractos de plantas pertenecen al grupo de aditivos clasificados como aromáticos y aromatizantes, que incluyen todos los productos naturales y los correspondientes productos sintéticos que se pueden utilizar en todas las especies de animales, sin limitación de edad o dosis. El uso de macerados, decocción, infusión y preparaciones hervidas es la forma más común de aprovechar los recursos vegetales para superar diversos trastornos como el reumatismo, la diarrea, la diabetes mellitus, la tos, las úlceras bicales, la reducción del colesterol y como antibactericida ante *Vibrio cholerae*, *Shigella flexneri*, *S. aureus*, *Salmonella spp.*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans* (Gonçalves *et al.* 2008, Gutiérrez *et al.* 2008, Birdi *et al.* 2010, Metwally *et al.* 2010, Sanda *et al.* 2011, Shruthi *et al.* 2013 y Morais-Braga *et al.* 2016).

Los extractos vegetales son más económicos y prácticos con respecto a los polvos y AE. Son fáciles de preparar y aplicar. En cuanto a los beneficios que se obtienen al momento de utilizarlos, se debe destacar su estabilidad y tolerancia, ya que se pueden usar en todas las especies animales, sin restricción de edad o en la concentración del producto (Hanczakowska y Swiatkiewicz 2012, García-Risco *et al.* 2015 y Santamaría *et al.* 2015).

Los extractos vegetales constituyen una buena alternativa para su utilización como aditivo en las dietas de cerdos, ya que son de bajo costo y proveen beneficios en las características sensoriales del alimento, con el consecuente aumento del consumo de materia seca. Las investigaciones en cerdos señalan que el uso de extractos de plantas mejora el rendimiento productivo, la digestibilidad de la materia seca y proteínas. Además, provee de efectos antiinflamatorios y antimicrobianos para varios patógenos, con mejoras en los parámetros de calidad de la carne (Isley *et al.* 2003, Liu *et al.* 2013, Devi *et al.* 2015 y Hanczakowska *et al.* 2015). En las tablas 5 y 6 se muestran diferentes estudios con extractos vegetales para uso en porcinos.

Table 5. Different commercial and experimental presentations of plant extracts used in pig diet

Species (plant)	Used part	Commercial name	Trading house	Country	Composition	Category	Dose	Benefits	References
Mixture between Thyme ( <i>T. vulgaris</i> ) and carob ( <i>Ceratonia siliqua</i> )	Whole plant and seeds	Dysantic®	Vetanco	Argentina	Galactopyranose, thymol, carvacrol and flavonoids	-Post-weaning and growing pigs	-Inclusion of 0.1 and 0.2 % in the food	-Bactericide -Viricide -Immune modulator -Stability of the gas trointestinal biota	Zamora (2018)
Mixture of artichoke ( <i>Cynara sculymus</i> ), celery ( <i>Apium graveolens</i> ), beet ( <i>Beta vulgaris</i> ), onion ( <i>Allium cepa</i> ), garlic ( <i>Allium sativum</i> ), spinach ( <i>Spina- cea olerace</i> ), avocado ( <i>Persea americana</i> ), oat ( <i>Avena sativa</i> ) and parsley ( <i>Petroselinum crispum</i> )	Several parts	Protorgan®	GUWLAB	Mexico	Polyphenols, quer cetins, apigenin, phytoestrogens	Fattening and growing pigs	-Inclusion of 0.1 and 0.15 % in the food	-Grow promoter -Antioxidant -Improved intake and weight gain	Dávila-Ramírez <i>et al.</i> (2020)
Soapbark ( <i>Mapudungun killay</i> )	Leaves and flowers	Hibotek	CCLabs	Ecuador	Fatty acids Omega 3 vitamin E. Heterogeneous group of sterol glycosides and triterpenoids	-Growing and fattening pigs	-Inclusion of 150, 200, 250 and 300 p.p.m. in the food	-Grow promoter -Environmental ammonia reducer -Antibiotic action, Antiprotozoarica and Antifungal.	De La Cueva (2013)
Cinnamon ( <i>Cinnamomum verum</i> )	Stem	Re Pro Plus	PlusVet Animal Health	China	Plant extracts, organic acids, natural origin omega-3 fatty acids and mycotoxin sequestrants.	-Pregnancy sows	-Inclusion of 10 g/sow/day	-Improved intestinal health -Increased milk production -Reduces the incidence of mastitis, metritis and agalactia -Increased food intake during lactation	PVAH (2019)



