

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Efectos del Aceite Esencial de Orégano (*Oreganum vulgare*) como Promotor
de Crecimiento en Cerdos (*Sus scrofa*)**

**Monografía previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias
Biológicas**

ALEXANDRA DEL CARMEN TENEDA LLERENA

Quito, 2015

CERTIFICACIÓN

Certifico que la Monografía de Licenciatura en Ciencias Biológicas, de la Sra. Alexandra del Carmen Teneda Llerena ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

M. Sc. Alexandra Narváez

Directora de la Monografía

Quito, 20 de Marzo de 2015

LISTA DE ABREVIATURAS

- **APC** .- Antibiótico Promotores de Crecimiento
- **AE**.- Aceite Esencial
- **AEO**.- Aceite Esencial de Orégano

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	1
2. Abstract.....	3
3. Introducción	5
4. Marco teórico.....	7
4.1. ANTIBIÓTICOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO.....	7
4.1.1. Antecedentes.....	7
4.1.2. Beneficios del uso de APC en producción animal	10
4.1.3. Reglamentación del uso de APC	12
4.1.4. Aditivos	15
4.2. ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (ORIGANUM VULGARIS).....	17
4.2.1. Descripción botánica del orégano (origanum vulgare)	20
A. Clasificación.....	20
B. Características	21
C. Concentración de macronutrientes	22
4.2.2. Métodos de extracción del aceite esencial del orégano	23
4.2.3. Composición química del aceite de orégano (AEO)	26
4.2.4. Actividad biológica del aceite esencial de orégano.....	31
A. Antioxidante	33
B. Antimicrobiano.....	35
C. Antiinflamatorio.....	40
D. Antiparasitario.....	40
E. Capacidad antígenotóxica.....	41
F. Antifúngica.....	42

G. Otros	43
H. Usos y aplicaciones industriales.	44
4.3. PRODUCCIÓN PORCINA.....	45
4.3.1. Antecedentes.....	45
4.3.2. Descripción biológica del Cerdo	47
4.3.3. Producción Intensiva	48
A. Instalaciones	48
B. Etapas de desarrollo	49
C. Alimentación	49
D. Manejo	50
4.4. USO DEL ACEITE ESENCIAL COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN PRODUCCIÓN PORCINA.	51
5. Conclusiones.	58
6. Referencias Bibliográficas	60
7. Figuras.....	80
8. Tablas.....	86
9. Anexos.....	92

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ORÉGANO (<i>ORIGANUM VULGARE</i>) CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE ESMERALDAS-ECUADOR TOMADA EN EL MES DE FEBRERO.	80
FIGURA 2. ORÉGANO (<i>ORIGANUM VULGARE</i>) CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE ESMERALDAS-ECUADOR. TOMADA EN EL MES DE FEBRERO.	81
FIGURA 3. ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES COMPUESTOS QUÍMICOS ENCONTRADOS EN EL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO. FUENTE: ARCILA ET AL. (2004)	82
FIGURA 4. CRIADERO DE CERDOS EN PRODUCCIÓN INTENSIVA CON JAULAS INDIVIDUALES. CERDAS EN GESTACIÓN. FUENTE HTTP://WWW.ENGORMIX.COM/MA-PORCICULTURA/FOTOS/P1.HTM	83
FIGURA 5. EDIFICACIÓN TÍPICA DE UN CRIADERO DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL DEL ECUADOR. PROVINCIA DE ESMERALDAS. SECTOR TANATE. FUENTE: FINCA M.A.D.E.C.A.T.E. 2015	84
FIGURA 6. CRIADERO TÍPICO EDIFICACIÓN DE CEMENTO: CORRALES COMPARTIDOS Y SUMINISTRACIÓN DE AGUA CON CHUPONES Y ALIMENTACIÓN MANUAL. FUENTE FOTO DEL CRIADERO M.A.D.E.C.A.T.E. 2015.....	85

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 . ANTIBIÓTICOS QUE HAN SIDO USADOS POR LA UNIÓN EUROPEA Y HAN SIDO PAULATINAMENTE PROHIBIDOS.....	86
TABLA 2 LISTADO DE ANTIBIÓTICOS PERMITIDOS SEGÚN DIEZ Y CALDERÓN (1997) COMO ADITIVOS EN DETERMINADAS CONDICIONES.....	87
TABLA 3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (<i>ORIGANUM VULGARE</i>).....	88
TABLA 4 . LISTADO DE BACTERIAS PATÓGENAS EN MEDICINA VETERINARIA.....	90
TABLA 5. ENFERMEDADES INFECCIOSAS DEL CERDO POR ETAPAS DE DESARROLLO	91

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA, PROTEÍNA, AMINOÁCIDOS Y MINERALES EN LECHONES Y CERDOS EN CEBO.	92
ANEXO 2 REQUERIMIENTOS DE OLIGOELEMENTOS Y VITAMINAS EN CERDOS.	93

1. RESUMEN

El uso de Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC) en producción animal tuvo muchas ventajas como: el incremento en la tasa de crecimiento y el índice de conversión; logrado al controlar la flora bacteriana presente en el tracto digestivo, eliminando patógenos a la vez que estimula la digestión. No obstante, el uso frecuente de los antibióticos en dosis subterapéuticas provocó la producción de resistencia en bacterias; con la prohibición del uso de los antibióticos como Promotores de Crecimiento por parte de la European Food Safety Authority, el sector productivo se vió en la necesidad de buscar un reemplazo eficiente y no perjudicial, encontrando en los productos de origen natural como los aceites esenciales la mejor opción: fáciles de obtener, sin efectos secundarios y sobre todo sin generar resistencia en los microorganismos contra los cuales se utiliza.

Por estas razones y con el conocimiento empírico ancestral de las bondades del orégano, algunos investigadores han desarrollado varios estudios científicos sobre la composición, actividad y efecto del aceite esencial extraído del orégano como reemplazo a los Antibióticos, encontrando que el orégano tiene actividad antimicrobiana: altera la composición de la pared celular bacteriana haciéndola permeable; además no se acumula en los tejidos animales y no causa resistencia, en cualquier concentración utilizada; el único factor negativo es su fuerte aroma y sabor que lo hace poco apetecible.

Se ha probado su eficacia en pollos y cerdos con excelentes resultados, en cerdos se ha utilizado en el período posdestete, etapa de mayor estrés productivo, obteniéndose los mismos resultados que los antibióticos; aun cuando su aplicación en el período de crecimiento y gestación no ha demostrado resultados contundentes ha sido empleado para optimizar la salud animal. Algunos autores atribuyen la variación de resultados a la especificidad de la composición en cada aceite esencial de orégano relacionada a la especie, a las condiciones de cultivo y extracción del mismo. Lo que hace imprescindible un estudio particular para cada especie en función de la localidad y ubicación geográfica, así como también a la interacción o sinergismo de varios compuestos fenólicos que realzan su actividad.

Palabras claves: Aceite esencial, Antibiótico, Cerdos, Orégano, Promotor de Crecimiento.

2. ABSTRACT

The use of antibiotic growth promoters (AGP) in animal production had many advantages such as increased growth and conversion rate through controlling the bacterial flora in the digestive tract, killing pathogens to increase the digestive capacity. However, the overuse of small concentrations of antibiotics develops resistant populations of bacteria; since the restrictions on antibiotics use as growth promoters by the European Food Safety Authority, the productive sector has been under great pressure to develop a replacement drug that is safe and efficient. Among potential substitutes are the essential oils, which are easy to obtain, safe and most importantly do not have the possibility of developing resistance populations.

Consequently, with these and the ancestral empirical knowledge of the benefits of oregano, the scientific community have developed some studies about composition, activity and effect of oregano essential oil as substitutes for Antibiotics by its antimicrobial activities: it changes the composition of bacterial cell membranes increasing permeability, on the other hand it is residues free and does not lead to resistance at any concentration used; the only negative factor is its strong aroma and flavor that makes it unappetizing.

It has been proven to be effective in poultry and swine, it demonstrate positive effect, in swine has been used in the weaning period, which is the period of highest production demand and achieves the same results as do antibiotics; although its later applications such as the growth and pregnancy stages have not

shown positive results but improvement of the health of swine. Some parameters may affect the function of the essential oil such as composition related to the species, variants across oregano varieties, farming or extraction methods, which makes a particular study for each variety in each geographic location, that takes into account the interaction or synergism of various phenolic compounds that enhance.

Keywords Antibiotic, Essential oil, Growth Promoters, Oregano, Swine.

3. INTRODUCCIÓN

El uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la fabricación de alimentos balanceados tiene por objetivo mejorar el rendimiento productivo y asegurar la salud animal (Santos *et al.*, 2009); sin embargo esto ha permitido el desarrollo de resistencia cruzada de ciertos microorganismos patógenos en salud humana, como consecuencia del consumo de alimentos que contienen restos de antibióticos (Navarro y Martínez, 2012). Por esta razón La European Food Safety Authority (EFSA, 2003) prohibió el uso de antibióticos como método preventivo en Producción Animal creando la necesidad de reemplazarlos con aditivos naturales de origen vegetal como son los aceites esenciales que realizan las misma o similares funciones que los promotores de crecimiento.

La producción porcina es una de las fuentes de proteína animal de buena calidad, el cerdo *Sus scrofa domesticus*, está considerado como una de las especies de mayor potencial carnívoros: tanto por su alto potencial reproductivo, precocidad y el alto rendimiento en carcasa. Según la FAO 2014 (Errecalde, 2004) el número de cerdos a nivel mundial alcanzará los mil millones antes del 2015.

La rentabilidad y la productividad de una explotación porcina están relacionadas con varios factores: genéticos, de manejo, alimentación, sanidad y la efectividad de sus instalaciones. Sin embargo la alimentación es uno de los principales recursos, el presente estudio se centrará en el análisis del efecto que tendrá la incorporación de un aditivo Fotogénico al pienso (aceite esencial), que

cumpla las funciones que hasta hace poco tiempo, desempeñaban los antibióticos promotores de crecimiento; un aditivo que no sea costoso, fácil de producir y que asegure la obtención de un peso óptimo comercial del cerdo así como una buena calidad de la carne.

Entre unos de estos aditivos se encuentra el obtenido a partir del orégano (*Origanum vulgare*), que a más de incrementar la eficiencia y la palatabilidad del pienso, en sistemas donde se utiliza subproductos y alimentos con escaso valor nutricional, mejorará el comportamiento y la salud del animal.

El objetivo de este trabajo es determinar la utilidad del orégano como inductor de crecimiento y preventivo antimicrobiano, proponer su uso determinando el mejor método de extracción de su aceite esencial, determinar sus cualidades y aplicaciones a nivel general (Farmacología), considerando que en la Provincia de Esmeraldas, el orégano constituye una planta silvestre, sin mayores requerimientos de cultivo, de rápido crecimiento y con producción durante todo el año; para ser aplicado en el desarrollo y crecimiento de cerdos con el objetivo de mejorar el rendimiento de la carcasa y la calidad de la carne.

4. MARCO TEORICO.

4.1. ANTIBIÓTICOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO

4.1.1. ANTECEDENTES

Dentro de los procesos productivos agrícolas y ganaderos, las especies animales han sido sometidas a condiciones extremas de producción tales como: altas densidades, dietas elaboradas y manejo deficiente; todo esto conduce a un desequilibrio en las condiciones físicas de los diferentes organismos, llevándolos al stress y a la susceptibilidad frente a los agentes patógenos; el apareamiento de una patología en estas condiciones junto con las graves pérdidas económicas lleva al sector productivo a la necesidad de usar antibióticos en forma profiláctica y terapéutica para reducir los costos de producción (Errecalde, 2004).

En una producción porcina la importancia radica en estimular el crecimiento e incrementar la conversión alimenticia (CA), mejorando así la productividad; con este objetivo se utilizaron los antibióticos para controlar la población bacteriana ubicada en el tracto digestivo de las diferentes especies con importancia comercial, denominándolos como antibióticos promotores de crecimiento (APC) (Errecalde, 2004).

Los “**Promotores de Crecimiento**” se relacionan con el aumento diario del peso de los animales, al usar los APC este objetivo se cumplió en un rango del 1 a 10% obteniéndose carnes de mejor calidad (Errecalde, 2004); esto se atribuye a la acción de los antibióticos sobre la flora intestinal: controlando su población y eliminando posibles patógenos. Durante el desarrollo de un proceso infeccioso el

organismo utiliza energía neta extra (6%) para combatir el desequilibrio, tomando esta energía de los músculos con la subsecuente disminución de la masa muscular (Carne). Con los APC esto ya no ocurre a la vez que al actuar sobre bacterias anaerobias se evitarían las exotoxinas resultado del metabolismo bacteriano (Errecalde, 2004; Ortiz, 2010).

Se ha determinado que la microflora del tracto digestivo de los animales puede ser beneficiosa y perjudicial a la vez. Beneficioso porque como resultado de su metabolismo suministra nutrientes al hospedador, su presencia estimula al sistema inmune a la vez que evita que microorganismos patógenos colonicen el tracto digestivo (exclusión competitiva), así como también los productos resultados de su metabolismo (ácidos grasos de cadena corta) sirven como nutrientes y fuente de energía al hospedador (Ortiz, 2010; Roldán *et al.*, 2010).

Entre los perjuicios podemos mencionar que compite por los nutrientes del hospedador (disminución de la disponibilidad de nitrógeno), produce toxinas como resultado de su metabolismo (catabolismo de aminoácidos) y en estados de estrés del animal pueden ser causantes primarios de enfermedades. Como resultado se da la disminución de la digestibilidad, hay un gasto extra de la energía útil para restablecer la cantidad de moco y vellosidades intestinales perdidas en el transcurso de una infección, energía que podría ser utilizada en el crecimiento del animal (Ortiz, 2010).

En función de los perjuicios se estableció el uso de antibióticos añadidos al alimento en dosis subterapéuticas, con este accionar se incrementó la tasa de

crecimiento en cerdos en el período post lactancia en un rango de 7 a 25 Kg y la eficiencia alimentaria en un 6,9% (Ortiz, 2010) por lo tanto se elevó la rentabilidad de una empresa agrícola.

