



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC
LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

TESIS

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE CERDOS EN CRECIMIENTO-
FINALIZACIÓN UTILIZANDO TRES DISTINTOS
PROMOTORES DE CRECIMIENTO.**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

YEIMI EVIREIDA OCHOA SÁNCHEZ

DIRECTOR

Dr. en CARN. GERMÁN GÓMEZ TENORIO

CO-DIRECTOR

Dr. en CARN. HÉCTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALVA

TEMASCALTEPEC, MÉXICO. NOVIEMBRE 2022.

ÍNDICE

ÍNDICE	ii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES DEL USO DE LOS ANTIBIÓTICOS EN PRODUCCIÓN ANIMAL	3
2.1.1. <i>Descubrimiento de los antibióticos como promotores de crecimiento animal.....</i>	<i>4</i>
2.1.2. <i>Proceso de retirada de los antibióticos aditivos en alimentación animal</i>	<i>5</i>
2.2. ADITIVOS Y SU CLASIFICACIÓN.....	10
2.3. PROMOTORES DE CRECIMIENTO ANIMAL.....	12
2.3.1. <i>Antibióticos o inhibidores</i>	<i>13</i>
2.3.1.1. <i>Antibióticos promotores del crecimiento animal (APC).....</i>	<i>14</i>
2.3.1.2. <i>Mecanismo de promoción de crecimiento de los antibióticos</i>	<i>16</i>
2.3.1.3. <i>Derivaciones del uso de antibióticos en producción animal.....</i>	<i>17</i>
2.3.1.3.1. <i>La resistencia bacteriana</i>	<i>17</i>
2.3.1.3.1.1. <i>La resistencia bacteriana a los antibióticos en animales ...</i>	<i>19</i>
2.4. <i>Alternativas al uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC)</i>	<i>20</i>
2.4.1. <i>Probióticos</i>	<i>21</i>
2.4.1.1. <i>Mecanismo de acción.....</i>	<i>22</i>
2.4.1.2. <i>Los probióticos en el comportamiento productivo</i>	<i>23</i>
2.4.1.3. <i>Características de los probióticos</i>	<i>24</i>
2.4.1.4. <i>Las levaduras como probióticos.....</i>	<i>25</i>
2.4.1.4.1. <i>Modo de acción de las levaduras en los monogástricos</i>	<i>25</i>
2.4.1.4.2. <i>Levadura de cerveza (Saccharomyces cerevisiae).....</i>	<i>26</i>
2.4.2. <i>Ácidos</i>	<i>27</i>

2.4.2.1. Mecanismos de acción.....	28
2.4.3. Enzimas.....	28
2.4.3.1. Efectos benéficos.....	29
2.4.4. Arcillas y otras sustancias adsorbentes.....	29
2.4.4.1. Las micotoxinas en los alimentos	29
2.4.4.2. Efectos de las micotoxinas en los animales	30
2.4.4.3. Adsorbentes de micotoxinas.....	31
2.4.4.3.1. Clasificación.....	31
2.4.4.3.1.1. Arcillas	32
2.4.4.3.1.1.1. Bentonitas o montmorillonitas	33
III. HIPÓTESIS	35
IV. OBJETIVOS	36
4.1. GENERAL	36
4.2. ESPECÍFICOS	36
V. JUSTIFICACIÓN	37
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	38
6.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	38
6.2. ANIMALES	39
6.3. INSTALACIONES	40
6.4. ALIMENTACIÓN.....	40
6.5. MANEJO	43
6.6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	45
6.6.1. <i>Diseño experimental</i>	45
6.6.2. <i>Variables medidas</i>	45
6.6.2.1. <i>Ganancia total de peso (GTP)</i>	45
6.6.2.2. <i>Ganancia diaria de peso</i>	46
6.6.2.3. <i>Conversión alimenticia</i>	46
6.6.3. <i>Análisis estadístico</i>	46
VII. RESULTADOS	47

7.1. CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO (CDA)	47
7.2. GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)	48
7.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA (CA)	49
7.4. GANANCIA TOTAL DE PESO (GTP)	50
VIII. DISCUSIÓN	51
IX. CONCLUSIONES	54
X. BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Evolución de la situación de los APC en Europa.....	7
Cuadro 2. Clasificación de los promotores de crecimiento animal.	12
Cuadro 3. Efectos de los APC en Nutrición animal.	15
Cuadro 4. Antimicrobianos usados específicamente como promotores de crecimiento (aves, cerdos, rumiantes).....	16
Cuadro 5. Modo de acción de los probióticos.....	22
Cuadro 6. Composición de las dietas utilizadas.	40
Cuadro 7. Inclusión (kg) de los tres diferentes promotores de crecimiento en cada etapa de la engorda de los cerdos.	41
Cuadro 8. Resultados obtenidos en la evaluación sobre el comportamiento productivo de tres variables en cerdos.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Granja porcina “Las Pulgas”.....	38
Figura 2. Localización geográfica de Telpintla, Estado de México.....	38
Figura 3. Cerdos de 73 días de vida.....	39
Figura 4. Vista interna y frontal de las unidades experimentales.	40
Figura 5. Elaboración de alimento con el respectivo promotor de crecimiento (tratamiento).....	41
Figura 6. Ubicación del alimento respecto a las unidades experimentales.	42
Figura 7. Limpieza de las unidades experimentales.....	44
Figura 8. Parásitos adultos <i>ascaris suun</i>	44

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Consumo de alimento por día de tres promotores de crecimiento en cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.	48
Gráfica 2. Resultados obtenidos en la ganancia diaria de peso de los cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.	49
Gráfica 3. Conversión alimenticia de cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.	49
Gráfica 4. Resultados de la ganancia total de peso de cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.	50

RESUMEN

El uso de antibióticos en animales de abasto lleva presente en la ganadería desde hace más de sesenta años. Sin embargo, el empleo de antibióticos como agentes promotores de crecimiento en las dietas de los animales para consumo humano está prohibido en Europa desde 2006 debido a la posible creación de resistencia bacteriana, de ahí que esta tendencia hacia la reducción y eliminación de los antibióticos se ha ido extendiendo gradualmente a nivel mundial. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento productivo de tres distintos promotores de crecimiento animal en cerdos; un antibiótico (Salinomicina), un probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) y un adsorbente de micotoxinas (Montmorillonita de calcio). Se utilizaron un total de 32 cerdos híbridos comerciales PIC (Camborough 29 X PB 408) de ambos sexos para el experimento, con peso promedio de entrada de 39.2 ± 4.8 kg y hasta su envío a rastro. Los cerdos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, destinándose dos animales por unidad experimental. Los tratamientos fueron: T1; con salinomicina, T2; con el probiótico *Saccharomyces cerevisiae*, T3; con montmorillonita de calcio y T4; sin promotor de crecimiento (control). Mientras que las variables a medir: consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Una vez analizados los datos no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con relación al consumo de alimento y conversión alimenticia. Sin embargo, sí hubo en la ganancia diaria de peso para el T2 (salinomicina) y T3 (Montmorillonita de calcio) ($P < 5\%$). Con lo anterior se concluye que sí existen otras alternativas como promotores de crecimiento diferentes a los antibióticos en la engorda de cerdos, que proporcionen un mejor comportamiento productivo.

Palabras clave: antibióticos, resistencia bacteriana, alimentación animal, promotores de crecimiento, alternativas.

I. INTRODUCCIÓN

Algunos autores consideran que el cerdo fue el primer animal domesticado, otros por lo contrario consideran que fue primero la vaca, luego la oveja y la cabra y posteriormente el cerdo, lo cierto es que esto ocurrió hace miles de años (unos 10 000) en la edad de piedra y casi con seguridad en algún lugar de Asia.

Los griegos y romanos lo ofrecían en sacrificio a sus dioses, entre los francos y los ibéricos estaba muy popularizada la cría del cerdo y se imponían severas multas y castigos (pueblos galos) a quién robaba un cerdo. Por lo contrario Moisés en sus tablas, prohíbe el consumo de carne de cerdo por considerar que transmitía la lepra, en cambio los pueblos germanos lo consideraban dios del amor. Muchas de esas prohibiciones llegan a observarse incluso en nuestros días y debido a ellas (Islamismo), poco ha prosperado la cría de cerdo en África.

El aprovechamiento y selección intensiva del cerdo se inicia en el siglo XVIII, con el sistema de pastoreo en bosques, particularmente de encino como aún se acostumbra hacerlo en algunos países. El auge industrial dio origen a los sistemas intensivos de confinamiento.

Los cerdos criollos de América latina tienen su origen en los cerdos ibéricos traídos por Cristóbal Colón, durante el segundo viaje. Los primeros cerdos llegaron a Haití en el año 1493. No cabe duda que otras importaciones se sucedieron en los años siguientes de la conquista española y luego se repartieron por todos los territorios que hoy constituyen el continente americano.

La presencia de cerdos criollos, originarios de las razas ibéricas, se extienden desde México hasta el extremo sur de la Argentina, desde el nivel del mar hasta más de 4500 metros de altitud (Flores y Agraz, 1981).

En 2019 la carne de cerdo fue la de mayor consumo en el mundo con 105,419 toneladas, seguida de la de pollo 97,021 y la de res 59,466. Aunque la tendencia indica que pasará a segundo lugar después del pollo.

En 2019 los principales países exportadores fueron la Unión Europea con 3,650 miles de toneladas, Estados Unidos con 2,856 y Canadá con 1,330, mientras que los principales importadores fueron China con 2,600 miles de toneladas, Japón con 1,510 y México con 1,200.

A nivel nacional el consumo de carne de cerdo ocupó en 2019 el segundo lugar con 2,503,652 toneladas debajo de la carne de pollo con 4,299,922 y por arriba de la carne de res con 1,948,991 toneladas (Comecarne, 2019).

En 2020 la producción nacional fue de 1,649 miles de toneladas, el consumo nacional aparente fue de 2,430 miles de toneladas, las exportaciones de 269 mil y las importaciones de 1,050 miles de toneladas, mientras que la disponibilidad *per cápita* fue de 19.3 kg. Las exportaciones se realizaron a Japón, China, EUA y Corea, mientras que las importaciones fueron provenientes de EUA y Canadá.

Los principales Estados productores fueron Jalisco, Sonora, Puebla, Veracruz, Yucatán y Guanajuato. El Estado de México ocupó el doceavo lugar con 21,496 toneladas (SIAP, 2020).

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes del uso de los antibióticos en producción animal

El empleo de antibióticos en medicina veterinaria comenzó de forma simultánea al uso de estos fármacos en medicina humana y su uso ya estaba bastante extendido poco después de la Segunda Guerra Mundial, suponiendo un gran avance en el tratamiento de enfermedades que, hasta ese momento, habían mermado la producción de las explotaciones ganaderas (Prescott, 2006).

Los antibióticos son utilizados de diversas formas en medicina veterinaria. Lo que surge como obvio es su utilización en forma terapéutica, para el tratamiento de determinadas enfermedades infecciosas, de la misma manera que en la medicina humana (Errecalde, 2004a). Es así como se controlan enfermedades que pueden constituir 80% de los problemas en las unidades de producción (Lawson, 1999a). Además de este uso, existen otras aplicaciones de dichas sustancias en la esfera pecuaria.

Metafilaxis, se describe como la aplicación de un tratamiento a una población entera cuando solamente un porcentaje de la misma está enfermo (Anadón, 2007a). El objetivo de esta práctica es controlar la transmisión de la enfermedad a animales en estrecho contacto y en peligro y que ya puedan estar infectados de forma subclínica (DOUE, 2019). Albrecht y Schütte (1999) indican que a la vez, este uso ejerce efectos terapéuticos sobre algunos animales y, sobre otros efectos profilácticos, para evitar en todo caso, un brote y el posible mantenimiento de portadores inaparentes.

Profilaxis, corresponde al uso de antibióticos en niveles moderados a altos para la prevención de enfermedades en animales expuestos (NRC, 1998a) a una presión de infección y/o a una situación de estrés; momento del destete, la vacunación, el transporte, etc. (Jurado, 2012). La finalidad de esta terapia es evitar la infección de los animales a un problema clínico de la explotación.

En los casos anteriores (uso terapéutico y prevención de enfermedades) el uso de los antibióticos está bajo dirección veterinaria y requiere prescripción veterinaria.

El área donde existe inquietud en particular, es el uso de los antibióticos en los animales como “promotores del crecimiento”, “aditivos alimentarios” o “mejoradores de la digestión veterinaria”.

2.1.1. Descubrimiento de los antibióticos como promotores de crecimiento animal

El estado de carencia alimentaria y ganadera en que se encontraba el Viejo Continente tras la segunda guerra mundial y la situación de despegue y de oportunidad de mercado que vislumbraron los países americanos propiciaron, de modo extremo, el uso de cualquier producto que implicase obtener más cantidad de alimentos en el menor tiempo posible, con el fin de alimentar a toda la población y hacer a Europa autosuficiente (Estévez, 2016a).

De esta manera, en pocos años se instó al uso de sustancias promotoras en los piensos para animales (Borregón, 1992a) como las mejores alternativas dada su eficacia, se fomentó la investigación en este campo y se autorizaron todo tipo de moléculas para el suministro al ganado. Como fue el caso de los antibióticos, descubiertos en 1946 por investigadores estadounidenses (Lawson, 1999b; Anadón, 2007b), que al ser incorporados en pequeñas cantidades en la dieta (sin variar considerablemente su composición) por períodos prolongados de tiempo (NRC, 1998b) lograban acelerar el crecimiento del animal (generalmente asociados a ciertas etapas de la vida de este) (Euskadi, 1996a).

Los grupos de antibióticos que, normalmente se utilizaban para este fin eran penicilinas y tetraciclinas (que a mayores dosis tenían actividades terapéuticas) (Errecalde, 2004b). Muy pronto surgieron críticas a esta práctica, debido a la utilización de estas sustancias en medicina humana (Ranilla y Carro, 2000a).

En aquel entonces no se tuvo en cuenta el efecto que el consumo de estos «factores nutritivos» (como se les consideraba en un principio) pudiera tener sobre la resistencia bacteriana.

2.1.2. Proceso de retirada de los antibióticos aditivos en alimentación animal

En 1969, el tema se abordó por primera vez en Reino Unido, por un Comité científico presidido por el Prof. Swann (Gutiérrez *et al.*, 2013a) quién, si bien reconocía la escasez en aquel momento de datos científicos, elaboró un informe donde se alertaba del posible riesgo de selección de bacterias resistentes en animales que pudieran posteriormente pasar al ser humano (Torres y Zarazaga, 2002a) y recomendaba abandonar el uso en piensos de los antimicrobianos susceptibles de uso terapéutico, o con análogos empleados en medicina humana (Swann *et al.*, 1969).

Acción que constituyó el punto de partida en la recomendación de la restricción de los antibióticos como aditivos en alimentación animal (Tortuero, 2000), y que fue la antesala para que la FDA de los Estados Unidos en 1970 integrará un comité de científicos especialistas en enfermedades infecciosas y ciencias animales, para realizar una minuciosa revisión sobre el empleo de antibióticos y sulfonamidas en alimentos para animales, concluyendo que “el empleo de antibióticos y sulfonamidas, especialmente en cantidades estimulantes del crecimiento y subterapéuticas, favorecían la selección y el desarrollo de bacterias con resistencia a uno o múltiples antibióticos o que eran portadoras del factor R” (Lehman, 1972).

Ese mismo año, Europa (a pesar del mensaje de alerta) llevó a la práctica dichas recomendaciones, aunque no en su totalidad (caso de la bacitracina, tilosina, y espiramicina) (Cepero, 2015a). Decidió eliminar como promotores aquellos antibióticos que también fueran utilizados en la medicina humana o animal. De este modo, prohibía el empleo de tetraciclinas o β -lactámicos como promotores del crecimiento (Torres y Zarazaga, 2002b), pero, a la vez autorizaba el empleo de los antibióticos bacitracina-cinc, virginamicina, fosfato de tilosina, espiramicina, monensina sódica, salinomicina

sódica, avilamicina, flavofosfolipol y avoparcina (DOCE, 1970) en pequeñas cantidades a los piensos, por su efecto nutricional fisiológico de mejorar la producción animal.

La sociedad Europea vivió un ambiente sumamente caldeado por el miedo a la falta de seguridad alimentaria; las sucesivas crisis alimentarias y las intoxicaciones de los años ochenta, contribuyeron a acrecentar la desconfianza de los consumidores en la cadena de abastecimiento alimenticio, agravado todo ello por el problema de las resistencias bacterianas (Estévez, 2016b) asociadas largamente a la presencia de residuos de antibióticos en alimentos humanos (Cancho *et al.*, 2000a; Brizuela *et al.*, 2009a; Gutiérrez *et al.*, 2013b).

Aunque, el riesgo más grande para la salud de los consumidores que implica la utilización de antibióticos en animales no está dado por los residuos, sino por el desarrollo de dichas resistencias en bacterias de los mismos animales (Errecalde, 2004c).