Table 6. Productive indicators in pigs supplemented with botanical extracts

Product	Stage	Indicators	References			
Dysantic® (thyme), inclusion of 0.1 % in the diet	Pre- weaning	Treatment days (24)	Zamora (2018)			
		Initial weight, kg (6.68)				
		Final weight, kg (8.96)				
		Daily food intake, kg (0.28)				
		Daily weight gain, kg (0.17)				
		Food conversion, kg/kg (1.13)				
Wild anise, inclusion of 10 ml/100 g of food	Post-weaning	Treatment days (14)	Caicedo <i>et al</i> (2019)			
		Initial weight, kg (6.06)				
		Final weight, kg (8.94)				
		Daily food intake, kg (0.34)				
		Daily weight gain, kg (0.23)				
		Weight gain, kg (2.88)				
Hibotek (Soapbark), inclusion of 300 ppm in the diet	Growing	Treatment days (90)	De La Cueva (2013)			
		Initial weight, kg (15.22)				
		Final weight, kg (73.82)				
		Daily weight gain, kg (0.74)				
		Daily food intake, kg (1.64)				
		Food conversion, kg/kg (3.81)				
Protorgan®, inclusion of 0.1% in the diet	Growing	Initial weight, kg (30)	Dávila-Ramírez <i>et al</i> (2020)			
		Final weight, kg (70)				
		Daily food intake, kg (2.3)				
		Food conversion, kg/kg (2.3)				
		Ginger rhizome, inclusion of 0.75 % in the diet		Growing	Treatment days (80)	Segarra (2016)
					Initial weight, kg (17.45)	
Final weight, kg (82.5)						
Daily weight gain, kg (0.80)						
Daily food intake, kg (2.80)						
Food conversion, kg/kg (2.87)						
Spanish chestnut, inclusion of 0.2 % in the diet	Fattening	Weight gain, kg (65.05)	Aguirre-Meza <i>et al.</i> (2016)			
		Total food intake, kg (227.27)				
		Treatment days (40)				
		Initial weight, kg (60.18)				
		Weight gain, kg (27.99)				
		Daily weight gain, kg (0.68)				
Re ProPlus (cinnamon), inclusion of 10 g/day in the diet	Pregnancy	Food conversion, kg/kg (3.07)	PVAH (2019)			
		Final weight, kg (88.17)				
		Pregnancy days (70)				
		Treatment days (45)				
		Average number of piglets born/sow (12.07)				
		Average number of piglets alive/sow (11.37)				
Average weight of piglets at born, kg (1.04)						

## CONCLUSIONS

The use of commercial and experimental phytobiotic additives constitutes an alternative to the excessive use of synthetic antibiotics, which act as growth promoters in pigs. These additives are supplied to animals as essential oils, powders and extracts to improve food intake, weight gain, Food conversion, final weight, carcass characteristics and reduce the incidence of diarrhea after weaning. The supplementation with phytobiotics in pigs diet is totally innocuous, that is, it does not have a withdrawal period, without wastes in tissues, and does

## CONCLUSIONES

La utilización de aditivos fitobióticos comerciales y experimentales constituye una alternativa al uso excesivo de antibióticos sintéticos, que actúan como promotores del crecimiento en los cerdos. Estos aditivos se suministran a los animales en forma de aceites esenciales, polvos y extractos para mejorar el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final, características de la canal y reducción de la incidencia de diarreas después del destete. La suplementación con fitobióticos en la dieta de los porcinos es totalmente inocua, es decir, no posee

not generate microbial resistance.

período de retiro, sin residuos en tejidos, y no genera resistencia microbiana.

#### Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests among them

#### Author's contribution

W. Caicedo: Data analysis, writing the manuscript

Deisy Margoth Chinque: Data analysis

Vanessa Jimena Greff: Data analysis

#### Conflicto de intereses

Declaran que no existe conflicto de intereses

#### Contribución de los autores

W. Caicedo: Análisis de datos, escritura del manuscrito

Deisy Margoth Chinque: Análisis de datos

Vanessa Jimena Greff: Análisis de datos

## REFERENCES

- Aguirre-Meza, R., Romo-Rubio, J., Barajas-Cruz, R., Romo-Valdez, J., Güémez-Gaxiola, H. & Urías-Castro, C. 2016. "Respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización a la suplementación". *Abanico Veterinario*, 6(3): 55-64, ISSN: 2448-6132. <https://doi.org/10.21929/abavet2016.63.5>.
- Ahmed, S.T., Hossain, M.E., Kim, G.M., Hwang, J.A., Ji, H. & Yang, C.J. 2013. "Effects of Resveratrol and Essential Oils on Growth Performance, Immunity, Digestibility and Fecal Microbial Shedding in Challenged Piglets". *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(5): 683-690, ISSN: 1976-5517. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12683>.
- Aroche-Ginarte, R., Martínez-Aguilar, Y., Ayala-González, L., Rodríguez-Bertot, R. & Rodríguez-Fraga, Y. 2017. "Comportamiento productivo e incidencia de diarrea en cerdos posdestete suplementados con polvo mixto de hojas de plantas con propiedades nutraceuticas". *Revista Ciencia y Agricultura*, 14(2): 19-26, ISSN: 2539-0899. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7145>.
- Arteaga, Y., Bravo, L.R., García, Y., Tapuy, A.S., Bermúdez, A. & Guzmán, D.M. 2019. "Evaluation of the synergistic effects of antioxidant activity on mixtures of the essential oil from *Apium graveolens* L., *Thymus vulgaris* L. and *Coriandrum sativum* L. using simplex-lattice design". *Heliyon*, 5 (6): e01942, ISSN: 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01942>
- Baca, N. & Ampuero, A. 2019. "Efecto de la inclusión de aceite esencial de orégano en la dieta de lechones destetados sobre parámetros productivos". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4): 1537-1542, ISSN: 1609-9117. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17145>.
- Birdi, T., Daswani, P., Brijesh, S., Tetali, P., Natu, A. & Antia, N. 2010. "Newer insights into the mechanism of action of *Psidium guajava* L. leaves in infectious diarrhea". *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10: 33, ISSN: 1472-6882. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6882-10-33>.
- Caicedo, W. & Caicedo, L. 2021. "Comportamiento productivo de cerdos comerciales en crecimiento alimentados con ensilado de papa (*Solanum tuberosum* L.) de rechazo". *Livestock Research for Rural Development*, 33(4), Article #51, ISSN: 2521-9952. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd33/4/3351orlan.html>.
- Caicedo, W., Ferreira, F.N.A., Arteaga, Y., Flores, A., Buenaño, C., Pérez, M., Silva Neta, C.S. & Ferreira, W.M. 2021. "Guava (*Psidium guajava* L.) leaf meal and cooked extract in post-weaning piglets' diets improve production rates and control the incidence of diarrhea". *Livestock Research for Rural Development*, 33(1), Article #11, ISSN: 2521-9952. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd33/1/orlan3311.html>.
- Caicedo, W., Pérez, M., Sánchez, J., Flores, A. & Duchitanga, E. 2019. "Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante del follaje de anís silvestre (*Piper auritum* Kunth) y su efecto nutraceutico para cerdos en posdestete". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4): 1470-1480, ISSN: 1609-9117. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17264>.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L. & Ferret, A. 2007. "Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation". *Journal of Dairy Science*, 90(6): 2580-2595, ISSN: 0022-0302. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-644>.
- Cárdenas, M. 2014. Utilización de mananoligosacáridos en dietas de cerdos en etapa de crecimiento. *Veterinarian Thesis*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 100 p.
- Carrión, A.V. & García, C.R. 2010. Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia metódica. *Biochemistry Thesis*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 150 p.
- Champagne, A. & Boutry, M. 2016. "Proteomics of terpenoid biosynthesis and secretion in trichomes of higher plant species". *Biochimica et Biophysica Acta*, 1864 (8): 1039-1049, ISSN: 0304-4165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbapap.2016.02.010>.
- Dávila-Ramírez, J., Munguía-Acosta, L., Morales-Coronado, J., García-Salinas, A., González-Ríos, H., Celaya-Michel, H., Sosa-Castañeda, J., Sánchez-Villalba, E., Anaya-Islas, J. & Barrera-Silva, A. 2020. "Addition of a Mixture of Plant Extracts to Diets for Growing-Finishing Pigs on Growth Performance, Blood Metabolites, Carcass Traits, Organ Weight as a Percentage of Live Weight, Quality and Sensorial Analysis of Meat". *Animals*, 10(7): 1229, ISSN: 2076-2615. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10071229>.
- De La Cueva, E. 2013. Inclusión de niveles de extracto de quillaja en el engorde de cerdos en el cantón Santo Domingo. *Engr Thesis*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, 80 p.
- Devi, S.M., Park, J.W. & Kim, I.H. 2015. "Effect of plant extracts on growth performance and insulin-like growth factor 1 secretion in growing pigs". *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44(10): 355-360, ISSN: 1806-9290. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015001000003>.
- FAO. 2016. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Producción y Sanidad Animal. Available: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>.
- García-Risco, M., Vázquez, E., Sheldon, J., Steinmann, E., Riebesehl, N., Fornari, T. & Reglero, G. 2015. "Supercritical fluid extraction of heather (*Calluna vulgaris*) and evaluation of anti-hepatitis C virus activity of the extracts". *Virus Research*, 198:



- 9-14, ISSN: 0168-1702. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.12.022>.
- Gheisar, M.M. & Kim, I.H. 2017. "Phytobiotics in poultry and swine nutrition – a review". Italian Journal of Animal Science, 17(1): 1-8, ISSN: 1594-4077. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1350120>.
- Gonçalves, F.A., Andrade Neto, M., Bezerra, J.N.S., Macrae, A., De Sousa, O.V., Fonteles-Filho, A.A. & Vieira, R.H.S.D.F. 2008. "Antibacterial activity of guava, *Psidium guajava* Linnaeus, leaf extracts on diarrhea-causing enteric bacteria isolated from seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller)". Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, 50(1): 11-15, ISSN: 1678-9946. <https://doi.org/10.1590/s0036-46652008000100003>.
- Granados-Echegoyen, C., Ortega-Morales, B.O., Chan-Bacab, M.J., Reyes-Estébanez, M.M. & Camacho-Chab, J.C. 2016. "Polvos de especies vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (coleoptera: *curculionidae*)". Entomología mexicana, 3: 430-435, ISSN: 2448-475X.
- Guerra, C., Galán, J., Méndez, J. & Murillo, E. 2008. "Evaluación del efecto del extracto de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunos parámetros productivos de cerdos destetos". Revista Tumbaga, 1(3): 16-29, ISSN: 1909-4841.
- Gutiérrez, R.M.P., Mitchell, S. & Solis, R.V. 2008. "*Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology". Journal of Ethnopharmacology, 117(1): 1–27, ISSN: 0378-8741. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.01.025>.
- Hall, H.N., Wilkinson, D.J. & Le Bon, M. 2021. "Oregano essential oil improves piglet health and performance through maternal feeding and is associated with changes in the gut microbiota". Animal Microbiome, 3, Article #2, ISSN: 2524-4671. <https://doi.org/10.1186/s42523-020-00064-2>.
- Hanczakowska, E. & Swiatkiewicz, M. 2012. "Effect of herbal extracts on piglet performance". Czech Journal of Animal Science, 57(9): 420-429, ISSN: 1805-9309.
- Hanczakowska, E., Swi Atkiewicz, M. & Grela, E.R. 2015. "Effect of dietary inclusion of a herbal extract mixture and different oils on pig performance and meat quality". Meat Science, 108: 61-66, ISSN: 0309-1740. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.020>.
- Herrera, G.A. & Trigueros, J.M. 2019. Efecto del fitobiótico Digestarom® Finish en el desempeño productivo de cerdos de engorde. Engr. Thesis. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, 19 p.
- Isley, S.E., Miller, H.M., Greathead, H.M.R. & Kamel, C. 2003. "Plant extracts as supplements for lactating sows: Effects on piglet performance sow food intake and diet digestibility". Animal Science, 77(2): 247-254, ISSN: 1748-748X. <https://doi.org/10.1017/S1357729800058987>.
- Jaime, L., Vázquez, E., Fornari, T., López-Hazas, M.C., García-Risco, M.R., Santoyo, S. & Reglero, G. 2015. "Extraction of functional ingredients from spinach (*Spinacia oleracea* L.) using liquid solvent and supercritical CO<sub>2</sub> extraction". Journal of the Science and Food Agriculture, 95(4): 722-729, ISSN: 1097-0010. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6788>.
- Janacua-Vidales, H., Alarcón-Rojo, A., Olguin-Arredond, H., Quintero-Elisea, J. & Cardona-Hernández, M. 2018. "Aceites esenciales de orégano en la dieta de cerdos para mejorar las características de la canal". CULCyT, 65: 85-90, ISSN: 2007-0411.