Según Brock (2009) los antibióticos son agentes quimioterapéuticos, con toxicidad selectiva, producidos por otros microorganismos y que pueden inhibir el crecimiento o matar bacterias, de los cuales apenas el 1,0% se usa en medicina.

Los antibióticos han sido utilizados en nutrición animal por más de 50 años como promotores de crecimiento (APC) para mejorar el crecimiento y estimular la producción (Ortiz, 2010). Según la FAO (Errecalde, 2010) los antibióticos han sido usados como APC en bajas dosificaciones (2,5-50 ppm) añadidos a los alimentos, obteniéndose una carne con menor proporción de grasa y mayor cantidad de proteínas; así como también para controlar patógenos zoonóticos importantes como: *Salmonella spp*, *Campilobacter spp*, *Eschericha coli* y *Enterococcus spp*, de los cuales en la actualidad está comprobada la existencia de cepas resistentes (Hashemi y Davoodi, 2011).

De acuerdo a Diez y Calderón (1997) la eficacia del uso de los antibióticos se debe a una interacción compleja de varios factores: nutritivos, fisiológicos, microbianos y patológicos; siendo específica para cada especie, raza, edad, condiciones ambientales y tipo de alimentación, en donde el índice de conversión y crecimiento son directamente proporcionales a la cantidad del antibiótico usado hasta cierto límite.

El primer antibiótico usado como APC fue clortetraciclina en 1950 con el objetivo de aumentar el ritmo de crecimiento en pollos, luego se usaron (Tabla 1.): penicilinas, estreptomicinas y tetraciclinas tanto en cerdos como en pollos y finalmente en vacas (Errecalde, 2004). Como se detalla en la Tabla 1.

En EEUU el 83,0 % de las explotaciones ganaderas usan antibióticos sea como promotores (APC) o para el tratamiento de enfermedades; los más usados en cerdos y pollos son: Bacitracina, Colistina y Metil Disalicilato; en el caso específico de cerdos se utilizaron en el período posdestete, donde los lechones son susceptibles a diferentes enfermedades respiratorias o entéricas causadas por *E. coli* y *Clostridium perfringens* (Ortiz, 2010) y en avicultura especialmente para prevenir la enteritis crónica causada por *Escherichia coli*.

En 1969 el Comité Científico del Reino Unido recomendó la prohibición del uso de antibióticos que eran empleados en salud humana, sin embargo: bacitracina, tilosina y espiramicina aún se utilizan (Reglamento (CE) N° 1831/2003). Quedando limitado el uso de los antibióticos solo para tratamientos de patologías siempre y cuando su uso sea regulado por un terapeuta, con dosis, prescripción, duración de tratamiento y tiempo de supresión y no ya como complemento alimenticio.

4.1.2. BENEFICIOS DEL USO DE APC EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Los antibióticos se utilizaron con varios propósitos: en forma terapéutica para el tratamiento de enfermedades infecciosas, para evitar la aparición de una

enfermedad en un lote de animales (metafilaxis), para la prevención de enfermedades en animales individuales (profilaxis) y como Promotores de crecimiento en concentraciones subterapéuticas (Errecalde, 2004). En producción animal al añadir antibióticos al pienso se evita la pérdida del valor nutritivo del mismo, ya que en su elaboración se emplea materia prima de origen tanto vegetal como animal, lo que constituye un excelente medio de cultivo para la proliferación de determinados microorganismos: bacterias y hongos, que al ser consumidos provocarían el apareamiento de enfermedades, infecciones e inflamaciones.

Sin embargo, el apareamiento de enfermedades no es el único problema, algunas bacterias como: *Clostridium*, *Streptococcus*, *Enterobacterium*, *Lactobacillus* y *Bacteroides* producen toxinas (aminas tóxicas) resultado de la dextracarboxilación de aminoácidos, incluyendo *Bifidobacterium* productores de fenoles e índoles, compuestos que alteran el sabor y otras características de la carne. Además la cadaverina y la histamina se han relacionado con el desarrollo de diarreas en lechones; bacterias como *Lactobacillus* catalizan la bilis y sus sales, reduciendo la absorción de lípidos, también hay bacterias que digieren enzimáticamente la mucosa digestiva, necesaria para impedir que las bacterias patógenas se fijen en el intestino, resultado de esto el organismo tiene que producir más moco e incrementar el gasto energético necesario para actividades de crecimiento (Ortiz, 2010).

Todos estos y algunos más fueron los justificativos para el uso de los APC; debemos recalcar, que el apareamiento de un proceso infeccioso en una

empresa de producción animal, el vacunar o suministrar un medicamento a cada individuo constituiría un trabajo laborioso, con la subsecuente producción de estrés en el animal debido al exceso de manipulación, pérdida de tiempo y un elevado costo de la mano de obra; además que en producciones piscícolas la forma más efectiva de tratar una enfermedad es añadiendo el medicamento en el pienso.

Al usar los antibióticos como APC se obtuvieron varias ventajas: al optimizar la producción se redujo el número de animales necesarios para alimentar a la población (disminuyó la mortalidad), generando menor cantidad de desechos, menor concentración de nitrógeno y fósforo en el estiércol y menor contaminación del agua (Diez y Calderón, 1997) todo esto beneficiando al medio ambiente. Pero el mayor beneficio para una producción animal es la ganancia económica que conlleva producir en menor tiempo, con manejo deficiente y sin mayor inversión tecnológica y/o personal especializado.

4.1.3. REGLAMENTACIÓN DEL USO DE APC

El uso de los APC no solo presenta beneficios sino que se lo ha relacionado con el apareamiento de determinados problemas como: alergias, intoxicaciones animales y resistencia bacteriana; tanto las alergias como la intoxicación son problemas superables causados por sobredosis, descuido o mal manejo, ya que los APC se utilizan en bajas dosis (2,5-50 ppm) (Hashemi y Davoodi, 2011). Por otra parte la resistencia de las bacterias a los antimicrobianos es un tema de mayor relevancia a nivel mundial, que ha merecido mucha atención

y diversos estudios; pero la importancia no está en el consumo de alimentos contaminados con antimicrobianos, sino más bien en el desarrollo de resistencia en los microorganismos de los animales alimentados con los APC y por ende la transmisión de la resistencia de bacterias animales a bacterias humanas a través de genes portadores de información que codifica resistencia (Errecalde, 2004).

La preocupación del sector consumidor fue lo que llevó a la elaboración por parte de la Unión Europea de una reglamentación prohibitiva que entró en vigencia el 1 de marzo del 2006 (Reglamento (CE) N° 1831/2003), donde se permitió el uso de antibióticos que no se empleen en terapéutica humana y que no son absorbidos en el tracto intestinal (Tabla 2).

El uso de los APC produce cambios fisiológicos en el tracto digestivo de los animales como: la reducción en el tamaño de los intestinos y la disminución del espesor de las paredes intestinales y las vellosidades de la ***lámina propia***; según Ortiz (2010) la ausencia de bacterias en el colon que fermenten anaeróbicamente la fibra, reduce la cantidad de ácidos grasos de cadena corta (acetato, propionato y butirato), que son los que aportan energía al organismo, así como la reducción de células mucosas que son la superficie de absorción intestinal.

De igual manera se comprobó que el uso de los APC si puede inducir resistencia en ciertos microorganismos productores de enfermedades zoonóticas y no patógenos; actuando como reservorios de plásmidos para bacterias patógenas (Navarro y Martínez, 2012).

Según Errecalde (2004) en el área veterinaria se ha especificado la resistencia de determinadas bacterias entre ellas: *Escherichia coli* (multiresistentes), *Salmonella Typhimurium* (multiresistentes), *Enterococos* resistentes a la vancomicina y *Campylobacter* resistentes a las quinolinas.

Bacterias como *E. coli* y *Salmonella*, presentes en el tracto digestivo tanto de animales como en el hombre son las de mayor preocupación, ya que al compartir el mismo medio dos especies diferentes podrían transmitir la resistencia a través de elementos genéticos móviles originando transferencia zoonótica de resistencia, lo que no se solucionaría ni con el retiro de los APC. (Navarro y Martínez, 2012). Se ha observado la presencia de bacteriófagos que toman los plásmidos codificadores de resistencia de *E. coli* y lo transmiten a *Salmonella typhimurium*; estas cepas resistentes aparecen por tiempos en la población animal sin causar mayores problemas, inclusive se ha aislado una bacteria multirresistente de *S. typhimurium* del ganado que es patógena para otros organismos incluyendo al hombre (Ortiz, 2010).

Para controlar microorganismos resistentes se han desarrollado nuevos antibióticos como las fluoroquinolonas, este antimicrobiano es de uso tanto veterinario como humano, restringiendo su uso como tratamiento terapéutico y no como promotor de crecimiento; sin embargo se ha encontrado que *Campylobacter jejuni* es resistente a las fluoroquinolonas (Errecalde, 2004).

Errecalde (2004) también menciona en su estudio que existen cepas de enterococos resistentes a los glucopéptidos, por el excesivo uso de vancomicina,

causando problemas tanto en Europa como en los Estados Unidos de América. Otro antibiótico de uso veterinario que ha sido probado en el control de enterococos resistentes en el hombre es la estreptogramina (quinupristina-dalfopristina), gracias a su efectividad hoy es de uso solo humano (Errecalde, 2004).

Pero la prohibición del uso de los antibióticos como APC trae como consecuencia la reducción en el rendimiento productivo, sobre todo de aves (Hashemi y Davoodi, 2011), ya que al no tener control sobre la flora bacteriana aparecen enfermedades de índole digestivo como disbacteriosis intestinal; por lo tanto el reemplazo de los APC, deberá ser con compuestos específicos para control de flora bacteriana como carvacrol, timol, eugenol, entre otros, (Vázquez, 2011) que a la vez sean rentables.

Por todas estas razones la Unión Europea recomienda el uso de tratamientos alternativos al uso de los APC, tales como acidificadores, prebióticos, probióticos, enzimas, oligosacáridos, minerales y aceites esenciales; denominándolos como aditivos (Reglamento (CE) N° 1831/2003).

4.1.4. ADITIVOS

El reglamento CE N° 1831/2003 define a los aditivos como sustancias, microorganismos y preparados, distintos de las materias primas de los alimentos y que se añaden directamente a los piensos o al agua con el objetivo de mejorar el

sabor del alimento, influyen en la flora gastrointestinal y en la digestibilidad de los piensos, para obtener salud animal.

Dentro de estos aditivos están los ácidos orgánicos de cadena corta como el ácido fórmico, láctico, propiónico; usados para inhibir el crecimiento de hongos en el pienso (Martos *et al.*, 2007). Todos ellos reducen el pH del estómago e incrementan la proteólisis gástrica y por lo tanto la digestibilidad de los nutrientes (Shiva, 2007). El uso de ácidos orgánicos (ácido fórmico al 5%) en pollos de engorde ha mejorado el comportamiento de las aves (Carpio, 2013).

La Unión Europea también recomienda el uso de enzimas, para mejorar la digestión y el aprovechamiento de nutrientes, siendo estas específicas para ciertos sustratos.

Los probióticos son microorganismos (*Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus* y *Saccharomyces cereviceae*) que realizan la función de exclusión competitiva en el tracto digestivo animal y a la vez estimulan el sistema inmune (García, 2009). Así también los minerales como cobre y zinc, aditivos fotogénicos (manzanilla, ácido acético, orégano) que mejoran la eficiencia y disponibilidad de nutrientes (Asipuela, 2006).

Prebióticos, a diferencia de los probióticos, son compuestos no digeribles (como oligosacáridos) que estimulan el crecimiento de microorganismos beneficiosos para el tracto digestivo; según Carpio (2013) el uso de estos

carbohidratos prebióticos estimula la proliferación de bifidobacterias en las heces estimulando al tracto digestivo.

Otros aditivos son los minerales orgánicos, oligosacáridos y los extractos de plantas o aceites esenciales (AE); siendo estos últimos de fácil extracción, económicos y seguros desde el punto de vista biológico y toxicológico.

Los aceites esenciales (AE) actualmente son utilizados en veterinaria como repelentes, insecticidas, antiparasitarios, añadidos en el alimento de los animales para tratamiento de enfermedades o como promotores de crecimiento. (Rusenova y Parvanov, 2009).

4.2. ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*)

Los aceites esenciales (AE) son extractos de plantas utilizadas desde tiempos muy antiguos, en varios países y con diferentes objetivos: medicinales, aromatizantes, conservantes, entre otros. El conocimiento sobre las aplicaciones medicinales de estos extractos es muy antiguo, basado en la experiencia de culturas antiguas como la asiática (pioneros en el uso de esencias) y de las poblaciones indígenas ancestrales; conocimiento que ha sido adquirido por experimentación o transmitido de generación en generación; un conocimiento empírico de tratamiento y profilaxis con extractos de plantas frente a enfermedades que atacaban a la población, actualmente el uso de estos extractos se ha extendido inclusive a países desarrollados (Arcila *et al.*, 2004; Hashemi y Davoodi, 2011).

En la obtención de los aceites esenciales (AE) se utilizan diferentes partes de la planta: hojas, tallos o raíces, todo depende de la especie que se utilice; sin embargo la función que desempeñan estos compuestos en la planta aún no se ha determinado, aunque se cree que cumplen funciones relacionadas con la polinización gracias a las fragancias y aromas que producen para atraer insectos, como protección contra depredadores o en interacciones vegetales (Shiva, 2007; Usano, 2012).

De las 500.000 especies de plantas existentes solo el 1,0 al 10,0% son utilizadas en la alimentación humana y animal (Hasehemi y Davood, 2011), las plantas productoras de aceites esenciales pertenecen a varias familias taxonómicas entre ellas: Lamiaceae, que según Freire (2004) en el Ecuador se ha registrado 219 especies y 27 géneros, entre los cuales se encuentra el Orégano (*Origanum vulgare L*) objeto del presente estudio.

El aceite esencial es un líquido hidrofóbico, que contiene compuestos aromáticos volátiles de las plantas, llamado esencial en el sentido que lleva un olor distintivo o esencia de la planta. Las plantas como parte de su metabolismo producen sustancias químicas denominadas metabolitos primarios (azúcar y grasas) y secundarios; los aceites esenciales (extractos fitoquímicos) son metabolitos secundarios, no desempeñan funciones primarias en las plantas por lo tanto se producen en menor cantidad y están relacionados a la especie vegetal que la produce (Hashemi y Davood, 2011).