Estos hechos propiciaron la actividad de la Comisión del *Codex alimentarius*. Que, se empezó a plantear la necesidad de establecer unas recomendaciones adicionales sobre alimentación animal y defendió la importancia de marcar la trazabilidad de los productos de origen animal destinados a consumo humano (Valle *et al.*, s. f.).

La polémica centrada en la posible selección de bacterias resistentes a los antibióticos y en la transmisión a otras de los genes que determinan dichas resistencias, aumentó tras la publicación de diversos trabajos científicos que presentaban datos en apoyo de esta hipótesis (Gutiérrez *et al.*, 2013c).

Durante los años 1997 y 1998 tuvieron lugar numerosas reuniones científicas auspiciadas por la OMS y la UE (Torres y Zarazaga, 2002c).

El comité multidisciplinario de la OMS (1997) dedujo que era esencial sustituir el uso de los APC, teniendo en cuenta que su administración en dosis bajas durante largo tiempo creaba las condiciones ideales para la inducción de resistencias, constituyendo, el

principal argumento de los defensores de la prohibición de los APC (consumidores de proteína animal y legisladores Europeos) quiénes, a la par con las cadenas de distribución ya habían comenzado a disminuir su uso, en particular, las que proveen a clientes exigentes como ciertas cadenas de supermercados y de restauración (Cepero, 2015b).

En 1998 esta organización y otros organismos internacionales, comunitarios y nacionales especializados (Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), la conferencia de Copenhague, el Comité de los consumidores, el Comité Económico y Social, entre otros) recomendaron que se pusiera fin a esta práctica de inmediato o progresivamente (Sumano y Ocampo, 2006a).

En suma, todos los sucesos descritos anteriormente dieron origen a un proceso de retirada gradual de los APC autorizados en la directiva 70/524 **(Cuadro 1)**.

En general, fueron los países del norte de Europa los que han promovido estas prohibiciones sobre el uso de antibióticos como aditivos, motivados, en primer lugar por el convencimiento de la peligrosidad de estas sustancias por su capacidad de crear resistencias cruzadas con productos utilizados en medicina humana, comenzando por la avoparcina.

Cuadro 1. Evolución de la situación de los APC en Europa (adaptado de Edqvist y Pedersen, 2000).

Año	Acontecimiento
1945-1960s	Primeras advertencias del riesgo de desarrollo de resistencias bacterianas, y demostración de su transmisión vertical y horizontal.
1960s	Comienza el uso de antibióticos en piensos (penicilinas, estreptomina, tetraciclinas...).
1969	El Comité Swann recomienda imponer restricciones al uso de antibióticos en pienso, para permitir sólo aquellos no usados como terapéuticos en medicina humana y veterinaria.

1970s	La mayoría de las recomendaciones Swann se llevan a la práctica en Reino Unido y en la CEE.
1975	Relajación de las recomendaciones Swann: se permite el uso como APC de espiramicina y tilosina, a pesar de tener análogos en medicina humana.
1984	Los granjeros suecos solicitan a su gobierno la prohibición de los APC a causa de las preocupaciones de los consumidores.
1986	Prohibición de los APC en Suecia, fundamentada en el desarrollo de resistencias y en sus efectos “inseguros” a largo plazo.
1993	Primeros estudios que indican una relación entre uso de avoparcina y el aumento y transmisión de enterococos resistentes a vancomicina, antibiótico del mismo grupo (glucopéptidos).
1995	Suecia y Finlandia entran en la UE, con permiso para mantener su prohibición de los APC. Prohibición de la avoparcina en Dinamarca.
1996	Prohibición de la virginiamicina en Dinamarca y de la avoparcina en Alemania (DOCE, 1997a).
1997	La UE prohíbe la avoparcina, como “medida de precaución” (DOCE, 1997b). La OMS concluye que “es esencial sustituir el uso de APC”.
1998	La UE prohíbe la ardamicina como APC por riesgos de resistencias cruzadas. Dinamarca prohíbe todos los APC.
1999	El Comité Científico Permanente de la CE recomienda el abandono de los APC que puedan ser usados en medicina humana y veterinaria, o que promuevan resistencias cruzadas (virginiamicina, bacitracina Zn, fosfato de tilosina, espiramicina) (DOCE, 1998). Se prohíbe el uso de inhibidores (olaquinox, carbadox) por motivos de salud laboral.
2000	La industria farmacéutica se opone judicialmente a la decisión de la CE, sin resultado.

2001-2004	Retirada de 6 sustancias anticoccidiósicas (amprolio, ídem + etopabato, metilclorpidol, ídem + metilbenzocato, arprinocida, nicarbacina). Retirada de antihistomoniásicos (dimetridazol, ipronidazol, ronidazol, nifursol).
2006	Retirada de los cuatro antibióticos restantes (avilamicina, flavofosfolipol, monensina y salinomicina sódica) (DOCE, 2002). Los dos últimos podrán seguir siendo empleados en pollos como coccidiostatos.

Fuente: Cepero, 2015c.

Las repercusiones del uso de estas sustancias sobre la salud de los consumidores (Rodríguez, 1980) se transformó en un efecto social y científico que dio lugar a dos vertientes, una defensora a ultranza del uso de estas sustancias con fines zootécnicos, y otra totalmente contraria a la administración en ganadería de productos estimulantes, rama que incluso llegó a exagerar el asunto.

La prohibición de los antibióticos promotores de crecimiento basada en el principio de precaución, generó la respuesta inmediata de la industria de alimentos balanceados como de la industria farmacéutica veterinaria, por carecer de fundamentos científicos para su prohibición (Phillips *et al.*, 2004a), ya que los países de la UE no se vieron implicados en grandes investigaciones relacionadas con este campo (a pesar del interés que parecía tener la industria y la preocupación social que suscitaba), además de ser muy costosa, hasta potencialmente contraproducente (Estévez, 2016c).

Desde algunos sectores se apuntan otras causas de las prohibiciones de los antibióticos y demás promotores tradicionales (anabolizantes, hormonas, tireostáticos) tales como: acuerdos internacionales, pretensiones de países extracomunitarios y excedentes alimentarios del continente Europeo (Anadón y Martínez, 1999; Castro y Rodríguez, 2005a; Estévez, 2016d).

El punto de mayor importancia, y que tal vez se podría considerar el más influyente en esta polémica lo constituyen los intereses económicos de las diferentes potencias

implicadas en el comercio de los alimentos y, de las carnes, principalmente de la comunidad Europea (Borregón, 1992b), cuyos países nórdicos tendían a expandirse hacia el resto del continente y el mundo (Ranilla y Carro, 2000b) a través de la puesta en el mercado de productos seguros, libres de cualquier sustancia que pudiese implicar algún peligro (JECFA, 2002) y, de modo paralelo, valerse de esta característica como signo de calidad diferenciada frente a otros alimentos extracomunitarios producidos mediante sistemas agroganaderos distintos a los propuestos según el Modelo Europeo de Producción (MEP).

Organismos científicos europeos como ACMSF y EMEA consideran que la sobreutilización en medicina humana es el principal factor de desarrollo de resistencias bacterianas a los antibióticos (Cepero, 2015d).

Hasta hoy no se ha establecido claramente una relación directa entre el uso veterinario de APC y aumento de resistencias bacterianas a los antibióticos en humanos (Bywater, 2005). Indudablemente contribuyen a ellas, pero es improbable que sean la principal causa de las mismas (NRC, 1999a), pues comprenden distintos mecanismos (Schwarz *et al.*, 2002), y son consecuencia inevitable de su uso terapéutico o subterapéutico. De ahí que se pretenda preservar la eficacia de los existentes, otorgando total prioridad a la salud humana, y por ello se propuso la eliminación de los APC y la reducción del uso de los terapéuticos veterinarios (NRC, 1999b).

2.2. Aditivos y su clasificación

Desde hace aproximadamente un siglo, distintos grupos científicos y empresas farmacéuticas han realizado múltiples estudios y esfuerzos por obtener un método que satisfaga los intereses en producción animal y que consiguiese estimular el crecimiento de una manera rentable y eficaz.

El uso de los aditivos y promotores de crecimiento animal constituye una herramienta para producir alimentos de esta manera (INTAGRI, 2019).

Muchas de las sustancias que se agregan a las dietas de cerdos no son hablando estrictamente nutrientes. Se agregan por una gran variedad de razones. En un extremo de la escala, pueden precisamente alterar la eficiencia y velocidad de crecimiento del animal, y en el otro extremo tienen propósitos muy simples como darle color o sabor en la dieta.

La FAO (2014) define aditivo para piensos a todo ingrediente añadido deliberadamente que normalmente no se consume de suyo como pienso, tenga o no valor nutritivo, y que influye en las características del pienso o de los productos animales.

Sin embargo, la comunidad científica reconoce que la definición más aceptada del término aditivos para la alimentación animal es la emitida en el Reglamento (CE) No. 1831/2003 del Parlamento Europeo y el Consejo (García y García, 2015a) dónde se refiere que son sustancias, microorganismos y preparados distintos de las materias primas para piensos y de las premezclas, que se añaden intencionadamente a los piensos o al agua, a fin de realizar, en particular, una o varias funciones (DOUE, 2003) y que no necesariamente aportan nutrientes (Sumano y Ocampo, 2006b).

El objetivo de usar estas sustancias en la alimentación animal es influir favorablemente en: las características de los piensos o de los productos de origen animal, las consecuencias ambientales de la producción animal, los rendimientos productivos, el bienestar, la salud, mediante su influencia en el perfil de la flora microbiana intestinal o de la digestibilidad de los alimentos, o por su efecto coccidiostático o histomonostático (Ravindran, 2010).

De acuerdo al Reglamento citado anteriormente, los aditivos se pueden clasificar como:

- tecnológicos (por ejemplo, agentes conservantes, antioxidantes, emulgentes, estabilizadores, reguladores de la acidez, aditivos para forraje ensilado: hierba u otro forraje verde compactado y almacenado en condiciones herméticas, generalmente en un silo);

- organolépticos (por ejemplo, aromatizantes y colorantes);
- nutricionales (por ejemplo, vitaminas, minerales, aminoácidos, oligoelementos);
- zootécnicos (por ejemplo, facilitadores de la digestibilidad, estabilizadores de la flora intestinal);
- coccidiostáticos e histomonóstatos.

Estas categorías, a su vez se dividen en grupos funcionales de acuerdo con las aplicaciones principales de cada aditivo.

Muchos aditivos han aparecido y desaparecido como consecuencia de factores como el costo, los residuos tisulares, la toxicidad o, lo que es más común, la respuesta con poco beneficio para el animal (Church y Pond, 2004).

2.3. Promotores de crecimiento animal

Es común escuchar en forma diferenciada los términos “aditivos” y “promotores de crecimiento”, la verdad es que los promotores de crecimiento son considerados aditivos para la alimentación animal (Lavet, 2015) mismos, que se definen como cualquier sustancia natural o sintética con actividad farmacológica (Cancho *et al.*, 2000b) que al ser incorporada en pequeñas cantidades en la dieta (sin variar considerablemente su composición) logran acelerar el crecimiento del animal, lo que se refleja en un aumento de su peso y talla, con lo cual éste requiere menos tiempo y comida para alcanzar el peso necesario para el sacrificio (Sumano y Ocampo, 2006c). Por esta causa suelen recibir también el nombre de estimulantes del crecimiento (Mora, 2007).

Cuadro 2. Clasificación de los promotores de crecimiento animal.

A) Modificadores metabólicos o productos farmacológicos “promotores tradicionales”	o	a) Agentes β -agonistas b) Hormonas a. Hormona del crecimiento y péptidos afines b. Hormonas sexuales c. Otras sustancias de naturaleza hormonal c) Agentes tireostáticos o antitiroideos.
--	---	---

	d) Antibióticos
	e) Otros agentes o sustancias activas de naturaleza farmacológica
	f) Cócteles farmacológicos (diferentes mezclas de sustancias farmacológicas)
B) Modificadores inmunológicos	g) Inmunización contra las membranas de las células grasas
	h) Inmunización contra factores hipotalámicos liberadores de gonadotropinas
	i) Materias primas ricas en inmunoglobulinas
C) Modificadores digestivos o sustancias de origen natural	j) Ácidos
	k) Prebióticos
	l) Probióticos
	m) Enzimas
	n) Extractos fitogénicos
	o) Nutracéuticos (macrominerales, vitaminas, oligosacáridos, aminoácidos, etc.)
	p) Otras sustancias naturales
D) Otros	q) Hepatoprotectores
	r) Sustancias tampón
	s) Emulsionantes
	t) Donantes del grupo metil
	u) Anticatalasas

Fuente: Estévez, 2016e.

Para centrar el tema conviene hacer referencia a los antibióticos, estimulantes del crecimiento del grupo de los “promotores tradicionales”.

2.3.1. Antibióticos o inhibidores

Antibiótico: “*antagonista de la vida*” (Waksman, 1947) o destructor de la vida (Maynard *et al.*, 1984).

Los antibióticos son compuestos químicos complejos, sintetizados por diversos organismos vivos y que poseen claros efectos antimicrobianos, amplios o selectivos (Zakeri y Lu, 2013). Su estructura molecular y características químicas, les permiten inhibir, a bajas concentraciones, el metabolismo de ciertos microorganismos, produciendo su muerte o impidiendo su crecimiento, desarrollo y multiplicación (Euskadi, 1996b).

Origen

Natural o biológico. Se obtiene de cultivos de microorganismos que pueden ser hongos o bacterias.

Semisintético. A partir de un núcleo básico de un agente obtenido de forma natural, se modifican algunas de sus características químicas, para mejorar sus propiedades, por ejemplo, aumentar su actividad, ampliar su espectro de acción, facilitar su administración o disminuir los efectos indeseables (Paredes y Roca, 2004).

Varios antibióticos se producen por fermentación y el producto que se usa para agregarse al alimento, no es de una pureza química, sino un producto desecado conteniendo micelios de los hongos usados en la fermentación (English *et al.*, 1992a).

2.3.1.1. Antibióticos promotores del crecimiento animal (APC)

En 1951 la FDA (United States Food and Drug Administration) aprobó el uso de antibióticos en alimentos para animales sin necesidad de prescripción veterinaria (Jones y Ricke, 2003), desde entonces se han utilizado como promotores del crecimiento animal (APC), aunque también se denominan "modificadores digestivos" (Brizuela *et al.*, 2009b).

Los grupos de antibióticos que normalmente se utilizaban para este fin eran penicilinas y tetraciclinas (que a mayores dosis tenían actividades terapéuticas) (Errecalde, 2004d).

Los APC comúnmente se adicionan en la ración a bajas concentraciones, en un rango entre 2.5 y 125 mg/kg de alimento dependiendo del agente y de las especies tratadas.

La eficacia de estas sustancias es incrementar la velocidad de crecimiento y el índice de conversión alimenticia; en pollos de engorde o broilers de 3-5%, en terneros de 4-5%, más de un 10% en vacuno de carne (Armstrong, 1984) y casi 5% en cerdos de crecimiento (desde el destete hasta los 60 kg) (English *et al.*, 1992b).

Cuadro 3. Efectos de los APC en nutrición animal.

Efectos	Fisiológicos	Nutricionales	Metabólicos
Aumentan	Absorción de nutrientes Consumo de pienso.	de Retención de energía y nitrógeno. Absorción de glucosa, ácidos grasos, calcio, vitaminas, microelementos. Nutrientes en plasma.	Síntesis hepática de proteínas. Fosfata alcalina en intestino.
Disminuyen	Tiempo tránsito intestinal. Peso, longitud y diámetro de la pared intestinal. Multiplicación células mucosa. Humedad en heces.	Pérdida de energía en intestino. Síntesis de vitaminas.	Producción de amoníaco y aminos tóxicos. Fenoles aromáticos Prod. degradación biliar. Oxidación ácidos grasos. Excreción grasa en heces. Ureasas microbiana intestinal.

Fuente: Anderson *et al.*, 1999.

En 1992, Best calculaba que su uso en ganado porcino en la entonces UE equivalía a un ahorro de 2.3 millones de toneladas de pienso, 300.000 toneladas de proteína y 6.900

millones de litros de agua, disminuyendo la producción de heces en 7 millones de m³ y su contenido en nitrógeno en 130.000 toneladas (Cepero, 2015e).

Cuadro 4. Antimicrobianos usados específicamente como promotores de crecimiento (aves, cerdos, rumiantes).

Péptidos	Avoparcina, Bacitracina, Virginiamicina, Colimicina o Polimixina E.
Aminoglucósidos	Bambermicina (flavofosfolipol).
Macrólidos	Espiramicina, Tilosina.
Poliésteres-ionóforos	Lasalicyda, Monensina, Salinomycin.
Nitrofuranos	Nitrovina, Nitrofurazona, Furazolidona.
Quinoxalínicos	Carbadox, Olaquinox.
Otros	Nosiheptida o Multiomicina, Avilamicina.

Fuente: Sumano y Ocampo, 2006d.

La SENASICA emitió un listado donde las sustancias nitrovina, nitrofurazona, furazolidona, carbadox y olaquinox quedan prohibidas para uso o consumo en animales destinados al abasto (SAGARPA, 2018), con la finalidad de proteger la salud humana, el bienestar de los animales y la inocuidad de los cárnicos que llegan a la mesa de los mexicanos.