- Jia-Jie, S., Peng, W., Guo-Ping, C., Jun-Yi, L., Qian-Yun, X., Geng-Yuan, C., Jia-Han, W., Bin, Z., Yue-Qin, X., Qing-Yan, J., Ting, C. & Yong-Liang, Z. 2020. "Effect of *Moringa oleifera* supplementation on productive performance, colostrum composition and serum biochemical indexes of sow". Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 104(1): 291-29. ISSN: 1439-0396. <https://doi.org/10.1111/jpn.13224.9>.
- Jiménez, O. 2015. Evaluación de los parámetros productivos en cerdos de raza Landrace a base de aceite de orégano como promotor de crecimiento, en el barrio el Rosal del cantón Mejía. Veterinarian Thesis. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, 106 p.
- Lan, R. & Kim, I. 2018. "Effects of feeding diets containing essential oils and betaine to heat-stressed growing-finishing pigs". Archives of Animal Nutrition, 72(5): 368-378, ISSN: 1477-2817. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2018.1492806>.
- Liptosa. 2020. Nuevas Aplicaciones de Fitobióticos y Nutraceúticos a la salud Intestinal. Available: <https://millingandgrain.co/entrada/nuevas-aplicaciones-de-fitobioticos-y-nutraceuticos-a-la-salud-intestinal-22066>.
- Liu, Y., Song, M., Che, T.M., Almeida, J.A.S., Lee, J.J., Bravo, D. & Pettigrew, J.E. 2013. "Dietary plant extracts alleviate diarrhea and alter immune responses of weaned pigs experimentally infected with a pathogenic *Escherichia coli*". Journal of Animal Science, 91(11): 5294-5306, ISSN: 1525-3163. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6194>.
- Madrid, T., López, A. & Parra, J. 2018. "Efecto del aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) sobre metabolitos sanguíneos en pollos de engorde". Revista de Medicina Veterinaria, 1(37): 25-33, ISSN: 2389-8526. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss37.3>.
- Martínez, K. & Herradora, M. 2019. Fitobióticos ¿Una Alternativa Real?. Available: <https://bmeditores.mx/porcicultura/fitobioticos-una-alternativa-real-2485/>.
- Martínez, R. Ortega, M., Herrera, J., Kawas, J., Zárate, J. & Robles, R. 2015. "Uso de aceites esenciales en animales de granja". Interciencia, 40(11): 744-750, ISSN: 0378-1844.
- Más Toro, D., Martínez, Y., Rodríguez, R., Pupo, G., Rosabal, O. & Olmo, C. 2017. "Preliminary analysis of secondary metabolites in mixed powders of leaves of medicinal plants". Revista Cubana de Plantas Medicinales, 22(1): 1-9, ISSN: 1028-4796.
- Más Toro, D., Martínez, Y., Rodríguez, R., Salazar, I., Aroche, R., López, B. & Marcella, D. 2016. "Efecto de la suplementación dietética con polvos de hojas de guayaba (*Psidium guajava*) y marañón (*Anacardium occidentale*) en el comportamiento productivo y la incidencia de diarrea en cerdos antes y después del destete". Revista Computarizada de Producción Porcina, 23(2): 106-113, ISSN: 1026-9053.
- Metwally, A.M., Omar, A.A., Harraz, F.M. & El Sohafy, S.M. 2010. "Phytochemical investigation and antimicrobial activity of *Psidium guajava* L. leaves". Pharmacognosy Magazine, 6: 212–218, ISSN: 0976-4062. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.66939>.
- Morais-Braga, M.F.B., Carneiro, J.N.P., Machado, A.J.T., Dos Santos, A.T.L., Sales, D.L., Lima, L.F., Figueredo, F.G. & Coutinho, H.D.M. 2016. "*Psidium guajava* L., from ethnobiology to scientific evaluation: Elucidating bioactivity against pathogenic microorganisms". Journal of Ethnopharmacology, 194: 1140-1152, ISSN: 0378-8741. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.11.017>.
- Morejón, S. 2016. Evaluación de un extracto alternativo comercial de plantas medicinales en la dieta de cerdos de línea comercial