Los AE son mezclas complejas de compuestos bioactivos, entre los principales están los terpenoides, cuya actividad se debe a la acción conjunta de sus componentes químicos que actúan sinérgicamente, complementando su acción y su eficacia (Hashemi y Davoodi, 2011; Vásquez, 2011).

Varios estudios sobre estos AE han demostrado que son efectivos en el control de poblaciones bacterianas intestinales (Burt, 2004; Burt *et al.*, 2007; Conçalves *et al.*, 2013; Dušan *et al.*, 2006; Esquivel *et al.*, 2010; García, 2009; Soković *et al.*, 2007), mejorando la salud y optimizando la supervivencia animal, aun cuando no son efectivas en todas las situaciones. Esta efectividad depende de varios factores biológicos relacionados con la planta de la cual se extrae (Teixeria *et al.*, 2013; Tibaldi *et al.*, 2011; Usano, 2012; Vargas y Bottia, 2008); además de la concentración de nutrientes en los piensos a los cuales se los añade, una relación directa con la concentración de proteína, a mayor proteína habrá mayor efecto (García, 2009).

Los aceites esenciales han sido utilizados como condimentos y especias, teniendo gran acogida gracias a su homogeneidad del aroma y a la reducción de la contaminación del extracto. De acuerdo a la Unión Europea el aceite esencial de orégano y sus compuestos son considerados como saborizantes en la alimentación y por lo tanto, considerados como un aditivo seguro en alimentación animal. Gracias a ello se lo aplicado en otros campos y se han desarrollado nuevas tecnologías de extracción, purificación y aplicación. Cada aceite esencial se caracteriza por sus propiedades físicas como densidad, viscosidad, índice de

refracción y actividad óptica; aunque la mayoría de ellos son menos densos que el agua (Peredo, 2009).

4.2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL ORÉGANO (*Origanum vulgare*)

a. CLASIFICACIÓN.

El orégano (*Origanum vulgare*) es una planta herbácea perenne aromática nativa de Europa, de la familia Lamiaceae, tiene varias especies; gracias a sus características aromáticas y de aplicación alimenticia, se han desarrollado muchas subespecies y variedades; entre las subespecies más importantes están:

- *Origanum vulgare gracile* originario de Kirguistán
- *Origanum vulgare hirtum*

Reino: Plantae

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Subfamilia: Nepetoideae

Tribu: Menthaceae

Género: *Origanum*

Especie: *Origanum vulgare*

b. CARACTERÍSTICAS

El orégano es un arbusto pequeño, de altura promedio 45-90cm, su tallo es erecto, anguloso, pubescente, es ramificado y veloso. Las hojas son verdes y opuestas, ovales, anchas de bordes dentados o enteras y con vellosidades en el haz, poseen glándulas de aceites esenciales en los bordes (Freire, 2004).

Las flores son inflorescencias redondeadas terminales de color blanco o rojo de hasta 7mm, el cáliz con cinco dientes iguales, con glándulas amarillas y pilosas con cinco dientes iguales; las brácteas lanceoladas u ovales de color púrpura violáceo o grisáceo; corola bilabiada, blanca o rojo púrpura; sus semillas son pequeñas y ovales de color marrón, sus frutos son tetraquenios (Muñoz, 2002) Figura 1.

Se desarrolla bien en diferentes tipos de suelos (calizos), en climas templados o cálidos, requiere de cierta humedad, se reproduce por semillas y esquejes. Se cultiva a partir de semillas, estacas o divisiones de la planta (Méndez, 2008), su cultivo puede durar de 6 a 8 años (Muñoz, 2002), aunque la mayor cantidad de orégano proviene de plantas silvestres.

De acuerdo a Freire (2004), en el Ecuador el orégano es ampliamente utilizado en especería y en la fabricación de aguas aromáticas gracias a la presencia de su aceite esencial. En medicina casera ha sido utilizada para el control de gases intestinales, expectorante, antiinflamatorio y antiséptico de vías respiratorias, relajar los dolores de la menstruación, favorecer la circulación,

diurético, externamente para cicatrizar heridas y desinfección, entre otras (Muñoz, 2002).

El orégano es una planta que crece sin mayores requerimientos técnicos, no tiene una época específica de germinación y crecimiento, además el proceso de obtención del aceite no requiere de mucha inversión. Todos estos factores transforman al orégano en un buen recurso para reemplazar el uso de los antibióticos en los alimentos animales APC.

c. CONCENTRACIÓN DE MACRONUTRIENTES

De acuerdo a García *et al.* (2012) la concentración de macronutrientes del orégano por cada 100 gr de material seco es:

- 9,93 gr de agua
- 9 gr proteína
- 4,28 gr de lípidos
- 68,92 gr de carbohidratos
- 7,87 de cenizas

También se encuentran micronutrientes como: calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, sodio, zinc, cobre, manganeso y selenio (García *et al.*, 2012).

4.2.2. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL ORÉGANO

El método de extracción de los diferentes aceites esenciales principalmente dependerá de la función o uso que se le dé. Estos aceites esenciales se encuentran en las plantas en estructuras histológicas especializadas (tricomas) localizadas hacia la superficie de la planta, que en el caso del orégano que pertenece a la familia Lamiaceae se encuentra en los pelos secretores (Freire, 2004; Shiva, 2007).

El aceite esencial del orégano se extrae particularmente de las hojas, como los AE son metabolitos secundarios se esperaría que en la época de mayor metabolismo exista mayor concentración de aceite. Mendiola (2009), Muñoz (2002) y Soković *et al.* (2007) recomiendan la cosecha de las hojas al principio de la época de floración, mientras que García (2012) encuentra que es mejor después de la floración.

Estas hojas se deben secar en buenas condiciones para conservar su aroma y sabor. Muñoz (2002) recomienda secar en ramos de 2-4 cm de espesor, las hojas recolectadas no se deben apilar para evitar la fermentación y secar a no más de 35°C para no perder sus compuestos aromáticos (Usano, 2012), se conservan en recipientes herméticos, no en bolsas plásticas porque pierden cualidades aromatizantes (Muñoz, 2002).

De acuerdo con Peredo *et al.* (2009) el método de extracción puede contaminar y variar la composición del aceite esencial en proporción o en número de compuestos, en la actualidad se han utilizado varios métodos de extracción del AEO como: prensado, destilación por arrastre de vapor con agua (Soylu *et al.*, 2007; Teixeira *et al.*, 2013; Figuéredo *et al.*, 2006; Soković *et al.*, 2007; Santoro *et al.*, 2007) o extracción por arrastre, extracción con fluidos críticos o con solventes (diclorometano, hexano), extracción fraccionada con disolventes, maceración (Teixeira *et al.*, 2013), métodos de prensado, extracción con líquidos presurizados, extracción con soxhlet entre otros (Usano 2012) (Arcila-Lozano, 2004); sin embargo el método aplicado dependerá del uso que se le dé al aceite esencial.

El método más utilizado es la destilación por vapor que según Peredo (2009), a pesar de ser un método sencillo requiere de largos períodos de tiempo con bajos rendimientos, mientras que el uso de disolventes como cloroformo y alcohol solubilizan también ceras y grasas obteniéndose un extracto impuro (una Oleorresina), que al igual que la destilación requiere de grandes períodos de tiempo y con trazas de solventes, limitando su uso y recomendándolo solo para laboratorio por el costo y toxicidad de los solventes. Usano (2012) recomienda añadir al agua de destilación una pequeña cantidad de xileno para extraer todo el aceite posible.

Según Arcila-Lozano *et al.* (2004) el método de extracción supercrítica y subcrítica con dióxido de carbono como solvente, tiene buenas expectativas ya que dióxido de carbono no es tóxico, ni explosivo y es fácil de remover de los

aceites, datos confirmados por Peredo *et al.* (2009) definiéndolo como un método con mayores rendimientos, menores tiempos, selectividad de composición con menos gasto de energía.

Autores como Peredo *et al.* (2009) y Bayramoglu *et al.* (2008) coinciden en las ventajas de la extracción por microondas sin disolvente: se utiliza material fresco, se obtiene un aceite de alta calidad que preserva todos los compuestos volátiles, el consumo de energía es menor y principalmente se reduce el tiempo de extracción a 35 min a diferencia de la hidrodestilación de hojas secas (Guerra *et al.*, 2008) que toma 3 a 6 horas; pero requiere de mucho control (Peredo *et al.*, 2009), aunque su composición química varía muy poco.

Considerando que el aceite obtenido será utilizado en la alimentación animal deberá obtenerse sin solventes para evitar intoxicación de los animales a los químicos. Shiva (2007) utilizó un método mecánico que consiste en exprimir el material vegetal, se recolecta el aceite y se filtra, proceso utilizado principalmente para obtener esencias cítricas. Sin embargo existe un método más antiguo y sencillo, como la maceración que consiste en sumergir las plantas en aceite vegetal dentro de un recipiente de vidrio, para exponerlas al sol durante una o dos semanas, los productos obtenidos por este método son adecuados para incluir en los piensos de los animales (Nutrición Porcina, 2005), e inclusive Jiménez (2011) recomienda añadir las hojas directamente a la dieta diaria de los animales sin correr peligro de intoxicación o sobredosis, manteniendo los beneficios del orégano. Estos dos últimos métodos tienen la ventaja que en el sector agrícola no se disponen de los medios y tecnicismos de un laboratorio.

Por otro lado, la cuantificación del aceite según Peredo (2009) está en función de su peso (gravimetría) o por su volumen, de acuerdo a Arcila- Lozano *et al.* (2004) el rendimiento del aceite esencial del *O. vulgare spp.* Hirtum es del 2,0% al 6,0%, relacionado a la especie y las condiciones de cultivo.

La valoración de la calidad del extracto se hace por métodos físico-químicos: ensayos de evaluación de la miscibilidad en etanol, mediciones del índice de refracción, densidad relativa, determinación de residuos de evaporación, determinación de índice de acidez, etc. (Shiva, 2007). Siendo más recomendado establecer el uso de métodos analíticos instrumentales por cromatografía de gases y la identificación por espectrofotómetro de masa (Peredo, 2009) o electroforesis capilar y resonancia magnética nuclear (Vargas y Bottie, 2008).

Finalmente conservar el aceite lejos de la luz, en recipientes cerrados herméticamente ya que el aire puede alterar algunos principios activos, el aceite esencial debe ser refrigerado para mantener sus cualidades (Usano, 2012)

4.2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE ORÉGANO (AEO)

La composición química de un aceite esencial es variable cualitativamente y cuantitativamente, ambos factores están relacionados a la especie vegetal de la cual se extrae, el estado vegetativo de la planta y la parte a utilizarse, quimiotipos (variación por razas vegetales), lugar donde se cultiva, época y condiciones climáticas de cultivo como: temperatura, humedad relativa, tipo de suelo, insolación, vientos (Arcila *et al.*, 2004; Figuéredo *et al.*, 2006; García *et al.*, 2012;

Muñoz, 2002; Roldán *et al.*, 2010; Teixeira *et al.*, 2013). Este último sobre todo afecta a los extractos extraídos de la familia Lamiaceae, ya que el aceite esencial se encuentra superficialmente (Shiva, 2007), así como también al método de extracción que se utilice (Jiménez, 2011; Roldán *et al.*, 2010; Soković *et al.*, 2007).

Químicamente los aceites esenciales son mezclas de hidrocarburos alicíclicos-aromáticos y compuestos oxigenados derivados de ellos (alcoholes, aldehídos, cetonas, esteres) que le dan el sabor y olor característico de la esencia, muchos son de origen terpenoide y pocos aromáticos bencénicos mezclados con terpenos (Háuad, 2010).

Los compuestos fotoquímicos son de tres tipos: volátiles, lípidos y fenoles; volátiles son aquellos que dan el sabor y olor de las hojas (terpenos, sesquiterpenos, alcohol y aldehídos), lípidos como: esteroides, ésteres, alcoholes grasos, ácidos grasos libres, ceras, glicoproteínas, ácido triterpénico y los fenoles y flavonoides (García *et al.*, 2012), todos ellos sintetizados a partir del isopreno (Usano, 2012).

Los compuestos más frecuentes encontrados en los diferentes aceites esenciales del orégano (*Origanum vulgare*) son los derivados del ácido mevalónico: monoterpenoides (aromáticos, hidrocarbonados y oxigenados) y sesquiterpenoides (hidrocarbonados y oxigenados) (Arcila *et al.*, 2004; Grondona *et al.*, 2014; Muñoz 2002; Roldán *et al.*, 2010; Soković *et al.*, 2007); algunos diterpenos oxigenados (Teixeira, *et al.* 2013), hidrocarburos alifáticos (Grondona, *et al.* 2014); ácidos fenólicos, taninos, flavonoides, triterpenos (Bayramoglu *et al.*,

2008) (Muñoz, 2002); flavonoides como: crisoeriol, diosmetina, eriodictiol, cosmosido, vicenina-2 en *O. vulgare L spp. Hirtum* y antocianinas (García *et al.*, 2012). Por otra parte Muñoz, (2002) menciona que los aceites esenciales de algunas variedades de Orégano cultivados en Europa carecen de fenoles.

El número de compuestos encontrados en el aceite esencial de *Oreganum vulgare* es variable: Arcila *et al.* (2004) menciona que se pueden encontrar entre 16 a 56 compuestos; en el aceite esencial obtenido por Bayramoglu *et al.* (2008) del 80,0 al 85,0% fueron compuestos oxigenados, el 13-16% monoterpenos hidrocarbonados y sesquiterpenos en concentración de 1-1,6%; Figuéredo *et al.* (2006) en su estudio de nueve especies de orégano encontró 134 compuestos químicos, 53 de los cuales están en concentraciones menores a 0,01%; Grondona *et al.* (2014) especificó 200 compuestos con una fracción volátil del 90-95% y no volátil del 5-10%; se determinaron 16 compuestos en un aceite esencial de orégano comercial de *O. vulgare*, siendo mayor la concentración de carvacrol (85,28%) (Roldán *et al.*, 2010); Soković *et al.* (2007) determinó 8 compuestos, siendo los principales los monoterpenos oxigenados (53,8%) y monoterpenos hidrocarbonados (14,5%); mientras que Teixeira *et al.* (2013) identificó 64 compuestos, la mayor cantidad corresponde a monoterpenos oxigenados (53,8%) y monoterpenos hidrocarbonados (24,6%).