2.3.1.2. Mecanismo de promoción de crecimiento de los antibióticos

Los antibacterianos promotores de crecimiento pertenecen a diversos grupos de antibióticos no relacionados estructuralmente, y ejercen su actividad antibacteriana por diversos mecanismos (Anadón, 2007c) es decir, cada antibiótico tiene su propio modo de acción. Es por eso que la forma de predecir si una sustancia antimicrobiana puede ser eficaz como promotor del crecimiento sólo puede ser establecida por ensayos zootécnicos.

En principio, el mecanismo de promoción del crecimiento no se comprendía con claridad, sin embargo, teniendo en cuenta que los antibióticos tienen que ser administrados oralmente para ser eficaces (Anadón, 2007d) y que los animales libres de gérmenes no

responden a la acción de estas sustancias (English *et al.*, 1992c; Lawson, 1999c; Roura, 2001a); el efecto promotor del crecimiento es consecuente a su acción antimicrobiana tras suministrarse a dosis subterapéuticas, hecho que contribuye a la prevención de procesos patológicos y favorece el establecimiento de un microclima entérico apropiado para el desarrollo y colonización por ciertos microorganismos beneficiosos; lo cual se va a reflejar en una mejora de la capacidad digestiva de los alimentos, una mayor absorción entérica de nutrientes y, por tanto, una mayor disponibilidad de éstos para las distintas funciones orgánicas, y un acortamiento en el ciclo de producción (Phillips *et al.*, 2004b y Reti *et al.*, 2013).

2.3.1.3. Derivaciones del uso de antibióticos en producción animal

Con el correr del tiempo el empleo de antibióticos como promotores de crecimiento animal comenzó a ser cuestionada desde el punto de vista de la salud pública por sus posibles implicancias en la generación de resistencia a los antimicrobianos usados en terapéutica (Ardoino *et al.*, 2017a).

En el año 2002, el control de esta práctica alcanzó su punto álgido, la Unión Europea instauró la total prohibición del uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal a partir del 1 de Enero de 2006 (DOCE, 2002).

2.3.1.3.1. La resistencia bacteriana

Los microbios (bacterias, virus, hongos o parásitos) son microorganismos vivos que se adaptan a su medioambiente y evolucionan para asegurar su supervivencia (USDA, 2011).

La resistencia a los antimicrobianos (RAM) es un fenómeno biológico natural que puede ser amplificado o acelerado por una gran variedad de factores (FAO, 2005a). Se define *resistencia* como la capacidad de un microorganismo para no verse afectado por los efectos de un antibiótico o antimicrobiano.

Desde la perspectiva clínica se considera que se ha presentado resistencia bacteriana cuando el tratamiento antibiótico falla en su objetivo de curar al animal enfermo, mientras que desde el punto de vista microbiológico se habla de resistencia al antibiótico cuando, tras un tratamiento, el microorganismo persiste. Siempre es un fenómeno que debemos esperar ya que las bacterias buscarán el sistema para defenderse de los efectos de los antibióticos (Gimeno y Ortega, 2005a).

En un sentido general, la RAM puede surgir de manera intrínseca o ser adquirida.

La resistencia antimicrobiana intrínseca resulta cuando las bacterias poseen naturalmente características estructurales o funcionales que resisten la actividad de un agente antibiótico específico. Esto puede suceder si el microorganismo carece de estructuras o centros de unión específicos o produce una enzima que inactiva el medicamento (Patiño, 2003).

La resistencia adquirida, se refiere a cambios que ocurren en el genoma del microorganismo, mutaciones puntuales, pérdidas o inserciones de material genético. Los ciclos de replicación bacteriana son una oportunidad para la mutación y favorecen la aparición de factores genéticos que contribuyen a la RAM. Los genes que confieren resistencia, pueden estar contenidos en elementos genéticos móviles como plásmidos, transposones, integrones, secuencias de inserción o islas de patogenicidad, definidos comúnmente como mobiloma. La transferencia horizontal de estos genes (THG) ocurre a través de cualquiera de los siguientes mecanismos: transformación, conjugación y transducción, específicos de la célula bacteriana (Espinosa *et al.*, 2019).

Los microorganismos que se adaptan y sobreviven llevan genes de resistencia que pueden pasar a otros cuando se multiplican de manera rápida u a otras especies de microorganismos (FAO, 2005b). La progenie de los sobrevivientes se convertirá rápidamente en el tipo dominante a través de la población microbiana.

El uso inadecuado de medicamentos, incluyendo la mala selección de antibióticos, la dosis, la duración del tratamiento, la vía de administración y el cumplimiento en animales y seres humanos, crean condiciones favorables para el surgimiento y la propagación de microorganismos resistentes (Gimeno y Ortega, 2005b).

2.3.1.3.1.1. La resistencia bacteriana a los antibióticos en animales

La resistencia pronto se relacionó con la utilización inadecuada de los antibióticos en terapéutica humana y su uso de manera indiscriminada en ganadería buscando efectos promotores, porque eran antimicrobianos que a su vez pertenecían a clases con grandes similitudes estructurales o con un modo de acción o metabolismo parecido (Fowler, 1982).

Todo esto desencadenó la reacción de los defensores de la prohibición de los APC, quienes argumentaban principalmente que “la administración de dosis bajas de antibióticos en la alimentación animal durante largo tiempo generaba las condiciones ideales para la inducción de resistencias” (Lehman, 1972; OMS, 1997; FAO, 2005).

Indiscutiblemente, el empleo de antibióticos como promotores de crecimiento animal contribuye a ellas, sin embargo, no existe certeza absoluta de que el uso de los antimicrobianos como promotores conlleve al surgimiento y aumento de estas resistencias bacterianas a los antibióticos en humanos (Bywater, 2005).

Organismos científicos europeos como ACMSF y EMEA consideran que la sobreutilización en medicina humana es el principal factor de desarrollo (Cepero, 2015d), en especial, es inapropiado para tratar infecciones víricas como el resfriado común e infecciones de los oídos y la garganta (Lawson, 1999d).

De acuerdo a Ardonio *et al.* (2017b) la resistencia a los antimicrobianos que afecta a la salud de consumidores humanos no está asociada mayormente a los residuos que pudieran quedar en carne o huevos, sino como se detalló anteriormente, al desarrollo de resistencias bacterianas en los mismos animales, las cuales pueden dar lugar a fallos

terapéuticos en tratamientos veterinarios, aunque también existe el riesgo de transferencia de esas bacterias resistentes de los animales al hombre, o de genes portadores de la resistencia de bacterias animales a bacterias humanas.

De ahí la importancia de preservar la eficacia de los antibióticos existentes, otorgando total prioridad a la salud humana, y al mismo tiempo puntualizar que la proteína animal que adquieren los países receptores debe ser cada vez de mayor calidad, por lo cual se debe tomar muy en cuenta como un gran factor económico la prohibición del empleo de antibióticos en producción animal (FAO, 2005c).

2.4. Alternativas al uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC)

Dada la prohibición de los antibióticos como agentes promotores de crecimiento en Europa desde el 2006, la tendencia mundial hacia la reducción y eliminación de estas sustancias se ha extendido gradualmente a otras regiones, por lo que se ha vuelto crítico encontrar alternativas a los antibióticos para apoyar la tasa de crecimiento y mantener la salud de los lechones durante el período de destete.

De manera general pueden considerarse dos alternativas al uso de APC: la implantación de nuevas estrategias de manejo y la utilización de otras sustancias que tengan efectos similares sobre los niveles productivos de los animales.

Las estrategias de manejo deben ir encaminadas a reducir la incidencia de enfermedades en estos, de forma que se eviten reducciones en la productividad ocasionada por las enfermedades, y limitar el uso de antibióticos con fines terapéuticos.

De acuerdo al Committee on Drug Use in Food Animals (1999), estas estrategias pueden agruparse en:

a) Prevenir o reducir el estrés a través de estrictos controles de la higiene de los animales, de la calidad de los alimentos que reciben y de las condiciones medioambientales en las que se crían.

- b) Optimizar la nutrición de los animales, para mejorar su estado inmunológico y evitar cambios bruscos en las condiciones alimenticias.
- c) Erradicar algunas enfermedades.
- d) Seleccionar genéticamente animales resistentes a enfermedades.

En cuanto a las sustancias alternativas se destacan como principales opciones los probióticos, prebióticos, acidificantes, enzimas, arcillas y otras sustancias adsorbentes (Doyle, 2001; Turner *et al.*, 2002).

2.4.1. Probióticos

Según la FAO (2002) un probiótico es un “microorganismo vivo que cuando se administra en la cantidad adecuada, le genera un efecto benéfico al huésped” al optimizar las propiedades de la microflora endógena (Havenaar y Huis, 1992) por implantación o colonización en un compartimento de esta (Castro y Rodríguez, 2005b), situación que se traduce en mejoras productivas (Costa, 2000).

En las producciones pecuarias son útiles por estas razones, además de estar acorde con las normas legales y las exigencias para alimentos funcionales bioseguros del consumidor (Zaninia *et al.*, 2007; Ross *et al.*, 2010) pero, resultan más caros que otros productos utilizados con los mismos fines.

Los microorganismos mayoritariamente ensayados están constituidos por cepas de diversas especies de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Pediococcus* y algunas levaduras (*Lactobacillus acidophilus*, *Enterococci faecium*, *Bacillus* species, *Bifidobacterium bifidum*, *Saccharomyces cerevisiae*) (Segura *et al.*, 2013a).

Saccharomyces spp son sin duda la especie de levadura más utilizada como probiótico en alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes (Caja *et al.*, 2003a; Cepero, 2015f).

En términos generales, el objetivo de administrar probióticos es establecer una microbiota intestinal favorable antes de que los microorganismos productores de enfermedades puedan colonizar los intestinos, aunque, en el caso de las bacterias productoras de ácido láctico, éste también inhibe la proliferación de muchas bacterias potencialmente patógenas o no deseables en el intestino (Caja *et al.*, 2003b).

2.4.1.1. Mecanismo de acción

Los mecanismos por los cuales los probióticos fomentan el balance microbiano en el tubo digestivo son principalmente la exclusión competitiva, antagonismo bacteriano e inmunomodulación (Bajagai *et al.*, 2016; Markowiak y Śliżewska, 2018), pero se han sugerido muchas otras acciones beneficiosas descritas a continuación (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Modo de acción de los probióticos.

Efectos	Mecanismos
Acción hipocolesterolémica	Generación o producción de ácidos grasos de cadena corta que inhiben la enzima HMG-CoA-reductasa. Inhibición de la absorción de micelas de colesterol. Aumento de sales biliares desconjugadas.
Supresión de microorganismos patógenos	Producción de sustancias antimicrobianas: ácidos orgánicos, H ₂ O ₂ , bacteriocinas. Competencia por nutrientes. Competencia por los sitios de adhesión.
Alteración del metabolismo microbiano y del hospedero	Estimulación o producción de enzimas que intervienen en la digestión. Reducen la producción de sustancias tóxicas. Sintetizan vitaminas y otros nutrientes deficientes en la dieta.
Estimulación de la respuesta inmune del hospedero	Activación de macrófagos. Estimulación de células inmunes o competentes. Generan altos niveles de inmunoglobulina.

Fuente: García *et al.*, 2005a.

El potencial para uso probiótico de diferentes cepas es muy variable incluso dentro de la misma especie. Las cepas son únicas en muchos aspectos metabólicos y sobre todo en capacidad de adherencia y efectos inmunológicos. Por ese motivo, es preciso proporcionar agentes probióticos durante un tiempo prolongado para mantener su efectividad.

La investigación sobre microorganismos de interés probiótico en la actualidad se centra en la identificación y caracterización de microorganismos saprófitos habituales en las diferentes partes del intestino del cerdo, así como los factores de variaciones y el beneficio potencial de su aplicación exógena y ajustada, superándose la idea de producir probióticos genéricos válidos para todas las especies y situaciones productivas. Esto puede incluir en el futuro el aislamiento *in situ* de microorganismos específicos (Segura *et al.*, 2013b).

2.4.1.2. Los probióticos en el comportamiento productivo

Numerosos estudios han señalado que los probióticos producen mejoras en el crecimiento y/o índice de conversión de cerdos y aves similares a los obtenidos con APC (Hillman, 2001). Sin embargo, la actividad de los probióticos es menos consistente que la de los APC, de tal forma que el mismo producto puede producir resultados variables, y existen muchos estudios en los que no se ha observado ningún efecto, por estar relacionada la magnitud de éste con las condiciones ambientales (García *et al.*, 2005b), la categoría o especie animal, edad y estado fisiológico de los animales (García y García, 2015b) la gran diversidad de cepas y especies utilizadas a diferentes dosis y formas de administración (Giraldo *et al.*, 2015), además del insuficiente conocimiento actual de la microbiota normal (ecología microbiana, interacciones con el huésped, etc.) situación que limita hoy por hoy el uso óptimo y estandarizado de los probióticos (Cepero, 2015g).

En poligástricos (estudios realizados en aves y rumiantes): se observa un efecto beneficioso en la digestión de nutrientes, favoreciendo la proliferación de microbiota celulolítica y estabilizando el pH entérico (Beauchemin *et al.*, 2003; Whitley *et al.*, 2009).

En monogástricos, los agentes probióticos interactúan con la microbiota saprófita y favorecen la eliminación de patógenos (Hume, 2011). Se detecta un importante refuerzo inmunológico principalmente en jóvenes, hecho que repercute en un incremento en la tasa de crecimiento corporal (Alexopoulos *et al.*, 2004; Böhmer *et al.*, 2006).

Los efectos son mucho más evidentes en las primeras semanas de vida de los animales, especialmente en el período posterior al destete en el caso de los mamíferos (Carro y Ranilla, 2002a), y son específicos de cada cepa bacteriana.

García y García (2015c) citó los trabajos sobre los efectos de los probióticos de Bocourt *et al.* (2004), Acosta *et al.* (2007), García-Curbelo *et al.* (2007), Ayala *et al.* (2008 y 2012) y García-Hernández *et al.* (2014) que evidenciaron de forma general cambios morfo-fisiológicos, respuesta inmunomoduladora, mejora de la salud y comportamiento productivo de los pollos de ceba, cerdos y otros animales.

2.4.1.3. Características de los probióticos

Para que un compuesto o microorganismo sea considerado como probiótico, debe cumplir determinadas características (Ewing y Cole, 1994):

1. Seguro para el animal, sin causar enfermedad ni toxicidad.
2. Resistente al ácido y a la bilis; debe llegar vivo al intestino, por lo que debe soportar el pH gástrico y los ácidos biliares del intestino delgado.
3. Capacidad de colonización del intestino: sólo algunas cepas se adhieren al epitelio intestinal. Esto es necesario para lograr una exclusión competitiva eficaz.
4. Capacidad de inhibir el crecimiento de patógenos: deben producir ácidos u otras sustancias que inhiban el crecimiento de patógenos Gram negativos como *E. coli*.
5. Estables y viables durante los procesos tecnológicos.
6. Estables y viables durante el almacenaje. Hay que tener en cuenta si el microorganismo usado es aerobio o anaerobio para conservarlo adecuadamente.

Santomá (1999) añade algunas características más, como elevada capacidad de multiplicación (debido al rápido tránsito digestivo), tolerancia a altas concentraciones de ácidos grasos volátiles en ciego e intestino grueso, resistencia a los antibióticos más usados, y capacidad germinativa (si son esporas).

Tantos requisitos no los cumple un único microorganismo, por lo que se utilizan combinaciones de varios para que realicen su función de forma óptima (Cepero, 2015h).

2.4.1.4. Las levaduras como probióticos

Han sido usadas durante muchos años como una fuente de proteína de alta calidad en las dietas para animales. Su alto contenido en vitaminas, enzimas y otros importantes co-factores también las hacen atractivas como una ayuda digestiva con efectos positivos en animales rumiantes y monogástricos (Dawson, 1994).

2.4.1.4.1. Modo de acción de las levaduras en los monogástricos

Los beneficios de suplementar monogástricos con levaduras se relacionan con la estimulación de las disacaridasas en las microvellosidades, el efecto antiadhesivo sobre patógenos, la estimulación de inmunidad no específica, la inhibición de la acción de las toxinas microbianas, y el efecto antagonista frente a micro-organismos patógenos (Castro y Rodríguez, 2005c).

Hasta ahora las levaduras (*Saccharomyces*) disponibles comercialmente no tienen la habilidad de otros probióticos para colonizar el tracto gastrointestinal. Sin embargo; pueden superar esta deficiencia exhibiendo una comprobada acción efectora a través de sus componentes de pared celular (manano-oligosacáridos) y de otros metabolitos capaces de estimular cambios en el sistema inmunitario del hospedero. Su viabilidad temporal, que le impide inhibir patógenos por competencia de sitios de adhesión y establecimiento de biopelículas, es superada al brindar alimento (substratos) a diversas especies de la microbiota normal de los animales lo que fomenta su proliferación (Spring, 2000; Castro y Rodríguez, 2005d).