- topins en la etapa de acabado. Engr Thesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 104 p.
- Mueller, K., Blum, N., Kluge, H., Bauerfeind, R., Froehlich, J., Mader, A., Wendler, K. & Mueller, A. 2012. "Effects of broccoli extract and various essential oils on the intestinal and fecal microflora and on xenobiotic enzymes and the system piglet antioxidant". Open Journal of Animal Sciences, 2(2): 78-98, ISSN: 2161-7627. <https://doi.org/10.4236/ojas.2012.22012>.
- Omonijo, F.A., Ni, L., Gong, J., Wang, Q., Lahaye, L. & Yang, C. 2018. "Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production". Animal Nutrition, 4(2): 126-136, ISSN: 2405-6545. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.001>.
- PlusVet Animal Health (PVAH). 2019. Expertos en fitobióticos y salud digestiva. Available: <http://plus.vet/home/our-products/reproplus>.
- Rakotoharinome, M., Pognon, D., Randriamparany, T., Ming, J.C., Idoumbin, J.P., Cardinale, E. & Porphyre, V. 2014. "Prevalence of antimicrobial residues in pork meat in Madagascar". Tropical Animal Health Production, 46(1): 49-55, ISSN: 0049-4747. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0445-9>.
- Reyes, M. 2015. Evaluación del Desempeño Sanitario al Aplicar *Zingiber officinale* (Jengibre), en la Alimentación de Cerdos York\*Landrace, en la etapa Post - Destete – Acabado. Engr Thesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 148 p.
- Rojas, V. 2016. Evaluación de *Schinopsis lorentzii* en cerdos utilizando dietas durante la fase de engorde. Engr Thesis. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 92 p.
- Roura, E. 2019. Los Fitobióticos como estimulantes digestivos en nutrición porcina. Available: <https://nutricionanimal.info/los-fitobioticos-actuan-como-estimulantes-digestivos/>
- Salazar, I., Rodríguez, R., Betancourt, C., Martínez, Y. & Guillaume, J. 2019. "Análisis de los metabolitos secundarios del polvo de hojas de *Origanum vulgare* y *Ficus pandurata*". Revista de Producción Animal, 31(1): 61-63, ISSN: 2224-7920.
- Saldívar, D. 2019. Fitobióticos en el Mantenimiento de la Salud Intestinal y Desempeño Productivo en Cerdos. Available: <https://bmeditores.mx/porcicultura/fitobioticos-en-el-mantenimiento-de-la-salud-intestinal-y-desempeno-productivo-en-cerdos-2309/>
- Sanda, K.A., Grema, H.A., Geidam, Y.A. & Bukar-Kolo, Y.M. 2011. "Pharmacological aspects of *P. guajava*: An update". International Journal of Pharmacology, 7(3): 316-324, ISSN: 1811-7775. <https://doi.org/10.3923/ijp.2011.316.324>.
- Santamaría, C., Martín-González, A. & Astorga, F. 2015. "Extractos vegetales aplicación para la reducción de stres". Revista nutriNews, No.2: 75-80. Available: <https://nutricionanimal.info/download/0315-ena-WEB.pdf>.
- Segarra, C. 2016. Uso de extracto de raíz de jengibre, (*Zingiber officinale* Roscoe) en la alimentación de Cerdos. Engr Thesis. Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo, Ecuador, 46 p.