De todos estos estudios los fenoles isoméricos: carvacrol (0,1 -56,6%) y el timol (7,9-53,6%) son los principales (Grondona *et al.*, 2014). A quienes se les atribuye las funciones antioxidantes y antibacterianas, cuya función es alterar la permeabilidad de la membrana celular de las bacterias patógenas

como: *Salmonella* y *E. coli*, quienes son responsables de trastornos digestivos en los animales, especialmente en lechones (Nutrición Porcina).

La composición química del aceite esencial del orégano no se puede estandarizar por las diferencias acusadas a varios factores ambientales mencionados anteriormente y por el método de extracción empleado; estudios como los de Tibaldi *et al.* (2011) comprobaron que al variar las condiciones de cultivo y el manejo post-cosecha la composición del aceite varía también, debido a la presencia de enzimas en los diferentes estados del cultivo, a la temperatura del secado, etc. En el estudio de Falco *et al.* (2013) la forma de cultivo en hileras simples o dobles, altera la composición química del aceite de *O. vulgare*: en cultivos de hileras simples el compuesto predominante fue el sabineno, mientras que en hileras dobles prevalece el ocimene; de igual forma la concentración en material fresco es alta en hidrocarburos sesquiterpenos y en material seco predomina el spathulenol y el carvacrol; datos corroborados por Martino *et al.* (2009) donde la influencia de la zona de cultivo es significativa en cuanto a la cantidad y especificidad de los compuestos químicos, debiendo primeramente definir el área geográfica de donde se obtienen las muestras; así como la estación de la recolección de especímenes; sin embargo siguen siendo los compuestos fenólicos los predominantes y por lo tanto su acción bactericida es efectiva. Esquivel *et al.* (2010) manifiesta que el aceite extraído de las hojas contiene carvacrol y timol, mientras que las raíces tienen estaquiosa y los tallos sustancias tánicas.

Los aceites esenciales son una mezcla compleja de compuestos químicos, muchos de los cuales están presentes en trazas, no son registrados o no se han descrito (Tabla 3).

El carvacrol, 5 isopropil-2-metilphenol-2-methyl-5-(1-methylethyl)-phenol (IUPAC), es un fenol natural monoterpenoide, isómero del timol, que inhibe el crecimiento de *Escherichia coli* (Conçalves et al., 2013; Rusenova y Parvanov, 2009) y *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*; el carvacrol altera la composición de los ácidos grasos de la membrana al sintetizar dos fosfolípidos adicionales, omitiendo uno de los originales haciéndola permeable y provocando la muerte celular. El carvacrol se encuentra también en los aceites esenciales de varias plantas como: la mejorana, el orégano, el tomillo, la ajedrea y otras. Es un líquido incoloro, levemente soluble en agua y soluble en etanol y éter, según Arcila-Lozano et al. (2004) la proporción está entre 0,1 al 56,6%. Se lo utiliza como conservador de alimentos, en la industria cosmética, en desinfectantes y en la medicina alternativa, debido a sus propiedades antibacterianas, antimicóticas, analgésicas y antioxidantes. Se ha demostrado que el carvacrol hace permeable la membrana bacteriana (Simitzis et al., 2010).

El timol, 2-isopropil-5-metilfenol (IUPAC), es una sustancia cristalina, pertenece a los terpenos, su fórmula es $C_{10}H_{14}O$. Según Arcila-lozano et al. (2004) en el aceite de orégano se encuentra en concentraciones desde el 7,9 al 53,6% y tiene efecto en la permeabilidad de la membrana bacteriana al igual que el carvacrol (Simitzis et al., 2010).

Es utilizado en la industria para elaboración de enjuagues bucales y pasta dental por su acción bactericida, en infecciones de vías respiratorias superiores, en productos antiinflamatorios, como también en cosmética y perfumería (Acevedo *et al.*, 2013). También se ha encontrado que el timol contenido en aceites esenciales es efectivo en el control de *Trypanosoma brucei*, *Leishmania major* y *Tripanosoma cruzi* (Santoro *et al.*, 2007)

El aceite esencial de orégano puede tener: Terpineno (isómero de hidrocarburos), p-cimeno (compuesto orgánico aromático aquirbenceno, insoluble en agua pero soluble en etanol); cariofileno (compuesto bicíclico natural), germacreno (hidrocarburo orgánico volátil, sesquiterpeno, antimicrobiano e insecticida), fenchol (monoterpenoide bicíclico saturado, con fórmula molecular $C_{10}H_{18}O$, isómero de cadena del borneol), terpineol (fórmula química es $C_{10}H_{18}O_2$, monoterpeno de alcohol) entre otros.

4.2.4. ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL ACEITE ESCENCIAL DE ORÉGANO

Como se ha mencionado, el uso del orégano data de miles de años atrás, usado por egipcios, chinos, indios, griegos entre otros en consumo humano sea como especias o tratamiento paliativo en alguna dolencia, sin embargo el uso en tratamientos veterinarios aun es poco conocido. Con la prohibición del uso de APC el AEO ha tomado una creciente importancia siendo en la actualidad objeto de varias investigaciones para establecer su constitución química, calidad, estandarización, eficacia y los mecanismos de acción de las diferentes

propiedades del Orégano comprobando o refutando sus distintas aplicaciones; comparado con los APC estos no dejan residuos y son menos tóxicos (Hashemi y Davoodi, 2011).

Debemos recalcar que no solo el aceite constituye una forma eficiente de utilización, las hojas frescas incluidas en la dieta han demostrado ser efectivas al mejorar la palatabilidad de los alimentos animales, mejorando el comportamiento productivo (Jiménez y González, 2011) y como indicadores de salud en animales monogástricos (Nutrición Porcina). Otra forma de aplicación ha sido la obtención de harina de orégano a partir de las hojas secadas y molidas recomendado su uso a bajas concentraciones de hasta de un 1,0% en la dieta animal.

Muñoz (2002) manifiesta que la comisión Europea (Bundesanzeiger Nº 122 del 06-07-1988) reconoce las propiedades antisépticas del Orégano: sobre las vías respiratorias, expectorantes, béquicas, carminativas, digestivas, aperitivas, coleréticos, espasmolíticos, diuréticas, antirreumáticas, sedantes y diaforéticas aun cuando no están comprobadas.

Entre las funciones atribuidas al AEO tenemos: como antioxidante y antimicrobiano por cuya razón ha sido aplicado en la industria alimenticia; por sus anticancerígenas y antimutagénicas se ha recomendado su uso como tratamiento y/o prevención de cáncer (Guerra *et al.*, 2008); por sus cualidades insecticidas se ha empleado en el control biológico de cierta especies de dípteros; como antiinflamatorio, antiparasitario, para el control de hongos, entre otros.

a. ANTIOXIDANTE

Varios estudios recientes han corroborado la actividad antioxidante del aceite de orégano, Hashemi y Davoodi (2011) han identificado 14 compuestos biológicamente activos como antioxidantes en el AEO, compuestos que impiden o inhiben la oxidación de biomoléculas como proteínas y DNA (García *et al.*, 2012) influenciando en la habilidad oxidativa de la grasa abdominal en cerdos y modificando el contenido de colesterol (Asipuella, 2006) a la vez que estimula el apetito. Según Peredo (2009) esto se debe a que el AEO retrasa o inhibe la oxidación de aceites y lípidos, por la presencia de los grupos hidroxilos en los compuestos fenólicos encontrados en todas las especies de orégano y que según Arcila-Lozano *et al.* (2004) están en altas concentraciones (>140 mmol/100 g) en *O. vulgare*.

El efecto antioxidante de los extractos metanólicos del orégano según Arcila-Lozano *et al.* (2004) se debe a los ácidos cafeico, rosmarínico y al carvacrol, identificándose como principal antioxidante un glucósido fenólico: la timoquinona, una aglicona identificada en *O. vulgare ssp. Hirtum* con alta actividad antioxidativa, mientras que la actividad anti-radical está dada por los monofenoles: carvacrol y timol. Quiroga *et al.* (2011) en su estudio sobre el aceite de canola dice que la acción antioxidante se debe a la presencia de Timol, que estabiliza al aceite y evita la oxidación lipídica; en otros estudios la presencia de un alto contenido de fenoles en los aceites fue atribuido a la capacidad antioxidativa (Teixeira *et al.*, 2013), sin embargo en el orégano también se ha

identificado alto contenido de vitamina C y de carotenoides que son compuestos antioxidantes (Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

Según Bauer *et al.* (2001) el uso de hierbas como aditivos alimenticios afecta la estabilidad oxidativa de la carne, determinado por la concentración de colesterol oxidado, haciendo que el tocino de animales alimentados con orégano tenga una mejor estabilidad confirmando la efectividad del AEO en la habilidad oxidativa de la grasa abdominal.

Un aspecto de mayor interés es que las especies reactivas de oxígeno en el organismo humano son las causantes de cáncer, problemas neurodegenerativos y del envejecimiento (García *et al.*, 2012; Grondona *et al.*, 2014); si el AEO gracias a su capacidad antioxidante es capaz de impedir la iniciación o propagación de éstas podría transformarse en un tratamiento alternativo y natural para el control de estas patologías (García *et al.*, 2012); sin embargo el problema que conlleva es la transferencia del olor y sabor característico del orégano, haciéndose necesario la deodorización (Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

García *et al.* (2012) por el método ORAC determinó para el aceite de *O. vulgare* un índice de actividad antioxidante de 3.5 ET g⁻¹ peso fresco y Arcila *et al.* (2004) por el método del β -Caroteno es de 0,064. De acuerdo a Teixeira *et al.* (2013) tanto el aceite esencial como un extracto en agua caliente obtenido de *O. vulgare* tienen fuerte capacidad antioxidante medida para el aceite en 0,005 y para el extracto 0,55.

b. ANTIMICROBIANO.

La función antimicrobiana de los fotoquímicos se debe a diferentes mecanismos de acción, ya sean por: taninos que actúan por privación de hierro, por enlaces de hidrógeno, gracias a interacciones con proteínas vitales o enzimas, alcaloides intercaladores de DNA e inhibidores de las síntesis de DNA a través de la inhibición de la topoisomerasa, saponinas que forman complejos con los esteroides de la membrana dañándola o simplemente por sus propiedades lipofílicas que permiten el paso a través de la membrana (Hashemi y Davoodi, 2011).

Algunos estudios han demostrado los efectos antimicrobianos del aceite esencial del Orégano: Burt (2004) encontró que al ser los AEO insolubles en agua, facilitaban la partición de lípidos de la membrana celular microbiana transformándola en permeable, permitiendo así la salida del contenido celular y en su estudio del 2007 comprobó que al aplicar carvacrol en concentración de 1 mM en el crecimiento de *E. coli* O157:H7, se inhibía la flagelina y por lo tanto el desarrollo flagelar, quedando bacterias inmóviles debido a un choque térmico en la proteína 60; observándose también que esta inactivación bacteriana por el aceite esencial de orégano es irreversible (Marino, 2001). Grondona *et al.* (2014) determina que el aceite del orégano incrementa la permeabilidad de la membrana bacteriana por iones y protones, alternando la integridad de la membrana lipídica gracias al sinergismo de sus componentes. El carvacrol interfiere con la actividad de la chitinasa de la membrana bacteriana y con la α y β glucanasas de los hongos.

La mayoría de los estudios con el AEO se enfocan en la efectividad en el control de microorganismos patógenos en el área veterinaria (Tabla 4), medido por el crecimiento y desarrollo bacteriano, demostrando que tienen acciones similares a los antibióticos. De acuerdo a Hashemi y Davoodi, (2011) se han especificado 11 compuestos antibacterianos obtenidos de plantas.

El AEO ha demostrado ser efectivo tanto contra bacterias Gram positivas como Gram negativas (Rusenova y Parvanov, 2009; Grondona *et al.*, 2014), aunque las Gram positivas son más susceptibles (Grondona *et al.*, 2014; Roldán *et al.*, 2010; Teixeira *et al.*, 2013; Soković *et al.*, 2007), en otro estudio realizado por Marino *et al.* (2001) el aceite esencial del orégano tiene actividad bactericida a concentración de 400 ppm, sobre todo en bacterias Gram negativas mientras que en Gram positivas tiene acción bacteriostática.

La actividad antibacteriana del AEO es atribuida a la presencia de determinados compuestos: siendo el carvacrol y el timol los más efectivos (Teixeira *et al.*, 2013), cuya especificidad es mayor para bacterias Gram negativas excepto para *P. aeruginosa* (Arcila-Lozano *et al.*, 2004); otros compuestos como: γ -terpinene, terpinen-4-ol y el trans-sabitene hidratado han demostrado también ser efectivos en control bacteriano (Grondona *et al.*, 2014); sin embargo compuestos como el g-terpineno y r-cimeno no tienen actividad bacteriana (Arcila-Lozano *et al.*, 2004) y el linalyl acetato y limonene tienen baja actividad antibacteriana (Sokovicet *et al.*, 2007) En algunos estudios se ha observado que esta actividad antimicrobiana no se limita a la presencia de un solo componente sino también a la sinergia entre varios de ellos.

Como se enlista en la Tabla 4, son varios los microorganismos sobre los cuales tiene efecto de control el AEO, sin embargo la especificidad y rango de inhibición bacteriana está relacionada con la composición del aceite así como la especie del cual se obtiene: Grondona *et al.* (2014) observó que la mayor actividad del AEO fue sobre *S. aureus* y *Shigella* y fue inactivo frente a un uropatógeno de *E. coli*.