2.4.1.4.2. Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)

Como se mencionó anteriormente, *Saccharomyces* es la especie de levadura más utilizada como probiótico en la alimentación animal, su incorporación en dietas de cerdos se da principalmente en la fase de inicio, crecimiento y finalización (Komegey, 1995; citado por García, 2002).

Según García (2004) la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, puede tener 3 variantes:

- a) Levadura Activa: levadura viable con un conteo de 10 mil a 20 mil millones de células vivas por gramo, esta levadura se utiliza principalmente como probiótico, algunas de sus funciones en cerdos son: promotor de crecimiento, mejores camadas, aumenta la producción de leche materna, mayor ganancia de peso, cambio de alimentos más rápidos, reduce el exceso de amoníaco en el intestino de los cerdos, acción estimulante de la inmunidad, mejora la asimilación de nutrientes y corrige el balance de la población microbiana.
- b) Levadura Inactiva: tiene casi nula viabilidad, prácticamente 1×10^2 células vivas por gramo. El hecho de hacerse inactiva es para aprovechar otras bondades cuando es fermentada a pH bajo, siendo apetecible por ciertas especies que no toleran fácilmente consumir alimentos de origen vegetal (felinos, caninos, entre otros).

Algunas de sus características son:

- Cuando ha sido fermentada a pH bajo es un excelente potenciador de sabor.
- Fuente natural rica en proteínas. Mejora la palatabilidad del alimento.
- Una fuente natural de vitaminas B.
- Buen equilibrio de aminoácidos esencial, con niveles altos de lisina.
- Aumenta la calidad cuando se mezcla en la fabricación de Pellets.

- c) Levadura Inactiva Enriquecida: en ésta lo que se trata de aprovechar principalmente, es que está enriquecida orgánicamente con algún micro mineral, lo que se traduce, es una mejor biodisponibilidad de éste. Hay una mejor retención del micro mineral orgánico que el inorgánico, además que hay una menor posibilidad de intoxicación,

siempre y cuando se aplique a las dosis recomendadas. En estas levaduras podemos encontrar las enriquecidas con selenio, cromo, hierro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno, etc.

En los cerdos se ha visto que el uso de las levaduras como probiótico ha tenido un efecto positivo en diversos aspectos del desarrollo del animal, participando en numerosas funciones metabólicas:

1. Fomentan el equilibrio natural de la flora intestinal de los cerdos y proporcionan mejores procesos digestivos (Van Heugten *et al.*, 2003).
2. Estimulan el sistema inmunológico de los cerdos mejorando su resistencia a las enfermedades más comunes (O'Quinn *et al.*, 2001).
3. Reducen las diarreas o la severidad de estas cuando han aparecido (Bekaert *et al.*, 1996).

Todos estos factores permiten, mejorar la ganancia de peso corporal, el consumo y la conversión alimenticia (Castro y Rodriguez, 2005e).

De acuerdo al trabajo de investigación de Rosas (2008a) la utilización de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) húmeda puede constituir una alternativa para la alimentación de cerdos, ya que puede ayudar a reducir el consumo de alimento y mejorar la conversión alimenticia.

2.4.2. Ácidos

Estos suplementos alimentarios adicionados intencionalmente a la dieta, son principalmente ácidos orgánicos (Carro y Ranilla, 2002b; Huyghebaert *et al.*, 2011) como el ácido acético, el ácido láctico o el ácido fórmico y ejercen, en cierto modo, una acción promotora del crecimiento al establecer un ambiente entérico adecuado para la digestión y aprovechamiento de nutrientes (reduciendo el pH y evitando así la proliferación de microorganismos patógenos o indeseables).

Los ácidos orgánicos se encuentran de forma natural en los tejidos animales y son productos intermedios del metabolismo, p. ej., algunos se forman durante la fermentación (Sumano y Ocampo, 2006e) en el tracto digestivo de los animales (Caja *et al.*, 2003c).

2.4.2.1. Mecanismos de acción

La utilización de ácidos en la alimentación animal con el objetivo de mejorar los índices productivos, se basa en estos mecanismos:

- Los ácidos orgánicos pueden penetrar en el interior de algunos microorganismos y alterar su equilibrio interno, de modo que éstos se ven obligados a un gasto energético adicional para recuperar su equilibrio, y por ello su proliferación se ve afectada.
- Favorecen la coagulación de las proteínas en el estómago, brindando una mayor superficie de ataque enzimático.
- Ayudan en la activación del sistema pepsinógeno/pepsina, necesaria para la degradación primaria de la proteína en la dieta.
- Son auxiliares en la prevención de diarreas por *E. coli* y otros microorganismos patógenos.
- Permiten una mayor absorción de antibióticos en animales en tratamiento por su función catalizadora.
- Mejoran el índice de conversión, permitiendo que en medio ácido aumente la digestibilidad de la proteína y disminuya ligeramente la de cenizas y fibra (Sumano y Ocampo, 2006f).

2.4.3. Enzimas

Las principales enzimas utilizadas en la alimentación de los animales monogástricos son: b-glucanasa, xilanasas, a-amilasa, a-galactosidasa, fitasa, celulasas y proteasas. Los preparados enzimáticos resultan especialmente eficaces en el caso de las aves, en las que se han descrito mejoras de su crecimiento (entre un 2 y 6% en broilers alimentados con granos de cereales) y del índice de conversión (entre un 2 y 4%).

En el caso del ganado porcino también se han descrito mejoras similares en la ganancia diaria de peso, si bien en todos los casos la magnitud de la respuesta depende del tipo de preparado enzimático y de los componentes de la ración que reciben los animales (Carro y Ranilla, 2002c).

2.4.3.1. Efectos benéficos

Los efectos benéficos del uso de las enzimas en las dietas de animales monogástricos, con apreciables contenidos de polisacáridos no amiláceos, son ampliamente reconocidos.

Las investigaciones de Lon-Wo *et al.* (2002), Acosta *et al.* (2006 y 2007) y Martínez *et al.* (2009) corroboraron que el empleo de productos enzimáticos (β -manasas, celulasas, xilanasas y fitasas) en dietas, convencionales y alternativas, de aves y cerdos mejoran la eficiencia de utilización de los nutrientes del alimento, reducen factores antinutricionales, no provocan trastornos en el comportamiento productivo, reducen la excreción de fósforo y nitrógeno por incremento de su retención y por ende, contribuyen a la disminución de la contaminación ambiental, así como producen ventajas económicas.

2.4.4. Arcillas y otras sustancias adsorbentes

2.4.4.1. Las micotoxinas en los alimentos

La contaminación con micotoxinas afecta de forma general a gran cantidad de ingredientes y alimentos utilizados en la alimentación animal.

El rendimiento productivo de los animales (menor consumo de alimento, menor crecimiento, peor índice de conversión, etc.) se ve impactado negativamente por estas sustancias, que al mismo tiempo causan inmunosupresión, aumentando la susceptibilidad a otras infecciones, empeorando los resultados de los programas de vacunación, entre otros (Hascoët, 2020).

La afectación engloba el coste de eliminación de los piensos contaminados, incremento en los costes de atención veterinaria, y el conjunto de esfuerzos económicos y técnicos dirigidos a reducir sus efectos negativos. Además de representar un enorme riesgo para la salud humana la presencia de micotoxinas en los productos animales, como consecuencia del consumo por el animal de piensos contaminados (Denli y Pérez, 2006).

2.4.4.2. Efectos de las micotoxinas en los animales

En general, los animales monogástricos y jóvenes son los más susceptibles a los efectos de las micotoxinas en comparación con los rumiantes o animales adultos.

Entre los principales síntomas que se pueden observar en el ganado a causa de una micotoxicosis son:

- Rechazo del pienso o alimento.
- Retraso o detención del crecimiento.
- Menor ganancia de peso vivo.
- Peor índice de transformación.
- Disminución en la producción: carne, leche, huevos, etc.
- Efectos sobre la inmunidad, haciendo a los animales más susceptibles a otros procesos infecciosos.
- Parálisis, paresias y convulsiones.
- Mortalidad.

(Zaragoza y Ramos, 2021a).

El grado del daño depende de las micotoxinas involucradas, del nivel de contaminación del alimento y del tiempo en que se ha consumido el alimento (Espíndola, 2006a).

Una de las aproximaciones más prometedoras para resolver el problema de las micotoxinas es la adición de materiales adsorbentes no nutritivos a los lotes alimentarios, para controlar la absorción gastrointestinal de estos metabolitos fúngicos. De hecho,

estudios *in vivo* han demostrado que varios materiales adsorbentes pueden formar complejos altamente estables con varios tipos de micotoxinas, entre los que destacan las aflatoxinas, y la ocratoxina A, las zearaleras y la toxina T-2 (Castañeda *et al.*, 2012a).

2.4.4.3. Adsorbentes de micotoxinas

Un adsorbente de micotoxinas es un material inerte, capaz de fijar a su superficie la micotoxina y salir del organismo junto con las heces. El adsorbente evita que la micotoxina sea absorbida por el animal y evita así el efecto tóxico de ella. En el mercado existen varias clases de adsorbentes y dentro de las mismas existen diferentes calidades (Espíndola, 2006b).

Las características de un buen adsorbente de micotoxinas serían las siguientes: capacidad de secuestrar o ligar un amplio rango de micotoxinas, tasas bajas de inclusión efectiva en el alimento, dispersión rápida y uniforme en el alimento durante el mezclado, estabilidad al calor durante el peletizado, extrusión y durante el almacenamiento, baja afinidad por las vitaminas, minerales u otros nutrientes, alta estabilidad en un amplio rango de pH y biodegradabilidad después de la excreción (Espíndola, 2006c).

2.4.4.3.1. Clasificación

De acuerdo a Castañeda *et al.*, (2012b) los materiales utilizados como adsorbentes se clasifican en tres grupos:

Primer grupo:

-Adsorbentes inorgánicos silíceos: derivados de aluminosilicatos y arcillas.

- Caolinita
- Esmectitas
- Sepiolita
- Zeolitas
- Otros materiales silíceos

Segundo grupo

-Adsorbentes de carbón activo.

- Bajo este término genérico, se incluye una familia de adsorbentes carbonáceos de elevada superficie específica y gran número de poros internos.

Tercer grupo

-Adsorbentes basados en extractos de paredes celulares de levadura.

- Los principales componentes de las paredes celulares de las levaduras (*S. Cerevisiae*) son los β -glucanos, glucomananos y manoproteínas (Kogan y Kocher, 2007).

2.4.4.3.1.1. Arcillas

Ejemplos de adsorbentes utilizados en la investigación en dietas preparadas para ratas, aves, cerdos y ganado en general; se incluyen las arcillas (bentonitas), los carbones activados y los adsorbentes a base de levaduras (mananoligosacarido) (Zaragoza y Ramos, 2021b).

Arcilla es un término granulométrico para designar aquellos materiales con un tamaño de partícula menor de 2 micras (Castañeda *et al.*, 2012c).

Son minerales de origen secundario en base a silicatos (Roura, 2001b) constituidos básicamente por átomos de Si, Al y O, además de otros elementos, como Na, K, Ca, Mg, Fe, etc. con una estructura cristalina bien definida y una elevada área superficial, lo cual determina en gran medida sus propiedades físico-químicas, que determinan su utilización como adsorbentes (Castañeda *et al.*, 2012d).

Algunas arcillas han demostrado mejorar la digestibilidad de los nutrientes, probablemente al reducir la velocidad de tránsito, y proteger la mucosa gástrica e intestinal contra diarreas (Roura, 2001c).

Las esmectitas son las arcillas con mayor C.I.C. (la C.I.C. es una propiedad que permite diferenciar a las arcillas o silicatos entre sí en cuanto a su aplicación en alimentación animal), también denominadas incorrectamente bentonitas o montmorillonitas.

Bentonitas, es el nombre de la roca en Estados Unidos, o bien montmorillonitas, es el nombre de la roca en Francia. Cuando la carga superficial de una esmectita se compensa con cationes de Ca^{2+} se forman las esmectitas cálcicas (bentonitas cálcicas) mientras que cuando se compensa con cationes Na^{+} , se forman las esmectitas sódicas (Castaing, 1998).

Características de las Esmectitas:

- Son un grupo de silicatos laminares 2:1.
- Se expanden fácilmente a causa de la relativa baja carga de lámina.
- El mineral predominante es montmorillonita.
- La CIC es elevada (80-120 meq/100 g).
- Formada por los minerales: beidelita, saponita, hectorita y montmorillonita. (Castañeda *et al.*, 2012e).

2.4.4.3.1.1.1. *Bentonitas o montmorillonitas*

La bentonita es una arcilla formada esencialmente por minerales del grupo de la esmectita, como la montmorillonita, independientemente de la ocurrencia u origen. Tiene aplicación en la preparación de alimentos para animales, como adsorbente de toxinas y como aglutinante en procesos de peletización o formación de gránulos y aditivo nutricional y actúa como promotor del crecimiento. En su función de aditivo nutricional favorece la interacción con proteínas, péptidos y aminoácidos, mejorando los rendimientos zootécnicos (SEECO, 2017).

Las montmorillonitas son arcillas hinchables que aumentan de tamaño cuando adsorben moléculas de agua.

El área específica es muy elevada (a mayor área superficial, mayor número de puntos de adsorción disponibles) y también la capacidad de intercambio catiónico (80-120 meq/100 g) (Castañeda *et al.*, 2012f).

Dado que es muy difícil obtener insumos libres de toda contaminación, la alternativa actual más práctica para controlar la micotoxicosis en la industria pecuaria es el uso de adsorbentes de micotoxinas en los piensos, sin embargo, este tema es muy polémico pues existen muchas opciones en cuanto a productos.

Calibrin Z (CAZ) es un adsorbente de micotoxinas cuyo ingrediente activo es la arcilla montmorillonita de calcio, es sin una opción prometedora para la protección de cerdos contra micotoxicosis, además de demostrar en cerdos jóvenes alimentados con CAZ una inclinación a tener un mejor rendimiento debido a una tendencia de los tamaños superiores de las vellosidades para mejorar la digestibilidad de los nutrientes (Wu *et al.*, 2012a).

III. HIPÓTESIS

Los cerdos alimentados desde la etapa de crecimiento hasta finalización con las inclusiones de la arcilla Montmorillonita de calcio (Calibrin Z) o el probiótico *Saccharomyces cerevisiae* como promotores de crecimiento alternativos a la Salinomicina, tendrán un comportamiento productivo similar o mejor.

IV. OBJETIVOS

4.1. General

- Evaluar el comportamiento productivo de cerdos en granja desde la etapa de crecimiento hasta finalización utilizando promotores de crecimiento como probióticos y adsorbente de toxinas, diferentes a los antibióticos (APC).

4.2. Específicos

- Conocer si existe diferencias en el consumo de alimento de los cerdos desde crecimiento hasta finalización incorporando en sus dietas diferentes promotores de crecimiento.
- Conocer la velocidad de crecimiento para cada uno de los promotores de crecimiento utilizados.
- Conocer la conversión alimenticia de los cerdos de crecimiento a finalización utilizando un probiótico, un adsorbente de toxinas y un antibiótico promotor de crecimiento como aditivos alimenticios.

V. JUSTIFICACIÓN

Ante la creciente inquietud de la población por el uso de antibióticos en la alimentación de animales de consumo, con la posible creación de resistencia bacteriana a éstos y la repercusión que causaría en medicina humana, se ha hecho necesario buscar otras alternativas que los sustituyan y que proporcionen resultados productivos similares o mejores a los antibióticos.

En nutrición animal existen otros aditivos utilizados como promotores de crecimiento alternos. Éstos presentan una mayor seguridad, pero en ningún caso han demostrado tener efectos comparables a los APC; dada la diversidad de sus modos de acción, de cualquier manera, deberán acompañarse, sin ninguna duda, por cambios en el manejo, la alimentación, la genética y la sanidad. Por tanto, no pueden definirse como sustitutos de los mismos.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización geográfica

El experimento se llevó a cabo con los cerdos de una granja porcina semi-tecnificada de ciclo completo (**Figura 1**) que se ubica en la localidad de Telpintla (**Figura 2**), perteneciente al municipio de Temascaltepec, Estado de México.



Figura 1. Granja porcina “Las Pulgas”.



Figura 2. Localización geográfica de Telpintla, Estado de México. Fuente: INEGI (2021).

Temascaltepec, se encuentra en el área sur del Estado de México, en las coordenadas geográficas 100° 02' longitud oeste y 19° 03' de latitud norte. A una altura de 1,740 metros sobre el nivel del mar. Colinda al Norte con Valle de Bravo y Amanalco de Becerra, al Sur con Tejupilco, San Simón de Guerrero y Texcaltitlán, al Este con Zinacantepec y Coatepec Harinas y al Oeste con Zacazonapan y Tejupilco semiárida húmeda, al sur y al oeste, predominando el subhúmedo.

La temperatura media anual oscila entre los 18° y 22° centígrados. La precipitación pluvial anual va de los 800 a los 1,600 milímetros (GEM, 2015).

6.2. Animales

Se utilizaron 32 cerdos híbridos comerciales PIC (Camborough 29 X PB 408) de ambos sexos (**Figura 3**), con peso promedio de entrada 39.2 ± 4.8 kg y hasta su envío a rastro, aproximadamente a los 115kg, pasando por las etapas de crecimiento, desarrollo y finalización.