- Shruthi, S.D., Roshan, A., Sharma, S. & Sunita, S. 2013. "A review on the medicinal plant *Psidium guajava* Linn. (Myrtaceae)". Journal of Drug Delivery & Therapeutics, 3 (2): 162-168, ISSN: 2250-1177.
- Suryanarayana, M.A. & Durga, S. 2018. "Role of Phytogetic Feed Additives in Swine Production-A Review". International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 3(3): 1071-1078, ISSN: 2456-1878. <https://doi.org/10.22161/ijeab/3.3.46>.
- Tan, C., Wei, H., Sun, H., Ao, J., Long, G., Jiang, S. & Peng, J. 2015. "Effects of Dietary Supplementation of Oregano Essential Oil to Sows on Oxidative Stress Status, Lactation Feed Intake of Sows, and Piglet Performance". BioMed Research International, 525218, ISSN: 2314-6141. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/525218>.
- Van, G. & Van, A. 2009. Aceites esenciales y ácidos orgánicos contra *E. coli* (1+1=3). Available: [https://www.3tres3.com/articulos/aceites-esenciales-y-acidos-organicos-contra-e-coli-1-1=3\\_2550/](https://www.3tres3.com/articulos/aceites-esenciales-y-acidos-organicos-contra-e-coli-1-1=3_2550/).
- Vásquez, E. 2015. Actividades Biológicas de Extractos de Plantas y de sus Combinaciones. PhD Thesis. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España, 224 p.
- Vázquez, E., García-Risco, M.R., Jaime, L., Reglero, G. & Fornari, T. 2013. "Simultaneous extraction of rosemary and spinach leaves and its effect on the antioxidant activity of products". Journal of Supercritical Fluids, 82: 138-145, ISSN: 0896-8446. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2013.07.004>.
- Yan, L., Meng, Q.W. & Kim, I. 2012. "Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and meat quality in growing-finishing pigs". Animal Science Journal, 83(5): 411-417, ISSN: 1740-0929. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00973.x>.
- Yan, L., Wang, J., Kim, J., Meng, Q., A.O, X., Hong, S. & Kim, H. 2010. "Influence of essential oil supplementation and diets with different nutrient densities on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, meat quality and fecal noxious gas content in grower-finisher pigs". Livestock Science, 128(1-3): 115-122, ISSN: 1871-1413. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.008>.
- Yin, Y.L., Zhong, H.Y., Huang, R.L., Chen, C.M., Li, T.J. & Pai, Y.F. 1993. "Nutritive value of feedstuffs and diets for pigs. I. Chemical composition, apparent ileal and fecal digestibility". Animal Feed Science and Technology, 44(1-2): 1-27, ISSN: 0377-8401. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90034-H](https://doi.org/10.1016/0377-8401(93)90034-H).
- Zaldumbide, M. 2015. Evaluación de dietas con dos niveles de aceite de orégano sobre el desempeño productivo en lechones destetados hasta la fase inicial. Veterinarian Thesis. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 79 p.
- Zamora, F. 2018. Extractos comerciales de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de lechones destetados. Engr Thesis. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, 50 p.