Guerra *et al.* (2008) demostró la sensibilidad de *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* al efecto antimicrobiano de AEO, al igual que *Staphylococcus aureus* y *S. epidermidis* empleados en la industria alimenticia para prevenir alteraciones lipídicas. Mientras que en el estudio de Marino *et al.* (2001) *E. coli* y *Listeria innocua* fueron las más susceptibles. Conçalves *et al.* (2013) encontró que: *B. cereus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *Salmonella typhimurium* y *S aureus* fueron sensibles al acción antimicrobiana del aceite de orégano, al contrario *Pseudomona aeruginosa* fue resistente, demostrando que el efecto inhibitorio del extracto está relacionado a la concentración del mismo.

En el caso de *E. coli*, *B. subtilis*, *S thyphimurium* y *B. cereus* la concentración más efectiva es del 5,0% (Conçalves *et al.*, 2013) y para microorganismos como: *Acinetobacter baumannii*, *Aeromonas veronii biogroup sobria*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomona aeruginosa*, *Salmonella enterica subsp. enterica serotype typhimurium*, *Serratia marcescens* and *Staphylococcus aureus* la concentraciones inhibitorias encontradas son mayores al 2% v/v (Arcila-Lozano *et al.*, 2004). Sin embargo Burt, (2004) observó que el AEO para el control de

bacterias *in vitro* requería de concentraciones bajas; pero para ser utilizadas en la preservación de calidad en comida estas concentraciones deberían ser altas.

Al comparar la actividad antimicrobiana de 12 aceites esenciales por Rusenova y Parpanov (2009) se determinó que el efecto inhibitorio del AEO sobre los 14 patógenos veterinarios se obtuvo a una concentración de $\leq 2,0\%$ (V/v), siendo *P. aeruginosa* la más resistente y los más sensibles los hongos. Teixeira *et al* (2013) determinó un MIV del AEO menor a 5mg mL^{-1} afectando la mureina de la membrana de *E. coli* y *L. monocitogenes*. El aceite esencial obtenido por Soković *et al.* (2007) con una concentración el carvacrol del 64,5% manifestó la mejor actividad antimicrobiana superior a la observada por la estreptomicina, donde el efecto inhibitorio se dio a 0,05-0,5% $\mu\text{g/ml}$ y el efecto bactericida a 0,125-1,0 $\mu\text{g/ml}$; siendo las más resistentes *Pseudomona aeruginosa* y *Proteus mirabilis* y la más sensible *Micrococcus flavus*. La mínima concentración bactericida encontrada por Roldán *et al.* (2010) es de $\leq 5\text{ mg/ml}$, efectiva sobre todos los microorganismos pero no fue superior que estreptomicina.

En general Arcila-Lozano *et al.* (2004) determinó que la concentración mínima inhibitoria (CMI) para los aceites esenciales está entre 0.28-1.27 mg/ml para bacterias, y de 0.65-1.27 mg/ml para hongos. En el estudio de Soković *et al.* 2007 obtuvo un AEO con un rendimiento de 1,5% (v/w).

La mayoría de los estudios son *in vitro* y pocos realizados en el tracto digestivo de un animal (Roldán *et al.*, 2010; Dušan *et al.*, 2006); de acuerdo a

Dušan *et al.* (2006) las mismas dosis que *in vitro* inhiben el crecimiento bacteriano en el organismo causan toxicidad con apoptosis celular, debiendo reducirse la dosis y por lo tanto inactivando el aceite o disminuyendo su efecto; sin embargo el AEO y específicamente el carvacrol a pesar de incrementar ligeramente la apoptosis celular en el tracto digestivo mantuvo la actividad bactericida sobre *Escherichia coli*; pero la actividad bacteriana de los diferentes aceites esenciales estudiados no se limita a un solo componente o a su concentración, sino al sinergismo de diferentes compuestos del aceite o a la presencia de otro compuesto que es activo en bajas concentraciones (Roldán *et al.*, 2010; Soković *et al.*, 2007). Por otro lado, la acción antimicrobiana del AEO no es específica sobre patógenos sino que también actúa sobre bacterias beneficiosas como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium breve*, lo cual es un efecto indeseable, a pesar que la concentración mínima contra bacterias beneficiosas es de 80mg/ml superior a la que se necesita contra patógenos en el caso del AE de *O basilicum* (Roldán *et al.*, 2010).

De acuerdo a Soković *et al.* (2007) los monoterpenos hidrocarbonados tienen baja actividad antibacteriana en contraposición a los compuestos oxigenados que son altamente activos en todos los microorganismos (fenoles: carvacrol y timol), la razón es que los monoterpenos tienen baja solubilidad en agua limitando su difusión, por su limitada capacidad de enlaces de hidrógeno; mientras que la actividad antimicrobiana de cetonas, aldehídos y alcoholes manifiesta diferente especificidad y nivel de actividad.

c. ANTIINFLAMATORIO.

De acuerdo Arcila-Lozano *et al.* (2004) los responsables de la actividad antiinflamatoria son: ácido romanístico, ursólico y el ácido oleanólico los cuales no se han encontrado en todos los aceites esenciales de orégano o están en pocas cantidades (Tabla. 4).

En un estudio con ratones de laboratorio a quienes se les provocó una inflamación con polisacáridos y posterior tratamiento con AEO, reflejó cambios en las células residentes de las vías respiratorias en el lapso de 3h desde la aplicación del AEO; ésta respuesta depende del grado de activación celular ya que el AEO produce un incremento de neutrófilos polimorfos nucleares y otras células (Grondona, *et al.*, 2014). García *et al.* (2012) reporta que un extracto soluble en agua inhibió la secreción de ciclooxigenasa 2 (COX-2) en células humanas de carcinoma epitelial en el estudio de Lemay (2006).

d. ANTIPARASITARIO.

El efecto antiparasitario de *O. vulgare* no ha sido aún comprobado; sin embargo, Force (2000) encontró que al administrar oralmente 600 µg/ml de aceite emulsificado por día y por el lapso de 6 semanas en pacientes que dieron positivo para *Blastocystis hominis*, se obtenía una efectividad antiparasitaria del 50% de la población testada.

El aceite esencial de orégano ha demostrado ser efectivo en el control de *Trypanosoma cruzi*, en cualquier estado de su desarrollo: para los epimastigotes el IC50/24h fué de 175 µg/ml y para la lisis del trypomastigote IC50/24h fué de 115 µg/ml; la observación por microscopia electrónica refleja protuberancias citoplasmáticas ocasionales con alteraciones morfológicas en el plasma y en la membrana flagelar, siendo los trypomastigotes más sensibles al AEO que los epimastigotes, el principal componente del AEO fue 3-cyclohen-1-ol (26,2%). La muerte del patógeno se atribuye a la característica del AEO hidrofobicidad que le permite penetrar la membrana celular y matar al parásito afectando la vía metabólica citoplasmática (Santoro *et al.*, 2007) similar mecanismo observado en la actividad contra bacterias.

e. CAPACIDAD ANTIGENOTÓXICA.

Se atribuye al aceite esencial del orégano una capacidad anti carcinogénica relacionada con el incremento en la actividad de la enzima detoxificante glutathion S-transferasa (GST) cuando el aceite se administra oralmente, *in vitro* los monoterpenos inhiben las monooxigenasas CYP2B1 lo que altera la biotransformación de sustancias tóxicas (Arcila *et al.*, 2004)

Estudios recientes por el Dr. Bavadecar demuestran que el aceite de orégano puede ser utilizado contra el cáncer de próstata, ya que este produce apoptosis en las células cancerígenas. En el estudio de Grondona *et al.* (2014) en ratones se observó que el AEO decrece la proliferación de células A549, resultado de apoptosis celular. Según Arcila-Lozano *et al.* (2004) el orégano *O. vulgare*

contiene: galangina y la quercetina, flavonoides con actividad antimutagénica contra sustancias encontradas comúnmente en los alimentos; tal es así que el AEO en dilución de hasta 1:10000 presentó altos niveles de citotoxicidad contra células HeLa y de cáncer ovárico humano. Todas las especies de orégano tienen actividad antitumoral y citotóxica como el de *O. majorama* (Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

f. ANTIFÚNGICA.

La actividad antifúngica del aceite esencial del orégano no tiene muchas investigaciones y las que existen son realizadas *in vitro* (Soylu *et al.*, 2007), todos los estudios relacionados al tema han sido desarrollados en la industria para evitar la contaminación de productos cárnicos procesados.

Según Arcila-Lozano *et al.* (2004) uno de los beneficios del AEO es el control de hongos: *Cándida albicans*, *C. tropicalis*, *Torulopsis glabrata*, *Aspergillus Níger*, *Geotrichum* y *Rhodotorula* por inhibición del crecimiento micelar, pero no es efectivo contra *Pseudomona aeruginosa*. Gómez *et al.* (2011) establece que el aceite de *O. vulgaris* es más efectivo contra *Penicillium digitatum*, Paster *et al.* (1990) encontró que 400 µg/ml del aceite de *O. vulgaris* inhibe el crecimiento micelial de *Aspergillus niger* y *A. flaous* y de 600 µg/ml para *A ochraceus*; por otro lado la inhibición de la germinación de esporas se da a 600 µg/ml.

El AEO en estudios *in vitro* por efectos volátiles inhibe el crecimiento micelial de *S. sclerotiorum* a 0,3 µg ml⁻¹ y en contacto a 3,2 µg ml⁻¹; mientras que

in vivo afecta el crecimiento del hongo, pero no a la germinación del tomate y en ningún estado de su desarrollo; la justificación es que produce en ambos casos un daño en las hifas, se observaron largas vesículas en las paredes celulares y se redujeron los diámetros de las hifas (Soylu *et al.*, 2007); similares resultados a los obtenidos por el mismo autor en el 2006 en *Phytophthora infestans* causante del tizón tardío del tomate donde el principal componente del aceite era el carvacrol, el AEO inhibió la producción de esporangios, causa coagulación citoplasmática, hifas arrugadas y fuga de protoplastos.

Los AEO obtenidos de las flores por extracción con vapor, también han sido probados en la industria alimenticia, para prevenir el desarrollo de hongos que alteran el sabor y la calidad de la carne de cerdo (*Aspergillus niger* y *Aspergillus flavus*), demostrándose que a concentración de 2 μ L se reduce el crecimiento de ambas especies (Martos *et al.*, 2007).

g. OTROS

Al aceite esencial del orégano se han atribuido varias funciones que aún no han sido comprobadas científicamente o se hallan en estudios, entre estas tenemos: la actividad estrogénica relacionada al contenido de flavonoides los cuales tienen actividad hormonal, colocándolo entre una de las seis especies con mayor capacidad para ligar progesterona entre: la verbena, la cúrcuma, el tomillo, el trébol rojo y la damiana (Arcila-Lozano *et al.*, 2004); además se cree que el orégano puede poseer una ligera actividad estrogénica in vivo cuando es consumido a través de los alimentos.

También se lo ha relacionado con la capacidad de controlar plagas de insectos, ácaros, hongos y nematodos de las especies: *Rhizopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, y *Sitophilus oryzae*, convirtiendo al orégano en una excelente fuente para control biológico.

La función antiviral es muy poco estudiada, estudios recientes han demostrado la eficacia del aceite de orégano sobre norovirus (Winter vomiting disease) que causa problemas a nivel mundial, es una enfermedad no grave de escuelas y guarderías, de rápida recuperación cuyos síntomas son vómito y diarrea, se cree que el carvacrol actúa sobre la cápsida viral sobre las proteínas haciendo que se rompan y permitiendo que otro microorganismo entre y mate el virus (Gilling *et al.*, 2014). Bakkali *et al.* (2008) menciona en estudios recientes que el AE actúa como prooxidante en células eucarióticas afectando la membrana celular interna y las organelas (mitocondria), manifestando efectos citotóxicos en células vivas, pero no genotóxicos: cambios potencial redox intracelular y disfunción mitocondrial.

h. USOS Y APLICACIONES INDUSTRIALES.

Los beneficios del orégano han llegado a ser de gran reconocimiento a nivel mundial, lo que le ha permitido ser empleado en la industria cosmética, perfumería, farmacología, alimenticia, etc, siendo la mayor aplicación en la industria alimenticia para promover la calidad y la cantidad de productos obtenidos a partir de la carne, así como para mantener su aroma y sabor (Simitzis *et al.*, 2010), sobre todo en aves (pavo, pollo) donde el aceite esencial de orégano

presenta una reducción significativa de la oxidación lipídica tanto en carne cruda o procesada y refrigerada (Arcila-Lozano *et al.*, 2004). Sin embargo Campos *et al.* (2015) considera que el uso de los AEO como antioxidantes en la industria alimenticia tiene sus limitaciones, debido a que este es degradado rápidamente por factores como: temperatura, luz, presencia de oxígeno, humedad entre otros.

Por todas estas razones el AE se ha transformado en un excelente recurso como promotor de crecimiento en reemplazo a los antibióticos; sin embargo existen varios factores a considerar tanto de la especie de la cual se extrae el aceite esencial como en quien se la utiliza; el objetivo del uso de los AE como promotores de crecimiento es beneficiar el ecosistema de la microflora gastrointestinal controlando posibles patógenos (Hashemi y Davoodi, 2001).

4.3. PRODUCCIÓN PORCINA

4.3.1. ANTECEDENTES

El cerdo es un animal doméstico con alto potencial carnívor, antiguamente no se le dió valor a la producción porcina porque era criado bajo condiciones rudimentarias, permitiendo el libre pastoreo y sin una adecuada alimentación (suministrando desechos caseros) que producían un cerdo con alta proporción de grasa (manteca).

Con el crecimiento poblacional mundial surge la necesidad de buscar nuevas fuentes de proteínas que abastezcan la demanda de carne, el cerdo gracias a sus características productivas:

- a. corto tiempo de producción (4-5-meses),
- b. alto potencial reproductivo (24-30 lechones hembra/ año),
- c. alto rendimiento en carcasa (75 al 78%),
- d. carne magra de gran valor nutritivo lo hizo muy apetecible a nivel comercial

El cerdo en la antigüedad era criado por pastoreo (sistema producción extensivo) lo que no permitía aprovechar los beneficios de la especie como fuente de proteínas, la explosión demográfica mundial lo vuelve apetecible y se establece la producción semi-intensiva e intensiva, ambas requieren condiciones extremas de crianza: altas densidades, instalaciones apropiadas, suministro constante de agua y alimento adecuado a sus etapas de desarrollo, manejo óptimo, controles sanitarios entre otros. Todo esto llevando a la producción de carnes más tiernas y con menos grasas, con altos niveles de conversión en la etapa de engorde.