Figura 3. Cerdos de 73 días de vida.

6.3. Instalaciones

Los corrales donde se alojaron dos cerdos (unidad experimental) tuvieron una dimensión de 2.5 m² y contaron con un bebedero de chupón y un comedero cónico (**Figura 4**) para el suministro del alimento a libre acceso.



Figura 4. Vista interna y frontal de las unidades experimentales.

6.4. Alimentación

El alimento de las tres etapas de la engorda se elaboró en la planta de alimentos de la granja, con base en las materias primas: sorgo, pasta de soya, salvado de trigo, sebo de res, premezclas vitamínicas y minerales (se muestra la dieta en el **Cuadro 6**), adicionando el promotor de crecimiento referente por tratamiento (**Cuadro 7**) de acuerdo a las indicaciones del fabricante (**Figura 5**).

Cuadro 6. Composición de las dietas utilizadas.

Alimento	Crecimiento	Desarrollo	Finalización
Sorgo	745	730	700
Pasta de soya	220	195	220

Salvado de trigo	0	50	60
Sebo de res	5	0	0
Premezcla	30	25	20
Total	1000	1000	1000

Cuadro 7. Inclusión (Kg) de los tres diferentes promotores de crecimiento en cada etapa de la engorda de los cerdos.

Tratamiento	Crecimiento (400 Kg)	Desarrollo (520 Kg)	Engorda (640 Kg)
1; Salinomicina	0.200	0.260	0.320
2; Saccharomyces cerevisiae	0.800	1.040	1.280
3; Montmorillonita de Calcio	0.600	0.780	0.960
4; Control	0.000	0.000	0.000



Figura 5. Elaboración del alimento con el respectivo promotor de crecimiento (tratamiento).

El alimento elaborado para cada tratamiento se transportó a la granja en costales identificados con listones de cuatro colores; azul, naranja, rojo y verde, para T1; salinomicina, T2; *Saccharomyces cerevisiae*, T3; Montmorillonita de calcio y T4; control, respectivamente.

Posteriormente, en granja se envasaron costales con 50 kg de cada ración (para su mejor manejo) que se repartieron a cada unidad experimental, colocando los bultos frente a ellas (**Figura 6**) para facilitar la alimentación de los animales todos los días hasta terminar la etapa y/o el experimento, mientras que los bultos restantes se almacenaban en un corral vacío para su consumo subsecuente.



Figura 6. Ubicación del alimento respecto a las unidades experimentales.

Para un control óptimo del consumo de alimento por etapa, se elaboraron los siguientes kilogramos de alimento por cerdo por etapa: 50 kg para crecimiento, 65 kg para desarrollo y 80 kg para engorda, en base a lo reportado en la literatura sobre el consumo final de alimento en la engorda de cerdos, sin embargo los 80 kg para finalización no fueron

suficientes para alimentar los animales hasta concluir el experimento, por lo que se tuvieron que elaborar 50 kg más para cada fase.

Al finalizar se hizo la suma total de los kilogramos elaborados durante toda la engorda menos el rechazo por cada tratamiento, para obtener el valor de las variables productivas correspondientes.

El consumo de alimento fue a libre acceso. Sin embargo, por ser unidades experimentales pequeñas el modus operandi para alimentar diariamente a los cerdos consistía en rellenar los comederos por las mañanas, y abastecerlos durante el día si fuese necesario.

6.5. Manejo

Una vez concluida la etapa de inicio de los cerdos, se pesaron individualmente y se agruparon dos cerdos al azar por unidad experimental en corrales previamente diseñados que disponían de alimento y agua corriente a libre acceso, a través de un comedero cónico galvanizado y un bebedero de chupón.

Las unidades experimentales se distribuyeron en las cuatro repeticiones de modo que ninguna ocupara el mismo sitio, siendo este la entrada al corral, la mitad del corral o el final del mismo, por ser un diseño experimental completamente aleatorizado.

Se identificó cada tratamiento experimental con listones de colores, como se mencionó anteriormente.

Al finalizar cada fase experimental se pesaron los cerdos y se realizó el registro de los kg producidos. Respecto a la limpieza de los corrales, esta se realizaba semanalmente conforme fuera necesario **(Figura 7)**.



Figura 7. Limpieza de las unidades experimentales.

Durante la etapa de desarrollo se llevó a cabo la desparasitación de los animales, teniendo como resultado la expulsión de parásitos adultos *ascaris suum* (**Figura 8**).



Figura 8. Parásitos adultos *ascaris suum*.

6.6. Análisis de la información

6.6.1. Diseño experimental

Los cerdos fueron distribuidos en un diseño experimental completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, se destinaron dos animales por unidad experimental, siendo 8 cerdos por tratamiento con cuatro repeticiones cada uno, en un total de 32 cerdos.

Los tratamientos: T1; con antibiótico salinomicina, T2; con probiótico *Saccharomyces cerevisiae*, T3; con adsorbente de micotoxinas Montmorillonita de calcio y T4; sin promotor de crecimiento (control).

Modelo estadístico utilizado:

$$X_{ij} = \mu + \beta_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = variable a medir

μ = media de la población

β_i = efecto del tratamiento

ε_{ij} = error experimental

6.6.2. Variables medidas

6.6.2.1. Ganancia total de peso (GTP)

Los kg de peso ganado se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$$GTP = Pf - Pi$$

Dónde:

GTP = ganancia total de peso

Pf = peso final

Pi = peso inicial

6.6.2.2. Ganancia diaria de peso

Resulta del peso final de los animales menos el peso inicial, entre los días de duración del experimento.

$$GDP = \frac{Pf - Pi}{\text{Duración del experimento}}$$

Dónde:

$GDP = \text{ganancia diaria de peso}$

$Pf = \text{peso final}$

$Pi = \text{peso inicial}$

6.6.2.3. Conversión alimenticia

Este indicador expresa cuántos kilogramos de alimento consume el cerdo para ganar un kilogramo de peso en pie. Se calcula, para un período de tiempo determinado, al dividir el total de kg de alimento consumidos por el cerdo, entre el total de kg ganados.

$$CA = \frac{\text{Consumo total de alimento (kg)}}{Pf - Pi} = \frac{\text{Kg alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

A diferencia de las variables GTP y GDP, la CA es mejor cuando el valor obtenido en un tratamiento es el más bajo.

6.6.3. Análisis estadístico

Para probar si las diferencias observadas entre las medias de las variables a medir de los diferentes tratamientos rechazaban la hipótesis nula de igualdad entre ellas se utilizó un análisis de varianza (ANOVA). Como hubo diferencias, se aplicó la prueba de Tuckey de comparación de medias:

$$w = q \sqrt{(MSE / r)}$$

Donde el factor q es el valor crítico, MSE es el cuadrado medio del error y r es el número de repeticiones (4).

VII. RESULTADOS

En el **Cuadro 8** se muestra el resumen del comportamiento de las variables consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) del presente experimento, mismas que se desglosan consecutivamente.

Cuadro 8. Resultados obtenidos en la evaluación sobre el comportamiento productivo de tres variables en cerdos.

	CDA	GDP	CA
T1; Salinomicina	2.85 ^a	0.992 ^b	2.88 ^a
T2; <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2.88 ^a	1.070 ^a	2.69 ^a
T3; Montmorillonita de calcio	2.91 ^a	1.140 ^a	2.56 ^a
T4; Control	2.92 ^a	1.039 ^b	2.81 ^a
Media	2.89	1.060	2.73

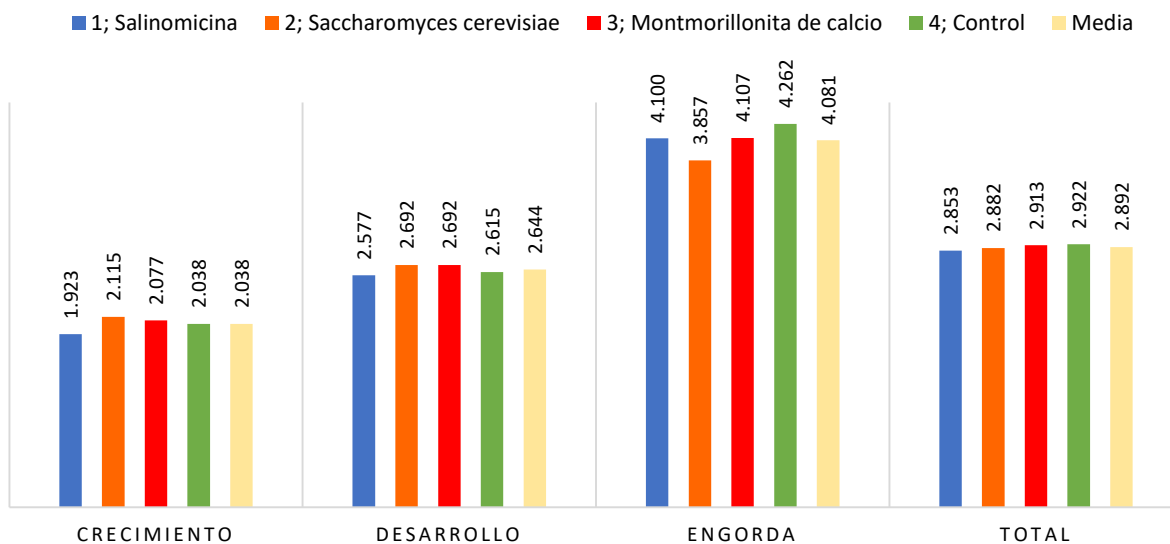
7.1. Consumo diario de alimento (CDA)

En lo que respecta a la variable consumo de alimento por día se obtuvieron los siguientes resultados (**Gráfica 1**): la media para la etapa de crecimiento fue 2.038 kg, donde el tratamiento 2 (*Saccharomyces cerevisiae*) fue el de mayor consumo con 2.115 kg, y el tratamiento 1 (Salinomicina) el de menor con 1.923 kg.

Durante el período de desarrollo el valor de la media fue de 2.644 kg, siendo los tratamientos 2 (*Saccharomyces cerevisiae*) y 3 (Montmorillonita de calcio) los de mayor consumo con 2.692 kg, mientras que el tratamiento 1 (Salinomicina) de menor consumo con un valor de 2.577 kg.

Finalmente en la etapa de engorda la media de consumo fue 4.081 kg, ahí el consumo mayor se obtuvo en el tratamiento 4 (Control) con 4.262 kg y el menor en el tratamiento 2 (*Saccharomyces cerevisiae*) con 3.857 kg.

Al apreciar el consumo total de alimento de toda la engorda, se tiene que la media resultó de 2.892 kg, siendo el tratamiento 4 (Control) el de mayor consumo de alimento por día con 2.922 kg en contraste al tratamiento 1 (Salinomicina) con 2.853 kg. Sin embargo no se encontró diferencia estadística para los 4 tratamientos ($P \geq 0.05$).

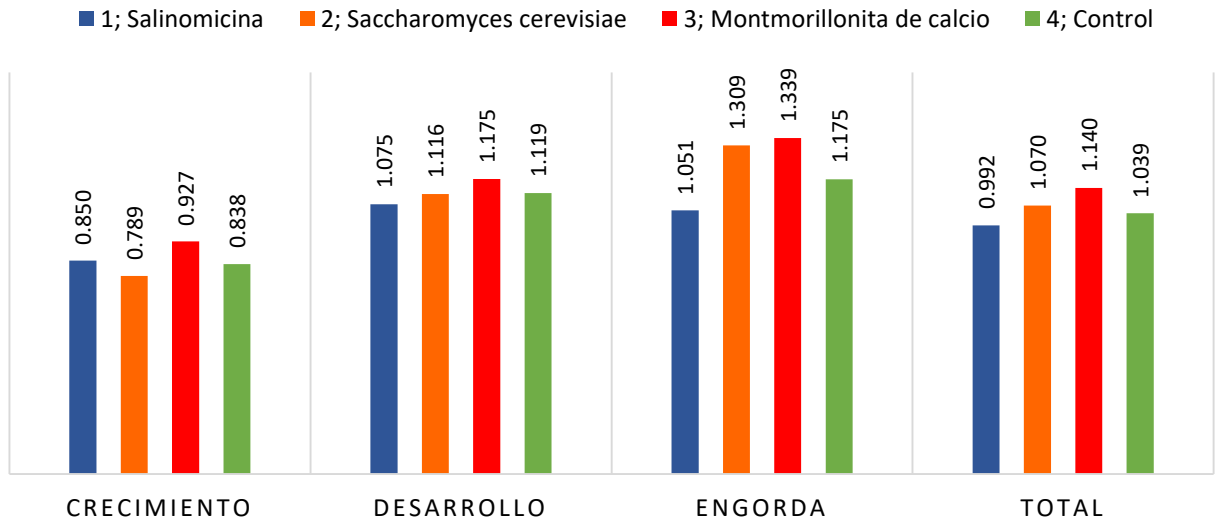


Gráfica 1. Consumo de alimento por día de tres promotores de crecimiento en cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.

7.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

Al observar la **Gráfica 2**, es posible distinguir que durante todas las etapas de la engorda la mejor respuesta productiva la obtuvo el T3 (Montmorillonita de calcio) con un valor total de 1.140 kg en comparación a los tratamientos restantes T1, T2 y T4, con 0.992, 1.070, 1.039 kg, respectivamente, y la media de 1.060 kg. En contraste se encuentra el T4 (control) con 0.992 kg de ganancia diaria de peso.

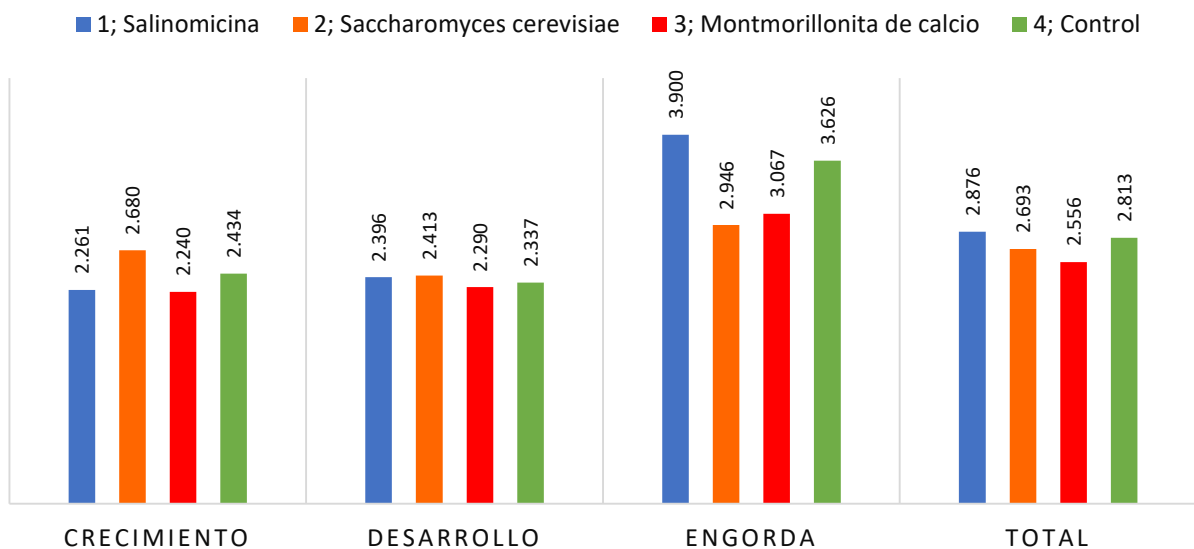
Durante la etapa de desarrollo la ganancia diaria en los cuatro tratamientos fue mayor a 1kg de peso en pie. En consecuencia sí se encontró diferencia estadística para los tratamientos 2 (Saccharomyces cerevisiae) y 3 (Montmorillonita de calcio) comparada con los tratamientos 1 (Salinomicina) y 4 (Control) ($P \leq 0.05$).



Gráfica 2. Resultados obtenidos en la ganancia diaria de peso de los cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.

7.3. Conversión alimenticia (CA)

La cantidad de alimento consumido por los cerdos durante cada fase de la engorda para producir 1 kg de peso en pie se presenta en la **Gráfica 3**. A diferencia de las variables GTP y GDP, la CA es mejor cuando el valor obtenido en un tratamiento es el más bajo.