El principal productor de cerdos a nivel mundial es Asia (60,0%), le sigue Europa con 20,0% y luego América con 17,0%. (Beyli *et al.*, 2012). Aunque según Padilla (2006) se estima que en Centroamérica el porcentaje de crianza criolla es de 78,0% comparado con las tecnificadas apenas el 22,0%. En el Ecuador la industria porcina es altamente artesanal (80,0%), en el año 2000 el 51,0% de

los cerdos se producía en la sierra, el 31,0% en la costa y el 18,0% en la costa y la Amazonía (Cultivos, 2002).

4.3.2. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DEL CERDO

El cerdo, *Sus scrofa domesticus*, es un mamífero artiodáctilo del grupo de los Suidos, domesticado hace más de 5000 años, que llegó a América proveniente de España en el segundo viaje de Cristóbal Colón (Padilla, 2006). Es un animal diurno, monogástrico, omnívoro; su piel es gruesa cubierta por cerdas y de coloración variada, pies con 4 dígitos: 2 grandes y 2 cortos, de patas cortas, de 5 a 9 pares de mamas, el período de gestación promedio es de 3 meses-3 semanas-3 días (112 a 115 días), gran variedad de razas (90 razas reconocidas), alcanza su estado reproductivo de 6 a 8 meses, con camadas promedio de 11 lechones (Padilla, 2006).

Clasificación taxonómica:

Clase: Mamíferos (Mammalia)

Subclase: Placentados

Superorden: Ungulados (Ungulata)

Orden: Artiodáctilos (Artiodactyla)

Suborden: Suiformes (Suina)

Familia: Suidos (Suidae)

Género: Sus

Especie: *Sus scrofa*

4.3.3. PRODUCCIÓN INTENSIVA

El objetivo de una producción intensiva es la obtener el mayor número de cerdos por hembra al año (camadas numerosas) a través de un buen manejo, una alimentación adecuada, con controles sanitarios preventivos e instalaciones adecuadas.

Sin embargo, no solo los factores de producción son efectivos para alcanzar un buen redito económico, a ellos se debe sumar el uso de especímenes de calidad y de una raza que satisfaga los objetivos de producción.

a. Instalaciones

Los cerdos dependen de las condiciones ambientales para un buen desarrollo: temperatura, humedad y ventilación, por lo tanto las instalaciones son edificadas para suplementar estos requerimientos y que cubran los ciclos de reproducción animal, optimizando el manejo de los animales y disminuyendo el impacto ambiental (Padilla, 2006).

Las edificaciones son de diferentes diseños acordes al recurso económico disponible, en los últimos años el diseño se ha tecnificado grandemente utilizando jaulas individuales donde el animal dispone de mínimo espacio y facilitando las tareas de manejo (Figura 4) mientras que el común son corrales compartidos por edades o fases del desarrollo (Figura 5).

La granja debe estar ubicada en lugares accesibles, que tengan los servicios básicos: luz y agua, que permita la dotación de agua y comida a los animales en sus diferentes secciones (Padilla, 2006).

b. Etapas de desarrollo

En una producción porcina podemos hablar de etapas de desarrollo, determinadas por el peso y la edad del animal (Fraga, 1985):

- Lactancia: Periodo comprendido desde el nacimiento hasta el destete, con promedio de 45 días y peso de 0-10Kg.
- Crecimiento: Animales en fase de destete (5 a 10Kg de peso) y posdestete (de 10-25 Kg) y fase de sebo hasta un peso de 50-60Kg.
- Acabado: Animales desde 50-60 Kg de peso hasta 85-95Kg de peso vivo o sacrificio.
- Reproductores: Animales utilizados para repoblar.
- Cerdas Lactantes, gestantes y de reemplazo.

c. Alimentación

Dentro de un proceso productivo la alimentación es un factor primordial para mantener el organismo en condiciones óptimas, la reducción de stress a través de la suministración de un alimento equilibrado que cubra todos los requerimientos nutricionales de los cerdos acorde a su edad y estado fisiológico.

Anexo 1 y 2.

Utilizando en su elaboración materia prima de buena calidad y que a la vez sea digerible, permitiendo al cerdo alcanzar un buen desarrollo en poco tiempo. El cerdo tiene un tracto digestivo simple lo que limita el uso de forrajes fibrosos compensado con su condición de omnívoro.

El cerdo digiere fácilmente: granos de cereales, tortas de oleaginosas, forrajes frescos, desechos de cocina, desechos orgánicos vegetales y animales; sus requerimientos son los mismos que otras especies en cuanto a: proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas (Padilla, 2006).

d. Manejo

El manejo apropiado aumenta el desempeño reproductivo y la utilización de los alimentos, así como reduce la Mortalidad. Cuando el manejo no es el adecuado aparecen las enfermedades y la mortalidad se incrementa: estimada el 30% en animales antes de la venta, que nacen muertos el 6,0%, 20,0% muere antes del destete, 2,0% en corral de lechones y el 2,0% en etapa final (Manual Merck de Veterinaria, 1993).

El manejo consiste de técnicas apropiadas en: traslado de animales, suministro de alimento en buenas condiciones, dotación constante de agua de buena calidad, manejo de partos, prácticas de sanidad animal, etc. (Padilla, 2006).

La supresión del uso de los APC en animales, obliga a los productores a retomar las buenas prácticas de manejo, prácticas que habían sido desestimadas, en el área de Europa los animales de carne son criados en altas densidades y con bajas condiciones de salubridad y con la subsecuente búsqueda de un reemplazo eficiente y que mantenga los mismos beneficios de los APC sin el efecto adverso de resistencia y toxicidad, tornando al aceite Esencial del orégano como una buena alternativa.

4.4. USO DEL ACEITE ESENCIAL COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN PRODUCCIÓN PORCINA.

El objetivo principal de un promotor de crecimiento es estimular la digestibilidad del sistema gastrointestinal al controlar posibles patógenos de la microflora, estimulando el sistema inmune frente a situaciones de stress e incrementando la absorción de nutrientes, ayudando al organismo en un crecimiento óptimo dentro de las condiciones de producción y estimulando su máximo potencial genético, así como también estimular enzimas digestivas que afectan el metabolismo de lípidos y la digestibilidad de grasas (Hashemi y Davoodi, 2011).

Las cualidades observadas y comprobadas en extractos y aceites esenciales obtenidos del orégano y sus diferentes especies, lo convierten en una buena alternativa de reemplazo de los APC. El orégano se utiliza como especia aromática ya sea en hojas frescas o secas, extractos o aceites con resultados positivos; como suplemento en la alimentación de animales destinados al

consumo humano, los compuestos antioxidantes se absorben y pasan al sistema circulatorio después de ser ingeridos (Arcila-Lozano *et al.*, 2004), aunque Simitzis *et al* (2010) encontró que los compuestos fenólicos del AEO se eliminan por la orina en 24 horas del organismo y no se acumulan en los tejidos animales.

Durante los últimos años se han desarrollado varias investigaciones para demostrar los beneficios del aceite esencial de orégano en la alimentación del cerdo obteniéndose resultados prometedores; sin embargo según Shiva (2007) hasta el 2007 eran todavía muy pocos los estudios realizados sobre la aplicación de AEO en animales y la mayoría eran aplicados en producción avícola (Hashemi y Davoodi, 2011; Jiménez y González, 2001; Santos, 2009).

Para que el AEO sea efectivo como promotor de crecimiento deberá incrementar el peso a la canal y mejorar la calidad de la carne, objetivos alcanzados al incrementar el índice de conversión y el peso (10,0%) en animales de granja (Vázquez, 2011).

Según Beyli *et al.* (2012) en los cerdos el apareamiento de enfermedades esta dado en cualquier etapa del desarrollo, en la etapa de posdestete generalmente la mortalidad se incrementa debido a infecciones digestivas en los lechones, con el apareamiento de diarreas producidas por colibacilosis. Mientras que durante el crecimiento lo más común son las enfermedades respiratorias así como reinfecciones por *Streptococcus suis* y *Aemophilus parasuis*, colonizadores tempranos en la lactancia del cerdo por transmisión vertical, donde el destete precoz no lo soluciona (Tabla 5).

Se considera el destete como la etapa más crítica, al dejar la leche materna y empezar la alimentación sólida con piensos los lechones sufren grandes cambios y están supeditados a un gran estrés, resultado de ello pierden peso, presentan diarreas y en casos extremos la muerte; según la revista Cultivo (2002) la razón es que a medida que los anticuerpos del calostro materno disminuyen su actividad, los lechones se hacen susceptibles a las enfermedades haciéndose necesaria la separación de la fuente de infección a un lugar donde los anticuerpos puedan seguir protegiéndoles; estas diarreas posdestete se deben a la acción conjunta de: *E. coli* (colibacilosis), Rotavirus, Coccidios (*Isospora suis*) y clostridios (*Clostridium perfringens* y *Clostridium difficile*) (Beyli *et al.*, 2012), microorganismos sobre los cuales el AEO ha demostrado efectividad.

Según Pearce (2011) en estudios comerciales en Grecia, Holanda, Filipinas, Escocia, Tailandia y EEUU el aceite esencial de orégano ha demostrado un incremento en la tasa de crecimiento de cerdos en un 6,0 a 23,0 %, una reducción de mortalidad del 11,0 al 15,0% y la reducción en la conversión alimenticia entre 1,0 al 13,0% en lechones destetados a la edad de 21 días hasta 70 días, influenciando también en la habilidad oxidativa de la grasa abdominal en cerdos y el contenido de colesterol oxidado (Asipuela, 2006; Bauer *et al.*, 2001) a la vez que estimula el apetito (Allan y Bilkei, 2005). Pero su función no se limita solo al estado posdestete sino también en etapas posteriores mejorando la salud del animal y en la etapa de gestación incrementando cualidades reproductivas (Allan y Bilkei, 2005).

Al comparar los resultados obtenidos al alimentar lechones destetados (edad 21 a 28 días) con el AEO se comprobó que tiene las mismas cualidades beneficiosas de los APC (Allan y Bilkei, 2005; Bauer *et al.*, 2001; Guerra *et al.*, 2008; Parrado *et al.*, 2006), aun cuando la conversión alimenticia fue ligeramente mayor en los cerdos alimentados con APC (Guerra *et al.*, 2008).

El orégano se ha utilizado en la alimentación de los cerdos en diferentes formas: añadiendo directamente hojas secas al alimento, como aceite esencial (Guerra *et al.*, 2008; Janz *et al.*, 2007; Simitzis *et al.*, 2010), orégano molido deshidratado por 4-5 semanas (Parrado *et al.*, 2006), orégano en polvo en marranas y cerdos en crecimiento, aun cuando para lechones es mejor utilizar orégano en forma líquida (Pearce, 2011), en todos los casos los resultados fueron positivos.

Todas las concentraciones del AEO utilizadas son efectivas en control antimicrobiano y reducción de diarreas, con pequeñas diferencias como en el estudio de Parrado *et al.* (2006) donde a mayores concentraciones la ganancia de peso diaria, total y el índice de conversión fueron mayores (0,06 %); en cerdos de crecimiento y marranas en gestación (Allan y Bilkei, 2005; Pearce, 2011) la concentración del orégano no da diferencias sustanciales (Simitzis *et al.*, 2010).

Según Allan y Bilkei (2005) con la prohibición del uso de APC, en Europa se elevó la mortalidad de cerdas reproductoras, resultado de infecciones urogenitales y la mortalidad post-parto; aplicándose el aceite esencial de orégano como estimulante de la digestión y para mejorar la proporción de partos por

cerda, obteniéndose un incremento en el tamaño de los cerdos al nacimiento, se incrementó la tasa de cerdos vivos (9,0%), incrementó el número de cerdos por camadas (5,0%), fue mayor número de cerdos destetados (4,0%) y se incrementó el crecimiento de cerdos antes del destete (4,0%) (Pearce, 2011); según Mavromichalis y Paton (2004) al alimentar cerdas con una preparación de extractos de plantas: pimienta, canela, orégano, tomillo y anís, se aumentó la digestibilidad de las cerdas desde el 81,0% al 85,0% y el peso de la camada en un 4,5% e inclusive se ha observado mayor producción de leche en cerdas lactantes, la reducción de problemas locomotores en las cerdas, disminución de enfermedades urogenitales, de enfermedades posparto como: mastitis, metritis, agalactia y problemas cardiacos. (Allan y Bilkei, 2005)

Durante el período de crecimiento y engorde (comprendido entre 23 a 100Kg de peso vivo) el AEO redujo la mortalidad en 4,5%, el promedio de la ganancia de peso por cerdo se incrementó en un 9,0%, se redujo la conversión alimenticia en un 3,0% y se observó un incremento del 8,0% en el consumo promedio de alimento por cerdo (Pearce, 2011). No obstante, varios estudios han reportado que el uso del aceite de orégano no manifiesta cambios en el desarrollo animal, no hay variación en el peso de la carcasa ni el espesor de la grasa dorsal (Janz *et al.*, 2007; Simitzis *et al.*, 210) y recomienda el uso solo para disminuir el tiempo de producción (Janz *et al.*, 2007) o cuando las condiciones de manejo son deficientes (Simitzis *et al.*, 2010); de acuerdo a Hashemi y Davoodi (2011) los estudios solo revelan la reducción de coliformes fecales en cerdo sin el efecto inmuno estimulador (Allan y Bilkei, 2005).

Los análisis de laboratorio de animales alimentados con orégano reflejaron una alta cantidad de linfocitos γ , δ y CD_4 en la sangre, un incremento en la actividad de enzimas: leucina aminopeptidasa N, maltasa, sucrasa y lactasa; manteniéndose la mayor actividad enzimática por 7 días en duodeno, yeyuno e íleon (Pearce, 2012). Por otro lado estudios in vitro con carvacrol demuestran que existe inhibición en la síntesis de Linfocitos porcinos con un IC_{50} a $516 \pm 87 \mu M$ debido a la muerte celular (apoptosis) así como de los enterocitos del tracto digestivo porcinos (Bimczok *et al.*, 2008).