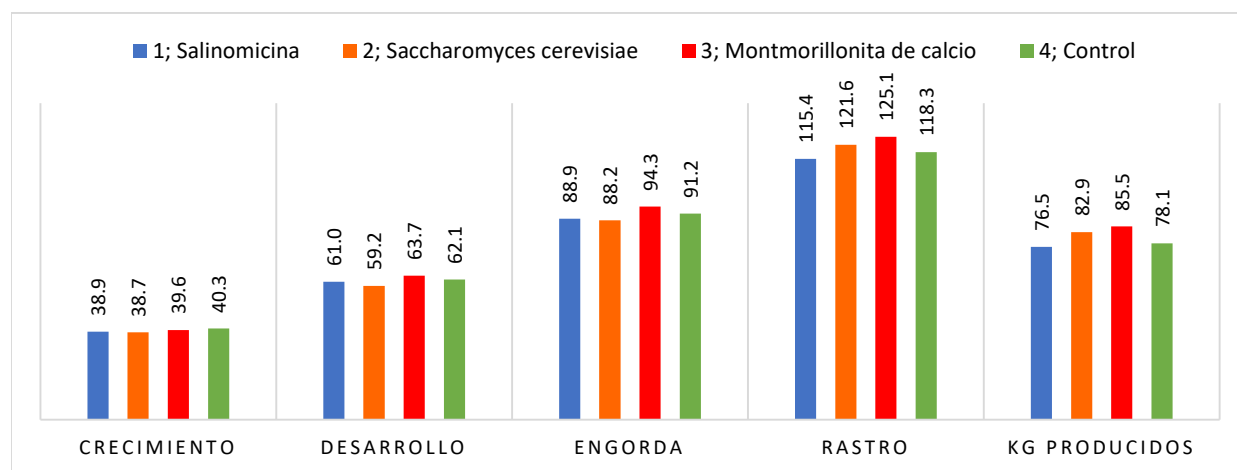
Gráfica 3. Conversión alimenticia de cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.

En las primeras dos etapas, el tratamiento 3 (Montmorillonita de calcio) aportó la mejor conversión alimenticia con 2.240 kg en el crecimiento y 2.290 kg en el desarrollo, respecto a la media 2.404 y 2.359 kg, mientras que en la etapa de finalización la mejor respuesta la logró el tratamiento 2 (*Saccharomyces cerevisiae*) con 2.946 kg respecto a la media de 3.385 kg.

Como es de esperarse entre los tratamientos, el que mejor conversión alimenticia mostró en todo el ciclo de cebo de los cerdos fue el T3 (Montmorillonita de calcio) con 2.556 kg respecto a la media 2.735 kg, mientras que el tratamiento menos eficiente fue el T1 (Salinomicina) con 2.876 kg de alimento consumido para producir 1 kg de peso en pie. Sin embargo no se encontró diferencia estadística para los 4 tratamientos ($P \geq 0.05$).

7.4. Ganancia total de peso (GTP)

En la **Gráfica 4** se muestran los pesos de los cerdos desde el inicio del experimento (etapa de crecimiento) hasta el envío a rastro de los animales, donde los kilogramos producidos fueron 76.5, 82.9, 85.5 y 78.1 kg para los tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Resultando el tratamiento 3 (Montmorillonita de calcio) el de mayor respuesta productiva en cuanto a la ganancia total de peso con 125.1 kg en relación a los tratamientos 1, 2 y 4, con 115.4, 121.6 y 118.3 correspondientemente. Aun así no se encontró diferencia estadística para los 4 tratamientos ($P \geq 0.05$).



Gráfica 4. Resultados de la ganancia total de peso de cerdos durante la etapa de crecimiento a finalización.

VIII. DISCUSIÓN

La montmorillonita (Mt) como aditivo para alimentos que se ha utilizado ampliamente en ganado, aves y animales acuáticos, posee propiedades como aglomerante, antiaglomerante y coagulante (Jia *et al.* 2021). Además, muchos estudios han demostrado que agregar Mt y sus productos modificados a la alimentación animal puede mejorar la salud intestinal, el rendimiento del crecimiento y la calidad del producto del animal. De este modo, se puede aumentar la resistencia y la productividad de los animales (Trckova *et al.*, 2009a; Duan *et al.*, 2013).

En general, los cerdos más jóvenes responden más a la suplementación con arcilla que los cerdos mayores (Alexopoulos *et al.*, 2007; Yan *et al.*, 2011). Sin embargo, los efectos de la suplementación con arcillas en el rendimiento de los cerdos han sido inconsistentes. Por una parte, hay estudios que no han observado resultado de la alimentación con arcillas como Xia *et al.* (2005), que al incluir montmorillonita al 0.15% en la dieta de lechones destetados, no encontraron ningún efecto sobre el rendimiento de los cerdos. Según Trckova *et al.* (2009b) y Vondruskova *et al.* (2010) el nivel de suplementación afecta la respuesta, y recomiendan la suplementación de dietas con 1 a 3% de arcilla.

Mientras que por otro lado, Yu *et al.* (2009) encontraron que la ganancia de peso, el consumo de alimento y el índice de conversión alimenticia mejoraron en un 8,9, 3,9 y 4,8% como resultado de la alimentación de cerdos en crecimiento con 0,5% de montmorillonita. Estos resultados son similares a los que se obtuvieron en el presente experimento donde las variables; ganancia diaria de peso (GDP), y conversión alimenticia (CA) tuvieron un incremento de 9.72%, y un 8.89% respectivamente, así como el consumo de alimento (CDA) mejoró 0.34%, con respecto al control.

En cuanto a las tres variables estudiadas en este trabajo, el T3 (Montmorillonita de Calcio) y T2 (*Saccharomyces cerevisiae*) obtuvieron resultados significativos ($P < 0.05$) para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

Wang, *et al.* (2012) en la realización de dos experimentos para evaluar los efectos de la arcilla de montmorillonita (MC) sobre el rendimiento y la digestibilidad de los nutrientes de los cerdos desafiados con zearalenona (ZEA), los desafíos de ZEA redujeron linealmente ($P = 0,03$) la ganancia diaria promedio (ADG) y la eficiencia alimenticia, mientras que la Montmorillonita de Calcio mejoró ($P = 0,03$) la eficiencia alimenticia en la fase general, lo que coincide con este trabajo, sin embargo en éste no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Martínez *et al.* (2000) y Lu *et al.* (2017) reportan que en cerdos en etapa crecimiento-finalización suplementados con *S. cerevisiae* se observó una mejora en GDP; al igual que en los resultados de este experimento, mientras que Chiquieri *et al.* (2006) no encontró diferencias en la etapa crecimiento-desarrollo. La adición de minerales arcillosos como bentonita, zeolita o caolín ha demostrado un crecimiento mejorado en aves de corral, una reducción de *E. coli*, y *Clostridium spp.* en el intestino, un aumento de la actividad enzimática digestiva y una mejora en la digestibilidad de nutrientes (Tracker, 2013), lo que podría explicar los resultados obtenidos en la variable ganancia de peso para este tratamiento.

En lo que pertenece a la ganancia total de peso, en general, todos los tratamientos fueron numéricamente superiores al control, sin embargo el resultado más sobresaliente fue del T3 (Montmorillonita de calcio). Esto podría atribuirse a la habilidad de la arcilla Montmorillonita de calcio para ligar lipopolisácaridos (LPS) liberadas cuando las bacterias gram negativas mueren en el intestino, además de demostrar en cerdos jóvenes alimentados con la arcilla Montmorillonita de calcio la inclinación a tener un mejor rendimiento, debido a una tendencia de los tamaños superiores de las vellosidades para mejorar la digestibilidad de los nutrientes (Wu *et al.*, 2012b), ya que la presencia de micotoxinas en el alimento destinado a consumo animal es responsable de la aparición de pérdidas en la productividad, reducción en la ganancia de peso, inmunosupresión y genotoxicidad (Casas, 2005).

En lo que pertenece a la variable consumo de alimento, Rosas (2008b) en su experimento concluye que la utilización de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) puede ayudar a reducir el consumo de alimento y mejorar la conversión alimenticia, sin embargo, en este trabajo durante las etapas crecimiento y desarrollo con la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae*, los resultados indicaron un mayor consumo de alimento, que fue de 2 kg y 2.83 kg respectivamente, mayor a lo reportado por Campabadal (2009).

Posiblemente esta situación se debió al número de veces que se sirvió el alimento en los comederos de cada unidad experimental de este tratamiento, lo cual estimuló el consumo, ya que una vez realizada esta maniobra, sí los animales se encontraban en reposo se ponían de pie e inmediatamente iniciaban el consumo, acción que se repetía en la mayoría de las unidades experimentales principalmente durante las etapas crecimiento y desarrollo.

Guevara y Suárez (2017) encontraron en resultados de investigaciones, incrementos en el consumo de alimento de dietas que incluyeron *S. cerevisiae* utilizando forraje en el ganado. García (2004) en su revisión bibliográfica encontró que la levadura de cerveza cuando ha sido fermentada a pH bajo es un excelente potenciador de sabor, lo que la vuelve apetecible también por ciertas especies que no toleran fácilmente consumir alimentos de origen vegetal (felinos, caninos, entre otros). Esto podría explicar el porqué del consumo superior a la media que tuvo el T2 (*S. cerevisiae*) durante las etapas crecimiento y desarrollo de la realización del experimento.

IX. CONCLUSIONES

Dada la tendencia mundial hacia la reducción y eliminación de los antibióticos promotores de crecimiento de las dietas de los cerdos, se ha vuelto indispensable encontrar alternativas al uso de estas sustancias.

Los resultados de este experimento mostraron que es posible reducir o reemplazar los antibióticos en el alimento por alternativas naturales, e igualar o mejorar los parámetros productivos en cerdos de crecimiento a finalización, esto en base a los valores superiores que se obtuvieron de la variable ganancia diaria de peso para el T2 (*Saccharomyces cerevisiae*) y T3 (Montmorillonita de calcio) ($P < 0.05$), en comparación con el T1 (salinomicina) y T4 (control).

Se sugiere que se lleven a cabo más trabajos de investigación en cerdos con la inclusión de diferentes dosis o porcentajes de levadura *S. Cerevisiae* y la arcilla Montmorillonita de calcio.

X. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A., Lon-Wo, E., Cárdenas, M. & Almeida, M. (2006). Efecto de la enzima fitasa en el metabolismo y el comportamiento productivo de gallinas ponedoras con bajo aporte de fósforo. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:201.

Acosta, A., Lon-Wo, E., Dieppa, O. & Almeida, M. (2007). Efecto de dos fitasas microbianas procedentes de *Aspergillus ficuum* y *Pichia pastoris* en el metabolismo mineral y comportamiento productivo del pollo de ceba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 41:49.

Albrecht, H. & Schütte, A. (1999). Homeopathy versus antibiotics in metaphylaxis of infectious diseases: a clinical study in pig fattening and its significance to consumers. *Alternative therapies in health and Medicine.* 5(5):64-8.

Alexopoulos, C., Georgoulakis, I. E., Tzivara, A., Kyriakis, C. S., Govaris, A. & Kyriakis, S. C. (2004). Field evaluation of the effect of a probiotic-containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores on the health status, performance, and carcass quality of grower and finisher pigs. *Journal of Veterinary Medicine: a Physiology, Pathology, Clinical Medicine.* 51(6):306-312.

Alexopoulos, C., Papaioannou, D. S., Fortomaris, P., Kyriakis, C. S., Tserveni-Goussi, A., Yannakopoulos, A. & Kyriakis, S. C. (2007). Experimental study on the effect of in-feed administration of a clinoptilolite-rich tuff on certain biochemical and hematological parameters of growing and fattening pigs. *Livestock Science*, Vol. 111, Issue 3. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.152>. Abril 2022.

Anadón, A. & Martínez, L. M. R. (1999). Residues of antimicrobial drugs and feed additives in animal products: regulatory aspects. *Livestock Production Science* 59: 183–198.

Anadón, N. A. R. (2007a). Antibióticos de uso veterinario y su relación con la seguridad alimentaria y salud pública. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Veterinarias de España. Madrid. Disponible en: <http://www.racve.es/publicaciones/antibioticos-de-uso-veterinario-y-su-relacion-con-la-seguridad-alimentaria-y-salud-publica-discurso-de-ingreso-pronunciado-por-el-excmo-sr-dr-d-arturo-ramon-anadon-navarro-en-el-acto-de-toma-de-po/>. Agosto 2021.

Anadón, N. A. R. (2007b). Antibióticos de uso veterinario y su relación con la seguridad alimentaria y salud pública. Discurso de ingreso en la Real Academia de

Ciencias Veterinarias de España. Madrid. Disponible en: <http://www.racve.es/publicaciones/antibioticos-de-uso-veterinario-y-su-relacion-con-la-seguridad-alimentaria-y-salud-publica-discurso-de-ingreso-pronunciado-por-el-excmo-sr-dr-d-arturo-ramon-anadon-navarro-en-el-acto-de-toma-de-po/>. Agosto 2021.

Anadón, N. A. R. (2007c). Antibióticos de uso veterinario y su relación con la seguridad alimentaria y salud pública. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Veterinarias de España. Madrid. Disponible en: <http://www.racve.es/publicaciones/antibioticos-de-uso-veterinario-y-su-relacion-con-la-seguridad-alimentaria-y-salud-publica-discurso-de-ingreso-pronunciado-por-el-excmo-sr-dr-d-arturo-ramon-anadon-navarro-en-el-acto-de-toma-de-po/>. Febrero 2022.

Anadón, N. A. R. (2007d). Antibióticos de uso veterinario y su relación con la seguridad alimentaria y salud pública. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Veterinarias de España. Madrid. Disponible en: <http://www.racve.es/publicaciones/antibioticos-de-uso-veterinario-y-su-relacion-con-la-seguridad-alimentaria-y-salud-publica-discurso-de-ingreso-pronunciado-por-el-excmo-sr-dr-d-arturo-ramon-anadon-navarro-en-el-acto-de-toma-de-po/>. Febrero 2022.

Anderson, D. B., McCracken, J. J., Aminov, R. I., Simpson, J. M., Mackie, R. I., Verstegen, M. W. A. & Gaskins, H. R. (1999). Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. *Pig News & Information*, 20(4):115N-122N.

Ardoino, S. M., Toso, R. E., Alvarez, H. L., Mariani, E. L., Cachau, P. D., Mancilla, M. V. & Oriani, D. S. (2017a). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia Veterinaria*, 19(1), 50-66. Disponible en: <https://doi.org/10.19137/cienvet-20171914>. Febrero de 2022.

Ardoino, S. M., Toso, R. E., Alvarez, H. L., Mariani, E. L., Cachau, P. D., Mancilla, M. V. & Oriani, D. S. (2017b). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia Veterinaria*, 19(1), 50-66. Disponible en: <https://doi.org/10.19137/cienvet-20171914>. Febrero de 2022.

Armstrong, D. G. (1984). Antibiotics as feed additives for ruminant livestock. In *Antimicrobials and Agriculture*. Butterworths, London, U.K. 331-347 pp.

Bajagai, Y. S., Klieve, A. V., Dart, P. J. & Bryden, W. L. (2016). Probiotics in animal nutrition: Production, impact and regulation. FAO Animal Production and Health, Rome, ITA. 179 pp.

Beauchemin, K. A., Yang, W. Z., Morgavi, D. P., Ghorbani, G. R., Kautz, W. & Leedle, J. A. Z. (2003). Effects of bacterial direct-fed microbials and yeasts on site and extent of digestion, blood chemistry and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. *Journal animal science*, 81:16281640. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/2003.8161628x>. Marzo 2022.

Bekaert, H., Moermans, R. & Eeckhout, W. (1996). Influence d'une culture de levure vivante (Levucell SB2) dans un aliment pour porcelets sevrés sur les performances zootechniques et sur la fréquence des diarrhées. *Annales de Zootechnie*. 45: 369–376.

Böhmer, B. M., Kramer, W. & Roth-Maier, D. A. (2006). Dietary probiotic supplementation and resulting effects on performance, health status and microbial characteristics of primiparous sows. *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90(7-8):309-315.

Borregón, M. A. (1992a). Hormonas naturales y sintéticas. I Jornadas sobre residuos en animales vivos y en alimentos de origen animal. Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios. Murcia, 5-7 de mayo. 1-7 pp.

Borregón, M. A. (1992b). Hormonas naturales y sintéticas. I Jornadas sobre residuos en animales vivos y en alimentos de origen animal. Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios. Murcia. 5-7 de Mayo. 1-7 pp.

Brizuela, M. A., Serrano, P., Almazán, O., Rodríguez, J. A., Camps, D. M., Bueno, G., Delgado, G., Iglesias, I., Tortoló, K. & Ibañez, M. (2009a). Probióticos y enzimas. Una alternativa natural al empleo de antibióticos. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, XLIII (2):30-36. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120662005>. Agosto 2021.

Brizuela, M. A., Serrano, P., Almazán, O., Rodríguez, J. A., Camps, D. M., Bueno, G., Delgado, G., Iglesias, I., Tortoló, K. & Ibañez, M. (2009b). Probióticos y enzimas. Una alternativa natural al empleo de antibióticos. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de*

Azúcar, XLIII (2):30-36. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120662005>. Enero 2022.

Bywater, R. J. (2005). Identification and surveillance of antimicrobial resistance dissemination in animal production. *Poultry Sci.*, 84:644-648.

Caja, G., González, E., Flores, C., Carro, M. D. & Albanell, E. (2003a). Alternativas a los antibióticos del uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. XIX Curso de especialización FEDNA. Producción animal. Universidad de León, España.

Caja, G., González, E., Flores, C., Carro, M. D. & Albanell, E. (2003b). Alternativas a los antibióticos del uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. XIX Curso de especialización FEDNA. Producción animal. Universidad de León, España.