Resultados similares han sido encontrados con el uso de aceite esencial de orégano sobre producción avícola (Isabel y Santos, 2009; Carpio, 2013), al igual que en terneros alimentados con hojas secas de orégano en el tratamiento de colibacilosis (Rusenova y Parvanov, 2009). Sin embargo, de acuerdo a Vargas y Bottie (2008) las investigaciones sobre aceites esenciales aún son promisorias, observándose que son recientes y pocas, los países que más estudios han realizado son EEUU, Turquía, Italia, Brasil y Francia (41,0%) y entre los latinoamericanos están México, Brasil y Argentina; la mayor parte de las investigaciones son hechas por el servicio de investigación de agricultura de EEUU.

El problema que se da es que como son productos utilizados en medicina tradicional las empresas farmacéuticas no los pueden patentar siendo limitados los estudios farmacológicos y toxicológicos, lo que limita su desarrollo (Vásquez, 2011); además que la eficiencia bactericida del AEO suministrada en el alimento, se encuentra en estrecha relación a la cantidad de proteína del alimento y al pH

(pH óptimo 5), ya que altas concentraciones de almidón y aceite del alimento disminuyen la efectividad del AEO (Gutiérrez *et al.*, 2008), se debe considerar la fuente de donde extrae el aceite esencial y sus factores de cultivo, cosecha, procesamiento, concentración química así como también la edad y especie que será objeto de producción; además los mecanismos de acción del AOE son varios y en alimentación lo que se desea es el incremento en la tasa de crecimiento por lo tanto se debe seleccionar el AE que beneficie a la microflora intestinal a la vez que controle los patógenos, incrementando la digestibilidad o absorción de nutrientes ayudando al animal a superar su potencial genético (Hashemi y Davoodi, 2011), por otro lado no es fácil conseguir en el mercado el aceite esencial o extracto de orégano o si hay es caro (Guerra *et al.*, 2008).

Ciertos investigadores han utilizado de manera conjunta los AEO con antibióticos u otros aceites esenciales, con el objetivo de incrementar la palatabilidad del pienso (Janz *et al.*, 2007; Simitzis *et al.*, 2010) o para potenciar la actividad de los mismos al comprobar que existe sinergia entre varios compuestos y debido a que varios compuestos puros pueden resultar tóxicos; se ha demostrado que los animales consumen menos alimento con orégano debido a su fuerte sabor y aroma, por lo tanto se debe mezclar con otros más apetecibles (Rusenova y Parvanov, 2009).

5. CONCLUSIONES.

1. Desde mucho tiempo atrás, poblaciones indígenas han reconocido el valor medicinal y terapéutico del orégano; sin embargo este valor no fue reconocido a nivel mundial hasta que el uso de APC generó resistencia y su uso se restringió, para que sustancias naturales entre ellas el Orégano sean una alternativa viable y económica.
2. El uso de antibióticos promotores de crecimiento más que beneficios trajo problemas de gran relevancia: resistencia en microorganismos patógenos, producción de empresas con un manejo deficiente y animales con sistema inmune deprimido y su restricción de uso incrementó los gastos al reducir el índice de conversión entre 2,0 al 5,0%, incrementando el consumo de alimento y por tanto mayor cantidad de desechos orgánicos, requiriendo mayores tiempos de producción y por ende incrementado el costo de la carne.
3. El Orégano constituye un reemplazo eficaz a los APC y de bajo costo, ya que no necesita de cuidados especiales de cultivo y de procesamiento, además que se puede utilizar en forma directa añadido al alimento, manteniendo cualidades de promotor de crecimiento.
4. En todos los estudios se habla de beneficios del uso de Orégano: antimicrobiano, antioxidante, anticancerígeno, insecticida, antiteratogénico, entre otros, inclusive existen investigaciones donde se concluye que el

Orégano no causa el efecto deseado; pero en ninguno de ellos se ha determinado efectos indeseables, a diferencia del uso de APC.

5. El uso del orégano en la industria alimenticia y de producción cárnica, estimula su cultivo y producción, generando nuevas fuentes de trabajo para los pequeños agricultores, recursos económicos y una motivación para un mejor aprovechamiento.
6. La variación en la composición química del AEO relacionado a factores como: especie, la zona de producción y cultivo, método de extracción, no permite la estandarización del aceite, haciendo necesario estudios específicos para cada aceite esencial de orégano.
7. El uso del aceite esencial del orégano es aplicable en cualquier especie productiva sin restricción de uso o factores secundarios.
8. La mayoría de los estudios se centran en el período posdestete, sin embargo su utilidad puede ser reflejada también en etapas de crecimiento y engorde aun cuando varios estudios manifiestan que no existen mayores beneficios más que la mantención del estado saludable y nutricional del animal.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aceite esencial, Producción, Farmacología, El uso en aromaterapia, Dilución, Las materias primas, Peligros, Normalización de sus productos derivados [En línea]. Disponible en: http://centrodeartigo.com/articulos-para-saber-mas/article_41979.html. [Fecha de consulta: 13 de Noviembre del 2014].

Acevedo, D., Navarro, M. y Monroy, L. **Composición química del aceite esencial de Hojas de orégano (*Origanum vulgare*)**. Información Tecnológica [en línea]: 24(4), pp. 43-48, 2013. [fecha de consulta: 26 de Enero del 2015]. Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com.ezbiblio.usfq.edu.ec/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=026c6c53-05a2-4a45-a146-b56cac4f3811%40sessionmgr4004&vid=1&hid=4209>. ISSN 0716-87560.

Allan, P. & Bilkei, G. **Oregano improves reproductive performance of sows**. Theriogenology [en línea]: 63(3), pp. 716-721, 2005. [fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015] Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/oregano-improves-reproductive-performance-of-sows-L0YcomDiL3/1>. DOI. [10.1016/j.theriogenology.2003.06.010](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.06.010).

Arcila-Lozano, C., Loarca-Piña, G., Lecona-Uribe. S. y González de Mejía, E. **El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes**. ALAN [en línea]: 54(1), pp. 100-11, 2004. [fecha de

consulta: 12 de Diciembre del 2014]. Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0004-0622.

Asipuela, A. **Influencia de un promotor de crecimiento sobre el comportamiento productivo en cerdos lactantes.** [en línea]. Tesis (Doctorado en Veterinaria y Zootecnia), Latacunga, Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi, 2006, 121p. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/795/1/T-UTC-1155.pdf>. [Fecha de consulta: 22 de Enero del 2015].

Bakkali, F., Averteck, S., Averteck, D. & Idaomar, M. **Biological effects of essential oils – A review.** Food and Chemical Toxicology [en línea]: 46(2), pp. 446-475, 2008. [Fecha de consulta: 2 de febrero del 2015] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691507004541>.

Bayramoglu, B., Sahin, S. & Sumnu G. **Solvent free microwave extraction of essential oil from oregano.** Journal of Food Engineering [en línea]: 88(4), pp. 535-540, 2008. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015] Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/solvent-free-microwave-extraction-of-essential-oil-from-oregano-Geoj3FGgge/1>.
Doi10.1016/j.jfoodeng.2008.03.015.

Beyli M., Brunori, J., Campagna, D., Cottura, G., Crespo, D., Denegri, D., Ducommun, M., Faner, C., Figueroa, M., Franco, R., Giovannini, F.,

Goenaga, P., Lomello, V., Lloveras, M., Millares, P., Odetto, S., Panichelli, D., Pietrantonio, J., Rodríguez Fazzone, M., Suárez, R., Spiner, N. y Zielinsky, G. **Buenas Prácticas pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar.** [en línea] FAO, Argentina, 2012, 277 p. Disponibilidad en: <http://www.fao.org/docrep/019/i2094s/i2094s.pdf>. ISBN 978-92-5-306794-7. [Fecha de consulta: 29 de Enero del 2015].

Bimczok, D., Rau, H., Sewecow, E., Janczyk, P., Souffrant, W. y Rothkötter, H. **Influence of carvacrol on proliferation and survival of porcine lymphocytes and intestinal epithelial cells in vitro.** *Toxicol in Vitro* [en línea]: 22(3), pp. 652-658, 2008. [Fecha de consulta: 1 de Febrero del 2015] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0887233307003591>. DOI: 10.1016/j.tiv.2007.11.023

Burt, S. **Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods-review.** *International Journal of Food microbiology* [en línea]: 94(3), pp. 223-253, 2004. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 1015]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160504001680>.

Burt, S., Zee, R., Koets, P., Graaff, M., Knapen, F., Gaastra, W., Haagsman, H. y Veldhuiz, E. **Carvacrol induces Heat Shock Protein 60 and Inhibits synthesis of Flagellin in *Escherichia coli* O 157:H7.** *Applied and Environmental* [en línea]: 73(14), pp. 4484-4490, 2007. [Fecha de consulta: 1 de Febrero del 2015] Disponibilidad en:

<http://aem.asm.org/content/73/14/4484.full.pdf+html>.

DOI:

10.1128/AEM.00340-07.

Carpio, F. **Evaluación de tres niveles de aceite de orégano (REGANO 500) como promotor de crecimiento en la producción de pollos parrilleros en el cantón Loja.** Tesis (Doctorado en Medicina Veterinaria y Zootecnia [en línea]). Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja, 2013, 70p. Disponible en:

<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5372/1/EVALUACION%20DE%20TRES%20NIVELES%20DE%20ACEITE%20DE%20OR%c3%89GANO%20%28REGANO%20500%29%20COMO%20PROMOTOR%20DE%20CRECIMIENTO%20EN%20LA%20PRODUCCION%20DE%20POLLOS%20PARRILLEROS%20EN%20EL%20CANT%c3%93N%20LOJA.pdf>.

[Fecha de consulta: 27 de Enero del 2015].

Cepero, R. **Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: Causas y Consecuencias** [en línea] Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. Disponible en: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf. [Fecha de Consulta: 22 de Enero del 2015].

Conçalves, M., Machado, M., Pinsetta, P. & Leite, F. **Antibacterial Activity of oregano essential oil against foodborne pathogens.** Nutrition and Food Science. [en línea]: 43(2), pp. 169-174, 2013. [Fecha de consulta: 3 de Febrero del 2015] Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/emerald->

[publishing/antibacterial-activity-of-oregano-essential-oil-against-foodborne-B9BP6rUw86/1](#). DOI 10.1108/00346651311313544.

Cultivos Controlados, Revista Agropecuaria Internacional, Porcinos un cambio cualitativo en el tiempo, 26:14-18, 2002.

Diez, P. y Calderón, V. **Empleo de Antibióticos en Veterinaria**, Revista Española de Quimioterapia, Centro Nacional de Alimentación, Instituto de Salud Carlos III [en línea]: 10(4), 1997. [Fecha de consulta: 18 de Noviembre del 2014]. Disponible en: http://www.seq.es/seq/html/revista_seq/0497/rev1.html.

Dušan, F., Sabol, M., Domaracká, K. & Bujňáková, D. **Essential oils-their antimicrobial activity against Escherichia coli and effect of intestinal cell viability**. Toxicology in vitro [en línea]: 20(8), pp. 1435-1445, 2006. [Fecha de consulta: 3 de Febrero del 2015] Disponible en: <http://academic.research.microsoft.com/Publication/35835082/essential-oils-their-antimicrobial-activity-against-escherichia-coli-and-effect-on-intestinal-cell>. Doi: 10.1016/j.tiv.2006.06.012.

El Manual Merck de Veterinaria. Cuarta edición, Barcelona, Océano/Centrum, 1993, 2092 p.

El orégano, posible alternativa de utilización en la producción animal [En línea], Nutrición Porcina: 7(8), 2005. Disponible en:

http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/nutricion_porcina_el_oregano.html.

[Fecha de consulta: 27 de Noviembre del 2014].

Errecalde, O. **Uso de Antimicrobianos en animales de consumo: incidencia del desarrollo de resistencias en la salud pública.** FAO Producción y

Sanidad Animal [en línea]: 162, 2004. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/007/y5468s/y5468s0k.htm>. ISBN 92-5-305150-7

[Fecha de consulta: 21 de Enero del 2015].

Esquivel, P., Pedroza, G., Sandoval, N., Mata, R., Mendoza, L., Balderas, I.

Ensayo Químico dirigido y Estudio del efecto antimicrobiano in vitro de algunos condimentos empleados en la cocina Mexicana. RESPYN

[en línea]: 10, 2010. [Fecha de consulta: 21 de Enero del 2015]. Disponible

en:

http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=0CGcQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fwww.respyn.uanl.mx%2Fespeciales%2F2010%2Fee-10-2010%2Fdocumentos%2Ftrabajos%2F28.pdf&ei=Fxa_VKmjDvPisAS42IL4Dg&usg=AFQjCNESg0o38AuLBW98C_qp0dij3SVgCA&sig2=fin0tVAcsuwUKI_5PDqpRw&bvm=bv.83829542,d.cWc.

Falco, E., Mancini, E., Roscigno, G., Mignola, E., Tagliatela, O. & Senatore, F.

Chemical composition and Biological activity of essential oils of *Origanum vulgare* L subsp. *Vulgare* L. under different growth conditions. Molecules [en línea]: 18, pp. 14948-14960, 2013. [Fecha de

consulta: 4 de Febrero del 2015]. Disponible en:
www.mdpi.com/journal/molecules.
[file:///C:/Users/usuai/AppData/Local/Microsoft/Windows/Temporary%20Intern
et%20Files/Content.IE5/NCAB8YG5/molecules-18-14948.pdf](file:///C:/Users/usuai/AppData/Local/Microsoft/Windows/Temporary%20Intern
et%20Files/Content.IE5/NCAB8YG5/molecules-18-14948.pdf). ISSN 1420-
3049.

Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB).

Component of pizza seasoning herb oregano kills prostate cancer cells.
ScienceDaily [en línea]: 2012. [Fecha de consulta: 28 de Enero del 2015].
Disponible en:
<www.sciencedaily.com/releases/2012/04/120424162224.htm>.