Caja, G., González, E., Flores, C., Carro, M. D. y Albanell, E. (2003c). Alternativas a los antibióticos del uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. XIX Curso de especialización FEDNA. Producción animal. Universidad de León, España.

Campabadal, PhD. C. (2009). Guía técnica para la alimentación de cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF> Abril 2022.

Cancho, G. B., García, F. M. S. & Simal, G. J. (2000a). El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72430206>. Agosto 2021.

Cancho, G. B., García, F. M. S. & Simal, G. J. (2000b). El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72430206>. Enero 2022.

Carro, T. M. D. & Ranilla, G. M. J. (2002a). Los antibióticos promotores del crecimiento como aditivos: efectos sobre la producción animal, situación legal y perspectivas de futuro. Departamento de Producción Animal I. Universidad de León, España. 35-45 pp.

Carro, T. M. D. & Ranilla, G. M. J. (2002b). Los antibióticos promotores del crecimiento como aditivos: efectos sobre la producción animal, situación legal y

perspectivas de futuro. Departamento de Producción Animal I. Universidad de León, España. 35-45 pp.

Carro, T. M. D. & Ranilla, G. M. J. (2002c). Los antibióticos promotores del crecimiento como aditivos: efectos sobre la producción animal, situación legal y perspectivas de futuro. Departamento de Producción Animal I. Universidad de León, España. 35-45 pp.

Casas, G. G. (2005). Adsorbentes de micotoxinas: Eficacia de los HSCAS (silicatos aluminico calcico sodio hidratados). Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/adsorbentes-micotoxinas-eficacia-hscas-t25981.htm>. Abril 2022.

Castaing, J. (1998). Uso de arcillas en la alimentación animal. XIV Curso de especialización: Avances en nutrición y alimentación animal: Expoaviga98. 141-158 pp. Disponible en: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/001_98CAPVIII_.pdf. Abril 2022.

Castañeda, S. R., Chirivella, M. J. & Carbonell, B. E. (2012a). Neutralización de micotoxinas por sustancias adsorbentes. Departament of Applied and Technical Sciences, Catholic University of Valencia. Valencia. 12 pp. Disponible en: <https://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/157/134>. Marzo 2022.

Castañeda, S. R., Chirivella, M. J. & Carbonell, B. E. (2012b). Neutralización de micotoxinas por sustancias adsorbentes. Departament of Applied and Technical Sciences, Catholic University of Valencia. Valencia. 12 pp. Disponible en: <https://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/157/134>. Abril 2022.

Castañeda, S. R., Chirivella, M. J. & Carbonell, B. E. (2012c). Neutralización de micotoxinas por sustancias adsorbentes. Departament of Applied and Technical Sciences, Catholic University of Valencia. Valencia. 12 pp. Disponible en: <https://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/157/134>. Abril 2022.

Castañeda, S. R., Chirivella, M. J. & Carbonell, B. E. (2012d). Neutralización de micotoxinas por sustancias adsorbentes. Departament of Applied and Technical Sciences, Catholic University of Valencia. Valencia. 12 pp. Disponible en: <https://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/157/134>. Abril 2022.

Castañeda, S. R., Chirivella, M. J. & Carbonell, B. E. (2012e). Neutralización de micotoxinas por sustancias adsorbentes. Department of Applied and Technical Sciences, Catholic University of Valencia. Valencia. 12 pp. Disponible en: <https://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/157/134>. Abril 2022.

Castañeda, S. R., Chirivella, M. J. & Carbonell, B. E. (2012f). Neutralización de micotoxinas por sustancias adsorbentes. Department of Applied and Technical Sciences, Catholic University of Valencia. Valencia. 12 pp. Disponible en: <https://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/157/134>. Abril 2022.

Castro, M. & Rodríguez, F. (2005a). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 6 (1), 26-38. ISSN: 0122-8706. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945018004>. Septiembre 2021.

Castro, M. & Rodríguez, F. (2005b). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 6(1), 26-38pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4499/449945018004.pdf>. Marzo 2022.

Castro, M. & Rodríguez, F. (2005c). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 6(1), 26-38 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4499/449945018004.pdf>. Marzo 2022.

Castro, M. & Rodríguez, F. (2005d). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 6(1), 26-38 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4499/449945018004.pdf>. Marzo 2022.

Castro, M. & Rodríguez, F. (2005e). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 6(1), 26-38 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4499/449945018004.pdf>. Marzo 2022.

Cepero, B. R. (2015a). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-eca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Agosto 2021.

Cepero, B. R. (2015b). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y

Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Agosto 2021.

Cepero, B. R. (2015c). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Agosto 2021.

Cepero, B. R. (2015d). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Septiembre 2021.

Cepero, B. R. (2015e). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-eca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Febrero 2022.

Cepero, B. R. (2015f). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-eca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Marzo 2022.

Cepero, B. R. (2015g). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-eca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Marzo 2022.

Cepero, B. R. (2015h). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: causas y consecuencias. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://www.wpsa-eca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. Marzo 2022.

Chiquieri, M. S., Soares, R. T., Souza, J. C., Hurtado, V. L., Ferreira, R. A. & Ventura, B. G. (2006). Probiótico y prebiótico en la alimentación de cerdos en crecimiento y terminación. Arch. Zootec. 55 (211): 305-308.

Church, D. C. & Pond, W. G. (2004). Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales, aditivos alimentarios y estimulantes del crecimiento. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 259-265 pp.

Comecarne. (2019). Consejo mexicano de la carne. Compendio estadístico 2019. Disponible en: www.comecarne.org. Agosto 2021.

Committee on Drug Use in Food Animals. (1999). Panel on Animal Health, Food Safety and Public Health. The Use of Drugs in Food Animals: Benefits and Risks. National Research Council. National Academy Press, Washington, USA.

Costa, B. P. (2000). El futuro de los aditivos en alimentación animal. Ácidos orgánicos de cadena corta y aceites esenciales como promotores del crecimiento. Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias. Jornadas Conmemorativas XXV Aniversario. Madrid. Vol. VIII. 103-110 pp.

Dawson, K.A. (1994). Manipulation of microorganisms in the digestive tract: The role of oligosaccharides and diet specific yeast cultures. California Nutrition Conference for feed Manufacturers.

Denli, M. & Pérez, J. F. (2006). Contaminación por micotoxinas en los piensos: efectos, tratamiento y prevención. Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. UAB. 18 pp.

DOCE. (1970). Directiva 70/524/CEE del Consejo, de 23 de noviembre de 1970, sobre los aditivos en la alimentación animal. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1970/524/oj/?locale=es>. Agosto 2021.

DOCE. (1997a). Directiva 97/6/CE de la Comisión de 30 de enero de 1997 por la que se modifica la Directiva 70/524/CEE del Consejo sobre los aditivos en la alimentación animal. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0006&from=ES>. Agosto 2021.

DOCE. (1997b). Directiva 97/6/CE de la Comisión de 30 de enero de 1997 por la que se modifica la Directiva 70/524/CEE del Consejo sobre los aditivos en la alimentación animal. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0006&from=ES>. Agosto 2021.

DOCE. (1998). Reglamento (CE) No 2821/98 del Consejo de 17 de diciembre de 1998 por el que se modifica la Directiva 70/524/CEE sobre los aditivos en la alimentación animal, en lo que respecta a la revocación de la autorización de determinados antibióticos. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998R2821&from=ES>. Agosto 2021.

DOCE. (2002). Dictamen del Comité Económico y Social sobre la "Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los aditivos en la alimentación animal" (COM(2002) 153 final — 2002/0073 (COD)) Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?qid=1582098459337&uri=CELEX:52002AE1014>. Agosto 2021.

DOUE (2003). Reglamento (CE) No 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32003R1831>. Enero 2022.

DOUE. (2019). Reglamento (UE) 2019/4 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativo a la fabricación, la comercialización y el uso de piensos medicamentosos, por el que se modifica el Reglamento (CE) No 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo y se deroga la Directiva 90/167/CEE del Consejo. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/4/oj>. Agosto 2021.

Doyle, M. E. (2001). Alternatives to Antibiotic Use for Growth Promotion in Animal Husbandry. Food Research Institute, FRI Briefings. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin. 1-17 pp.

Duan, Q. W., Li, T. J., Gong, L. M., Wu, H. & Zhang, L. Y. (2013). Effects of graded levels of montmorillonite on performance, hematological parameters and bone mineralization in weaned pigs. *Asian-Australas J Animal Sci.* 26(11): 1614-1621.

Edqvist, L. E. & Pedersen, J. S. (2000). Antimicrobials as growth promoters: resistance to common sense. Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000. Report 22-2001 European Environment Agency. Disponible en: https://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2001_22/issue-22-part-09.pdf/view. Agosto 2021.

English, P. R., Fowler, V. R., Baxter, S. & Smith, W. J. (1992a). Crecimiento y finalización del cerdo, cómo mejorar su productividad. C. Alimentos y alimentación. Manual Moderno. México, D. F. 186-217 pp.

English, P. R., Fowler, V. R., Baxter, S. & Smith, W. J. (1992b). Crecimiento y finalización del cerdo, cómo mejorar su productividad. C. Alimentos y alimentación. Manual Moderno. México, D. F. 186-217 pp.

English, P. R., Fowler, V. R., Baxter, S. & Smith, W. J. (1992c). Crecimiento y finalización del cerdo, cómo mejorar su productividad. C. Alimentos y alimentación. Manual Moderno. México, D. F. 186-217.

Errecalde, J. O. (2004a). Uso de antimicrobianos en animales de consumo. FAO, Producción y Sanidad animal. 61 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5468s/y5468s00.htm>. Agosto 2021.

Errecalde, J. O. (2004b). Uso de antimicrobianos en animales de consumo. FAO, Producción y Sanidad animal. 61 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5468s/y5468s02.htm#bm02>. Agosto 2021.

Errecalde, J. O. (2004c). Uso de antimicrobianos en animales de consumo. FAO, Producción y Sanidad animal. 61 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5468s/y5468s02.htm#bm02>. Agosto 2021.

Errecalde, J. O. (2004d). Uso de antimicrobianos en animales de consumo. FAO, Producción y Sanidad animal. 61 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5468s/y5468s02.htm#bm02>. Enero 2022.

Espíndola, F. S. (2006a). Micotoxinas y micotoxicosis en el ganado bovino lechero. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, (1),89-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545053013>. Marzo 2022.

Espíndola, F. S. (2006b). Micotoxinas y micotoxicosis en el ganado bovino lechero. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, (1),89-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545053013>. Abril 2022.

Espíndola, F. S. (2006c). Micotoxinas y micotoxicosis en el ganado bovino lechero. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, (1),89-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545053013>. Abril 2022.

Espinosa, C. I., Báez, A. M., Hernández, F. R. E., López, D. Y., Lobo, R. E. & Corona, G. B. (2019). Resistencia antimicrobiana en bacterias de origen animal: desafíos para su contención desde el laboratorio. *Revista de Salud Animal*, 41(3), e07. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2019000300008&lng=es&tlng=es. Febrero 2022.

Estévez, R. R. M. (2016a). Estudio histórico del uso y prohibición de los promotores de crecimiento en la ganadería Española. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 391 pp.

Estévez, R. R. M. (2016b). Estudio histórico del uso y prohibición de los promotores de crecimiento en la ganadería Española. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 391 pp.

Estévez, R. R. M. (2016c). Estudio histórico del uso y prohibición de los promotores de crecimiento en la ganadería Española. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 391 pp.

Estévez, R. R. M. (2016d). Estudio histórico del uso y prohibición de los promotores de crecimiento en la ganadería Española. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 391 pp.

Estévez, R. R. M. (2016e). Estudio histórico del uso y prohibición de los promotores de crecimiento en la ganadería Española. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 391 pp.

Euskadi. (1996a). Residuos de medicamentos de uso veterinario. Guía Osakidetza Euskadi. 102-123 pp. Disponible en: http://www.euskadi.net/r33-2288/es/contenidos/informacionsanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/vigila9516a.pdf. Agosto 2021.

Euskadi. (1996b). Residuos de medicamentos de uso veterinario. Guía Osakidetza Euskadi. 102-123 pp. Disponible en: http://www.euskadi.net/r33-2288/es/contenidos/informacionsanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/vigila9516a.pdf. Enero 2022.

Ewing, W. N. & Cole, D. J. A. (1994). *The living gut*. Context, Dungannon, N. Ireland.

FAO (2002). Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in foods. London, Ontario, Canadá. 1-11 pp.

FAO. (2005a). La necesidad de fortalecer los programas nacionales de monitoreo del uso de los antimicrobianos en medicina veterinaria en la región. Conferencia Regional FAO/OMS sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe. Costa Rica. Disponible en: <https://www.fao.org/3/af848s/af848s.pdf>. Febrero 2022.

FAO. (2005b). La necesidad de fortalecer los programas nacionales de monitoreo del uso de los antimicrobianos en medicina veterinaria en la región. Conferencia Regional FAO/OMS sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe. Costa Rica. Disponible en: <https://www.fao.org/3/af848s/af848s.pdf>. Febrero 2022.

FAO. (2005c). La necesidad de fortalecer los programas nacionales de monitoreo del uso de los antimicrobianos en medicina veterinaria en la región. Conferencia Regional FAO/OMS sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe. Costa Rica. Disponible en: <https://www.fao.org/3/af848s/af848s.pdf>. Febrero 2022.

FAO. (2014). Buenas prácticas para la industria de piensos – Implementación del código de prácticas sobre buena alimentación animal. Manual FAO de producción y sanidad animal. No 9. Roma.

Flores, M. J. A. & Agraz, G. A. (1981). Ganado porcino cría, explotación, enfermedades e industrialización. Edit. Limusa.

Fowler, N. G. (1982). Diez años después de Swann. Los aditivos y estimulantes del crecimiento añadidos a los piensos. Progresos en Nutrición. Iberia S.A. 26-27 pp.

García, C. R. (2002). Producción porcina. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 69-76 pp.

García, C. Y., García, Y., López, A. & Boucourt, R. (2005a). Probióticos: una alternativa para mejorar el comportamiento animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 39(2), 129-140 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017845001>. Marzo 2022.

García, C. Y., García, Y., López, A. & Boucourt, R. (2005b). Probióticos: una alternativa para mejorar el comportamiento animal. Revista Cubana de Ciencia

Agrícola, 39(2), 129-140 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017845001>. Marzo 2022.

García, H. Y. & García, C. Y. (2015a). Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 49 (2): 173-177 pp. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193039698006>. Enero de 2022.

García, H. Y. & García, C. Y. (2015b). Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 49 (2): 173-177 pp. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193039698006>. Marzo 2022.

García, H. Y. & García, C. Y. (2015c). Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 49 (2): 173-177 pp. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193039698006>. Marzo 2022.

García, S. R. (2004). Las levaduras para la alimentación de los porcinos (*Saccharomyces Cerevisiae*). Disponible en: <https://www.engormix.com/porcicultura/foros/las-levaduras-alimentacion-porcinos-t2396/>. Marzo 2022.

GEM. (2015). Gobierno del Estado de México. Disponible en <https://estadodemexico.com.mx/temascaltepec/>. Septiembre 2021.

Gimeno, O. & Ortega, C. (2005a). Antibioterapia y salud pública veterinaria; desarrollo de microorganismos resistentes, mecanismos de resistencia y estrategias para el uso prudente de antibióticos. Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. España. 11 pp.

Gimeno, O. & Ortega, C. (2005b). Antibioterapia y salud pública veterinaria; desarrollo de microorganismos resistentes, mecanismos de resistencia y estrategias para el uso prudente de antibióticos. Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. España. 11 pp.

Giraldo, C. J., Narváez, S. W. & Díaz, L. E. (2015). Probióticos en cerdos: resultados contradictorios. *Revista Biosalud* 14(1): 81-90 pp. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v14n1/v14n1a09.pdf>. Marzo 2022.

Guevara, R. C. A. & Suárez, M. C. (2017). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de rumiantes. Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 51 (2),21-30. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251004>. Abril 2022.

Gutiérrez, R. L. A., Montoya, O. I. & Vélez, Z. J. M. (2013a). Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción más limpia*. 8(1): 135-146. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000100010. Agosto 2021.

Gutiérrez, R. L. A., Montoya, O. I. & Vélez, Z. J. M. (2013b). Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción más limpia*. 8(1): 135-146. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000100010. Agosto 2021.

Gutiérrez, R. L. A., Montoya, O. I. & Vélez, Z. J. M. (2013c). Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción más limpia*. 8(1): 135-146. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000100010. Agosto 2021.

Hascoët, A. S. (2020). Ventajas de la suplementación con paredes celulares de levadura: efecto adsorbente de micotoxinas, antibacteriano e inmunoestimulante. Disponible en: https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/ventajas-suplementacion-paredes-celulares-t46137.htm?utm_source=notification&utm_medium=webpush&utm_campaign=0-0-0&smld=8e72b74825f1c7b58fb26172951587fd&src_ga=1. Marzo 2022.

Havenaar, R. & Huis In't Veld, M. J. H. (1992). Probiotics: a general view. In: *The Lactic acid bacteria*, Vol 1. Ed: Brian J.B. wood. Department of Bioscience and technology, University of Strathclyde, Glasgow, U.K. 155-156 pp.

Hillamn, K. (2001). Bacteriological aspects of the use of antibiotics and their alternatives in the feed of non-ruminant animals. In: Recent Advances in Animal Nutrition. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman. Nottingham, UK. 107-134 pp.

Hume, M. E. (2011). Historic perspective: Prebiotics, probiotics and other alternatives to antibiotics. Food safety Symposium: Potential impact of reduced antibiotic use and the roles of prebiotics, probiotics and other alternatives in antibiotic-free broiler production. *Poultry Science*, 90:2663-2669.

Huyghebaert, G., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2011). An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *Veterinary Journal*, 187(2):182-188.

INEGI. (2021). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=15086>. Septiembre 2021.

INTAGRI. (2019). Uso de Aditivos y Promotores de Crecimiento en la Alimentación de Bovinos de Engorda. Serie Ganadería, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 pp.

JECFA. (2002). Residues of some veterinary drugs in animals and foods. Monographs prepared by the fifty-eighth meeting of the Joint FAO/OMS Expert Committee on Food Additives (JECFA). World Health Organization and Food and Agriculture Organisation of the United Nations. FAO Food and Nutrition. Paper No. 41/14.

Jia, H. L., Wen, K. C., Nafeesa, K., Wei, H. Y. & Chun, H. Z. (2021). On how montmorillonite as an ingredient in animal feed functions. *Applied Clay Science*. Vol. 202. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105963>. Abril 2022.

Jones, F. & Ricke, S. (2003). Observations on the history of the development of antimicrobials and their use in Poultry Feeds. *Poultry Science* 82:613–617. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119449948>. Enero 2022.

Jurado, R. S. (2012). Análisis de resistencias a antimicrobianos en aislados de *Escherichia coli* procedentes de cerdos tratados por vía oral con diferentes dosis de colistina. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 196 pp.

- Kogan, G. & Kocher, A. (2007). *Livestock Science*, 161-165. 109 pp.
- Lavet. (2015). *Nutrición animal: aditivos y promotores de crecimiento*. Disponible en: <http://www.lavet.com.mx/nutricion-animal-aditivos-promotores-de-crecimiento/>. Enero 2022.
- Lawson, S. E. J. (1999a). El uso de los antibióticos en producción animal y la resistencia antimicrobiana. RIMSA. Reino Unido. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/48865/doc477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Agosto 2021.
- Lawson, S. E. J. (1999b). El uso de los antibióticos en producción animal y la resistencia antimicrobiana. RIMSA. Reino Unido. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/48865/doc477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Agosto 2021.
- Lawson, S. E. J. (1999c). El uso de los antibióticos en producción animal y la resistencia antimicrobiana. RIMSA. Reino Unido. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/48865/doc477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Febrero 2022.
- Lawson, S. E. J. (1999d). El uso de los antibióticos en producción animal y la resistencia antimicrobiana. RIMSA. Reino Unido. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/48865/doc477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Febrero 2022.
- Lehman, R. P. (1972). Implementation of the recommendations contained in the report to the commissioner concerning the use of antibiotics in animal feed. *J. Anim. Sci.* 35: 1340.
- Lon-Wo, E., Dale, N. & Cárdenas, M. (2002). Complejo enzimático celulasa. Su potencialidad en dietas con Saccharina. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 36:231.
- Lu, H., Bradley, C. L., Wilcock, P., Adeola, O. & Ajuwon, K. M. (2017). Effect of supplementation of xylanase and live yeast on long-term growth performance of pigs. *J. Anim. Sci.* 95(Suppl. 4): 198-199.
- Markowiak, P. & Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathog.* 10:21. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0>. Marzo 2022.

Martínez, A., Zapata, L. E., Sierra, J., Pérez, M. P., Pradal, R. P., Mendoza, R., Velásquez, M. O. & Cuarón, J. A. (2000). Ileitis, intestinal microflora and performance of growing-finishing pigs fed *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Anim. Sci.* 78(Suppl. 1): 1296.

Martínez, M., Castro, M., Ayala, L., Castañeda, S., Achang, J. & Almeida, M. (2009). Efecto de una fitasa microbiana de la levadura *Pichia pastoris*, en el comportamiento productivo y la excreción de nutrientes de cerdos en crecimiento. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 43:163.

Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F. & Warner, R. G. (1984). *Nutrición animal*. 4 Ed. McGraw-Hill, México, D. F. 640 pp.

Mora, B. I. (2007). *Nutrición Animal*. 1 Ed. EUNED. Costa Rica. 127 pp.

NRC. (1998a). *Nonnutritive Feed Additives. Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. 97 pp.

NRC. (1998b). *Nonnutritive Feed Additives. Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. 97 pp.

NRC. (1999a). *The use of drugs in food animals: Benefits and risks*. CABI Pub., Wallingford, UK.

NRC. (1999b). *The use of drugs in food animals: Benefits and risks*. CABI Pub., Wallingford, UK.

O'Quinn, P. R., Funderburke, D. W. & Tibetts, G. W. (2001). Effects of dietary supplementation with mannan oligosaccharides on sow and litter performance in a commercial production system. *J. Anim. Sci.* 79(Suppl. 1): 212

OMS. (1997). *El impacto médico del uso de antimicrobianos en animales destinados al consumo humano: informe de una reunión de la OMS*. Berlín, Alemania. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/64439>. Agosto 2021.

Paredes, F. & Roca, J. J. (2004). *Acción de los antibióticos. Perspectiva de la medicación antimicrobiana*. Vol. 23. Núm. 3. 116-124 pp. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-accion-antibioticos-perspectiva-medicacion-antimicrobiana-13059414>. Enero 2022.

Patiño, D. (2003). ¿Por qué las bacterias se hacen resistentes a la acción de los antibióticos? Umbral Científico. (3),48-56. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30400307>. Febrero 2022.

Phillips, I., Casewell, M., Cox, T., De Groot, B., Friis, C., Jones, R., Nightingale, C., Preston, R. & Waddell, J. (2004a). Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 53, 28-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14657094/>. Septiembre 2021.

Phillips, I., Casewell, M., Cox, T., De Groot, B., Friis, C., Jones, R., Nightingale, C., Preston, R. & Waddell, J. (2004b). Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 53, 28-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14657094/>. Febrero 2022.

Prescott, J. F. (2006). History of Antimicrobial Usage in Agriculture: an Overview. En Antimicrobial Resistance in Bacteria of Animal Origin. Editado por: F.M. Aarestrup, ASM Press.

Ranilla, M. J. & Carro, M. D. (2000a). Antibióticos como aditivos en la alimentación animal. Departamento de producción animal I. Mundo Ganadero (126). 32-35 pp. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_mg/mg_2000_126_completa.pdf. Agosto 2021.

Ranilla, M. J. & Carro, M. D. (2000b). Antibióticos como aditivos en la alimentación animal. Departamento de producción animal I. Mundo Ganadero (126). 32-35 pp. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_mg/mg_2000_126_completa.pdf. Septiembre 2021.

Ravindran, V. (2010). Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro. XXVI Curso de Especialización FEDNA. Institute of Food, Nutrition and Human Health. Massey University, New Zealand. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf Enero 2022.

Reti, K. L., Thomas, M. C., Yanke, L. J., Selinger, L. B. & Inglis, G. D. (2013). Effect of antimicrobial growth promoter administration on the intestinal microbiota of beef cattle. *Gut Pathology*, 11; 5(1):8.

Rodríguez, R. C. A. (1980). Estudios de ciertos aditivos intencionales en carne y productos cárnicos. Tesis doctoral. Departamento de Microbiología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.

Rosas, A. E. N. (2008a). Comportamiento productivo de cerdos en la etapa de engorda-finalización suplementados con Levadura de Cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis de Licenciatura. División de Ciencia Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. 86 pp.

Rosas, A. E. N. (2008b). Comportamiento productivo de cerdos en la etapa de engorda-finalización suplementados con Levadura de Cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis de Licenciatura. División de Ciencia Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. 86 pp.

Ross, G. R., Gusils, C., Oliszewski, R., Colombo, H. S. & González, S. N. (2010). Effects of probiotic administration in swine. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 109:545-549.

Roura, E. (2001a). Alternativas a los promotores de crecimiento antibióticos en producción porcina. Anaporc. *Revista de Porcicultura* (207): 53-76. Disponible en: <http://www.lucta.com>. Febrero 2022.

Roura, E. (2001b). Alternativas a los promotores de crecimiento antibióticos en producción porcina. Anaporc. *Revista de Porcicultura* (207): 53-76. Disponible en: <http://www.lucta.com>. Abril 2022.

Roura, E. (2001c). Alternativas a los promotores de crecimiento antibióticos en producción porcina. Anaporc. *Revista de Porcicultura* (207): 53-76. Disponible en: <http://www.lucta.com>. Abril 2022.

SAGARPA (2018). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/emite-sagarpa-listado-de-sustancias-prohibidas-para-consumo-animal>. Febrero 2022.

Santomá, G. (1999). Aditivos alternativos a los antibióticos y promotores de crecimiento. Memoria XXXVI Symp. Avicultura, Sec. Esp. WPSA, Valladolid. 95-132 pp.

Schwarz, S., Kehrenberg, C. & Chaslus, D. E. (2002). Antimicrobial resistance in bacteria from poultry: Resistance genes and their ways of spreading. Proc. 11 th Eur. Poultry Conf., Bremen.

SEECO (2017). Secretaría de Economía. Subsecretaría de Minería. Perfil de mercado de la bentonita. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287791/Perfil_Bentonita_2017.pdf.

Abril 2022.

Segura, P. J. F., Olivares, M. A. & López, B. C. (2013a) Probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición porcina. Avances en Tecnología porcina. ISSN 1697-2015. 33-39 pp.

Segura, P. J. F., Olivares, M. A. & López, B. C. (2013b) Probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición porcina. Avances en Tecnología porcina. ISSN 1697-2015. 33-39 pp.

SIAP. (2020). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Disponible en: www.gob.mx/SIAP. Agosto 2021.

Spring, P. (2000). Yeast's secret weapon aids animal production. Feed Mix Special 2000: 32 – 34pp.

Sumano, L. H. S. & Ocampo, C. L. (2006a). Farmacología veterinaria. 3 Ed. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 361-375 pp.

Sumano, L. H. S. & Ocampo, C. L. (2006b). Farmacología veterinaria. 3 Ed. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 361-375 pp.

Sumano, L. H. S. & Ocampo, C. L. (2006c). Farmacología veterinaria. 3 Ed. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 361-375 pp.

Sumano, L. H. S. & Ocampo, C. L. (2006d). Farmacología veterinaria. 3 Ed. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 361-375 pp.

Sumano, L. H. S. & Ocampo, C. L. (2006e). Farmacología veterinaria. 3 Ed. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 361-375 pp.

Sumano, L. H. S. & Ocampo, C. L. (2006f). Farmacología veterinaria. 3 Ed. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 361-375 pp.

Swann, M. M., Baxter, K. L. & Field, H. I. (1969). Report of the Joint Committee on the Use of Antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine. Great Britain. 1525-1531 pp.

Thacker, P. (2013). Alternatives to antibiotic as growth promoters for use in swine production: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 4:35.

Torres, C. & Zarazaga, M. (2002a). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales: ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta sanitaria* 16(2): 109-112. pp. Disponible en: <https://www.gacetasanitaria.org/es-pdf-S0213911102716403>. Agosto 2021.

Torres, C. & Zarazaga, M. (2002b). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales: ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta sanitaria* 16(2): 109-112. pp. Disponible en: <https://www.gacetasanitaria.org/es-pdf-S0213911102716403>. Agosto 2021.

Torres, C. & Zarazaga, M. (2002c). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales: ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta sanitaria* 16(2): 109-112. pp. Disponible en: <https://www.gacetasanitaria.org/es-pdf-S0213911102716403>. Agosto 2021.

Tortuero, C. F. (2000). Microorganismos y enzimas en el futuro de la alimentación animal. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias. Jornadas Conmemorativas XXV Aniversario*. Madrid. Vol. VIII. 111-121 pp.

Trckova, M., Vondruskova, H., Zraly, Z., Alexa, P., Hamrik, J., Kummer, V., Maskova, J., Mrlik, V., Krizova, K., Slana, I., Leva, L. & Pavlik, I. (2009a). The effect of kaolin feeding on efficiency, health status and course of diarrhoeal infections caused by enterotoxigenic *Escherichia coli* strains in weaned piglets. *Veterinary Research Institute*. Brn, Czech Republic. (2):47-63.

Trckova, M., Vondruskova, H., Zraly, Z., Alexa, P., Hamrik, J., Kummer, V., Maskova, J., Mrlik, V., Krizova, K., Slana, I., Leva, L. & Pavlik, I. (2009b). The effect of kaolin feeding on efficiency, health status and course of diarrhoeal infections caused by enterotoxigenic *Escherichia coli* strains in weaned piglets. *Veterinary Research Institute*. Brn, Czech Republic. (2):47-63.

Turner, J. L., Pas, S. S., Dritz & Minton, J. E. (2002). Review: Alternatives to Antimicrobials in Swine Diets *The Professional Animal Scientist* 17: 217–226 pp.

USDA. (2011). Uso de antibióticos en animales. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. 38 pp. Disponible en: <http://www.aphis.usda.gov/NVAP>. Febrero 2022.

Valle, G. M., Marcos, S. V., Ferrero, P. M., López, R. R. & Biesa, C. P. (s. f.). Máster en Seguridad Alimentaria. Modulo I: Seguridad Alimentaria. Disponible en: www.uned.es/master.../Materiales_avance_100%20paginas.pdf. Agosto 2021.

Van Heugten, E., Funderburke, D. W. & Dorton, K.L. (2003). Growth performance, nutrient digestibility and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. *J. Anim. Sci.* 81:1004–1012.

Vondruskova, H., Slamova, R., Trckova, M., Zraly, Z. & Pavlik, I. (2010). Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: a review. *Veterinary Research Institute. Brn, Czech Republic.* (5):199-224.

Waksman, S. A. (1947). What is an antibiotic or antibiotic substance? *Mycology*, (39):565-569. Disponible en: <https://www.historiadelamedicina.org/waksman.html>. Enero 2022.

Wang, J. P., Chi, F. & Kim, I.H. (2012). Effects of montmorillonite clay on growth performance, nutrient digestibility, vulva size, faecal microflora and oxidative stress in weaning gilts challenged with zearalenone. *Animal Feed Science and Technology.* 178: 3–4. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.09.004>. Abril 2022.

Whitley, N. C., Cazac, D., Rude, B. J., Jackson-O'Brien, D. & Parveen, S. (2009). Use of a commercial probiotic supplement in meat goats. *Journal animal science*, 87:723–728. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1031>. Marzo 2022.

Wu, B.R., Yang, B. Z., Jonhston, F. & Chi, F. (2012a). The effects of Calibrin Z adsorbent on weaning pigs with no mycotoxin challenge. Shandong Agricultural University. Amlan International, Chicago, IL.

Wu, B. R., Yang, B. Z., Jonhston, F. & Chi, F. (2012b). The effects of Calibrin Z adsorbent on weaning pigs with no mycotoxin challenge. Shandong Agricultural University. Amlan International, Chicago, IL.

Xia, M. S., Hu, C. H. & Xu, Z. R. (2005). Effects of copper bearing montmorillonite on the growth performance, intestinal microflora and morphology of weanling pigs. *Animal*

Feed Science and Technology, Vol. 118, Issues 3-4. 307-317 pp. Disponible en: <https://doi.org/1.1016/j.anifeedsci.2004.11.008>. Abril 2022.

Yan, L., Lee, J. H., Meng, Q. W. & Kim, I. H. (2011). Evaluation of de Anion® supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and faecal noxious gas content in weaning pigs. *Journal of Applied Animal Research*. 39:1, 36-40. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09712119.2011.565568>. Abril 2022.

Yu, D. Y., Song, W. H., Zhou, B. & Li, W. F. (2009). Assessment of Cu (II)-bearing montmorillonite on Cd adsorption. *Biol Trace Elem Res*. 130:185-92.

Zakeri, B., & Lu, T. K. (2013). Synthetic biology of antimicrobial discovery. *ACS Synthetic Biology*, 19; 2(7):358-372. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/sb300101g>. Enero 2022.

Zaninia, K., Marzottoa, M., Castellazzi, A., Borsari, A., Dellaglio, F. & Torriani, S. (2007). The effects of fermented milks with simple and complex probiotic mixtures on the intestinal microbiota and immune response of healthy adults and children. *International Dairy Journal* 17:1332-1343.

Zaragoza, S. C. & Ramos, M. C. (2021a). Micotoxicosis en animales domésticos: Temas selectos de Micología Veterinaria. Disponible en: https://micologiaveterinaria.fmvz.unam.mx/assets/docs/temas_selectos/Micotoxicosis.pdf. Marzo 2022.

Zaragoza, S. C. & Ramos, M. C. (2021b). Micotoxicosis en animales domésticos: Temas selectos de Micología Veterinaria. Disponible en: https://micologiaveterinaria.fmvz.unam.mx/assets/docs/temas_selectos/Micotoxicosis.pdf. Abril 2022.