Figuéredo, G., Cabassu, P., Chalchat, J-C & Pasquier, B. **Estudies of Mediterranean oregano populations VIII. Chemical composition of essential oils of oreganos of various origins.** Flavour and Fragrance Journal [en línea]: 21(1), pp. 134-139, 2006. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015]. Disponible en:
<https://www.deepdyve.com/lp/wiley/studies-of-mediterranean-oregano-populations-viii-chemical-composition-9GF53LiOTx/1>. DOI:10.1002/ffj.1534.

Force, M., Sparks, W. y Ronzio, R. **Inhibition of enteric parasites by emulsified oil of oregano *in vivo*.** Phototherapy Research [en línea]: 14(3), pp. 213-214, 2000. [Fecha de consulta: 28 de enero del 2015]. Disponible en:
[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1099-](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1099-)

[1573\(200005\)14:3%3C213::AID-PTR583%3E3.0.CO;2-U/abstract](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(200005)14:3%3C213::AID-PTR583%3E3.0.CO;2-U/abstract).

DOI: 10.1002/(SICI)1099-1573(200005).

Fraga M.J. y Alvaro, A., **Alimentación de los Animales Monogástricos**, Madrid, Mundi-Prensa, 1985, 283 p.

Freire Fierro, **Botánica Sistemática Ecuatoriana**. Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB Y FUNBOTANICA, St Louis, Missouri, i-ix, 2004, 209 p.

García-Manzanilla, E. **Alternativas ecológicas a los antibióticos en los piensos**. Divulgación Científica, UAVDIVULGA [en línea], Departamento de Ciencia Animal y de los alimentos, Septiembre, 2009. [Fecha de consulta: 18 de Noviembre del 2014] Disponible en: <http://www.uab.cat/web?cid=1096481466568&pagename=UABDivulga%2FPage%2FTemplatePageDetailArticleInvestigar¶m1=1253860323789>.

García-Pérez, E., Castro, F., Gutiérrez, J. y García, S. **Revisión de la producción, composición fotoquímica y propiedades nutraceuticas del orégano Mexicano**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en línea]: 3(2), pp. 339-353, 2012. [Fecha de consulta: 4 de Febrero del 2015] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000200010&lang=es. ISSN 2007-0934.

German, C., Camacho, J. y Gallegos, J. **Producción de cerdos** [en línea] Colegios de posgraduados, México, 2005, 83p. Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Produccion/Aspectos%20productivos/14960672-Manual-de-Produccion-Cerdos.pdf>. [Fecha de Consulta: 22 de Enero del 2015].

Gilling, D., Kitajima, M., Torrey, J. y Bright, K. **Antiviral efficacy and mechanisms of action of oregano essential oil and its primary component carvacrol against murine norovirus**. Journal of Applied Microbiology [en línea], 2014; DOI: 10.1111/jam.12453.

Gómez, A., Palou, E. y Lopez, A. **Antifungal Activity Evaluation of Mexican oregano: Lippia berlandieri Schauer) Essential oil on the growth of Aspergillus flavus by gaseous contac**. Journal of Food Protection [en línea]: 74(12), pp. 20911-2919, 2011. [Fecha de consulta: 27 de Enero del 2015]. Disponible en: <http://search.proquest.com.ezbiblio.usfq.edu.ec/docview/906523361?pq-origsite=summon#center>. ISSN 0362-028X.

Grondona, E., Gatti, G., López, A., Sanchez, L. Rivero, V., Pessah, O., Zunino, M. & Ponce, A. **Bio-efficacy of the essential oil of oregano (*Origanum vulgare* Lamiaceae. Ssp. Hirtum**. Plants Foods for Human Nutrition [en línea]: 69(4), pp. 351-357, 2014. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015] Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/springer-journals/bio-efficacy-of->

[the-essential-oil-of-oregano-origanum-vulgare-DQR9mGw1C2/1.](https://doi.org/10.1007/s11130-014-0441-x)

Doi

10.1007/s11130-014-0441-x.

Guerra, A., Carlos, M., Galán, O., Jorge, A., Méndez, A., John, J. y Murillo A. **Evaluación del efecto del Extracto de orégano (*Origanum vulgare*) sobre algunos parámetros productivos de cerdos destetos.** TUMBAGA [en línea]: 3:1, pp. 16-29, 2008. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2015]. Disponibilidad en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/84>.

Gutiérrez, J., Barry, C. & Bourke, P. **The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients.** Food Microbiology [en línea]: 124(1), pp. 91-97, 2008. [Fecha de consulta: 4 de Febrero del 2015] Disponible en: <http://academic.research.microsoft.com/Publication/40456648/the-antimicrobial-efficacy-of-plant-essential-oil-combinations-and-interactions-with-food>. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.028.

Hashemi, S. & Davood. H. **Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition.** Veterinary Research Communications [en línea]: 35(3), pp. 169-180, 2011. [Fecha de consulta: 4 de Febrero del 2015] Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/springer-journals/herbal-plants-and-their-derivatives-as-growth-and-health-promoters-in-AzAAzUbiWN>. DOI 10.1007/s11259-010-9458-2.

Háuad, L. Manual de Fitoterapia, 1ra. ed. México, Trillas, 2010, 176 p.

Isabel B. y Santos, Y. **Efectos de los aceites esenciales en la alimentación de los pollos de carne.** Archivos de Zootecnia. [en línea]: 58(1), pp. 597-600, 2009. [Fecha de consulta: 27 de Enero del 2015]. Disponibilidad en: <http://www.uco.es/organiza/servicio/publica>.

Janz, J., Morel, P., Wilkinson, B. y Purchas, R. **Preliminary Investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oil and oleoresins on pigs performance and pork quality.** Meat Science [en línea]: 75(2), pp. 350-355, 2007. [Fecha de consulta: 1 de febrero del 2015]. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/preliminary-investigation-of-the-effects-of-low-level-dietary-VKbKN01Djf/3>. DOI.10.1016/j.meatsci.2006.06.027.

Jiménez, A. y González, Y. **Efecto de la adición de orégano (*Origanum vulgari*) en producción de pollos de engorde.** Cultura Científica, Norteamérica [en línea]: 9, pp. 36-40, 2011. [Fecha de consulta: 27 de Enero del 2015]. Disponibilidad en: <http://revistasjdc.com/main/index.php/ccient/article/view/81/77>. ISSN: 1657-463X.

Manual de Porcinos, Manuales de Ciclo Básico de Educación Agraria [en línea], Argentina, 190p. [Fecha de consulta: 23 de Enero del 2014]. Disponibilidad en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/160-MANUAL_DE_PORCINOS.pdf.

Marino, M., Bersani, C. y Comi, G. **Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae.**

International Journal of Food Microbiology [en línea]: 67(3), pp. 187-195, 2001. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160501004470>. Doi: 10.1016/S0168-1605(01)00447-0.

Martino, L., De Feo, V., Formisano, C., Mignola, E. & Senatore, F. **Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from three Chemotypes of Origanum vulgare L. spp. Hirtum (Link) lets waart growing in Campania (Southern Italy).** Molecules [en línea]: 14, pp. 2735-

2746, 2009. [Fecha de consulta: 4 de Febrero del 2015]. Disponible en: www.mdpi.com/journal/molecules.
<file:///C:/Users/usuai/AppData/Local/Microsoft/Windows/Temporary%20Internet%20Files/Content.IE5/PQFXD8XV/molecules-14-02735.pdf>. ISSN 1420-3049.

Martos, V., Ruiz, Ruiz, Y., Fernandez, J. & Pérez J.A. **Antifungal activities of**

Thyme, Clove and Oregano essential oils. Food Safety [en línea]: 27(1), pp. 91-101, 2007. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015]. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/antifungal-activities-of-thyme-clove-and-oregano-essential-oils-tudzWGsXCd/1>.

Mavromichalis, I. y Patón, F. **Nuevos Ingredientes en la alimentación del cerdo.** Nutral S.A., Curso de Especialización FEDNA [en línea]: pp. 125-147,

Barcelona, 2004. Disponible en:
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Nuevos_Ingredientes_en_Alimentaci%C3%B3n_Porcina.pdf. [Fecha de consulta: 29 de Enero del 2015].

Méndez, R. **Cultivos Orgánicos: Su control Biológico en plantas medicinales** [En línea]. 2da Ed., Bogotá, Ecoe, 2008. Disponibilidad en:
<http://site.ebrary.com.ezbiblio.usfq.edu.ec/lib/bibusfgsp/reader.action?docID=10552437>. [Fecha de consulta: 26 de Enero del 2015].

Mendiola, M. y Montalván, J. **Plantas Aromáticas Gastronómicas** [en línea], 1ra. Ed., México, Mundi Prensa, 2009. Disponibilidad en:
<http://site.ebrary.com.ezbiblio.usfq.edu.ec/lib/bibusfgsp/reader.action?docID=10646400>. [Fecha de consulta: 26 de Enero del 2015].

Michiels, J., Missotten, J., Fremaut, D., De Smet, S. & Dierick, N. **In vitro Characterisation of the antimicrobial activity of the selected essential oil components and binary combinations against the pig gut flora.** *Animal feed Science and Technology* [en línea]: 151(1), pp. 111-127, 2009. [Fecha de consulta: 9 de Febrero del 2015] Disponible en:
<https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/in-vitro-characterisation-of-the-antimicrobial-activity-of-selected-QIKk1LRe2i/1>. Doi:
10.1016/j.anifeedsci.2009.01.004.

Navarro A. y Martínez M., **Residuos de Medicamentos de uso Veterinario: Toxicología Alimentaria**. Ciencia de los alimentos /Nutrición [en línea]. Ediciones Díaz de Santos, 2012, Capítulo del libro Toxicología alimentaria de Ana María Camean y Manuel Repetto.: 404, 2012 Disponible en [http://books.google.com.ec/books?id=m0z-FMwLwf4C&pg=PA404&lpg=](http://books.google.com.ec/books?id=m0z-FMwLwf4C&pg=PA404&lpg=isbn=8499691994) isbn=8499691994. [Fecha de consulta: 13 de Noviembre del 2014].

Ortiz-Martínez, R., **Bases Fisiológicas para el uso de Antibióticos promotores de crecimiento y preventivo en enfermedades bacterianas intestinales de cerdos y aves**. Virbac al día [en línea], Nº 22 PORCINOS, pp. 1-8, 2010. [Fecha de consulta: 26 de Noviembre del 2014. Disponible en: <http://www.webveterinaria.com/virbac/news22/cerdos.pdf>.

Padilla, M. **Crianza de Porcinos**, 1ra Ed. Perú, MACRO, 2006, 112 p.

Paredes-Aguilar, M., Gastelum-Franco, M.G., Silva- Vázquez, R. y Nevárez-Moorillón, G. **Efecto Antimicrobiano del Orégano Mexicano (*Lippia berlandieri* Shauer) y de su Aceite esencial sobre cinco especies del genero *Vibrio***. Fitotec [en línea]: 30(3), pp. 261-267, 2007. [Fecha de consulta: 20 de Enero del 2015]. Disponible en: <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/30-3/7a.pdf>.

Parrado, S., Chamorro, J. y Serrano, L. **Estudio Preliminar: orégano como promotor de crecimiento en lechones destetados**. Medicina Veterinaria [en línea]: 12, pp. 81-88, 2006. [Fecha de consulta: 22 de Enero del 2015].

Disponible

en:

<http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/viewFile/2055/1919>.

Paster, N., Juven, V., Shaaya, E., Menasherov, M., Nitzan, R., Weisslowicz, H. y Ravid, U. **Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on moulds and foodborne bacteria.** Applied Microbiology [en línea]: 11(1), pp. 33-37, 1990. [Fecha de consulta: 28 de Enero del 2015]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1472-765X.1990.tb00130.x/abstract>. DOI: 10.1111/j.1472-765X.1990.tb00130.x

Pearce, M. **Uso de aceite esencial de orégano en dieta de cerdos: Periodo de Gestación y lactación de marranas y crecimiento de lechones.** Revista Veterinaria Argentina [en línea]: 32:321, 2012. [Fecha de consulta: 29 de enero del 2015]. Disponibilidad en: <http://www.veterinariargentina.com/revista/2012/04/aceite-esencial-de-oregano-en-la-alimentacion-de-porcinos/>. ISSN 1852-317X.

Peredo, H. A., Palou, E. y López, A. **Aceites esenciales: Métodos de extracción.** Temas selectos de Ingeniería de alimentos [en línea]: 3(1), pp. 24-32, 2009. [Fecha de consulta: 19 de Enero del 2015]. Disponible en: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf).

Quiroga, P, Riveros, C., Zygadlo, J., Grosso, N. & Nepote. V. **Antioxidant activity of essential oil of oregano species from Argentina in relation to their**

chemical composition. Food Science and Technology [en línea]: 46(12), pp. 2648-2655, 2011. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015]. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/antioxidant-activity-of-essential-oil-of-oregano-species-from-B8z2q985jB/1>. Doi:10.1111/j1365-2621.2011.02796.x.

Reglamento (CE) N° 1831/2003 del parlamento Europeo y Consejo del 22 de Septiembre del 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal. [Base de datos en línea]. Diario Oficial de la Unión Europea, 2003. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1831&from=ES>.

Roldán, L., Díaz, M. & Durringer, J. **Composition and antibacterial activity of essential oil obtained from plants of Lamiaceae family against pathogenic and beneficial bacteria.** Rev. Colom. Cienc. Pecuaria [en línea]: 23 (4), pp. 451-461, 2010. [Fecha de consulta: 5 de Febrero del 2015], Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902010000400006&lang=es. ISSN 0120-0690.

Rusenova, N. & Parvanov, P. **Antimicrobial activities of twelve essential oils against microorganisms of Veterinary importance.** Trakia Journal of Science [en línea]: 7(1), pp. 37-43, 2009. [Fecha de consulta: 3 de Febrero del 2015] Disponible en: [http://tru.unis-
sz.bg/tsj/vol7no1_2009/rusenova_n.pdf](http://tru.unisz.bg/tsj/vol7no1_2009/rusenova_n.pdf). ISSN 1313-3551.

Santos, I. **Efectos de los aceites esenciales en la Alimentación de los pollos de carne.** Arch. Zootec [en línea]: 58(1), pp. 597-600, 2009. [Fecha de consulta: 28 de Noviembre del 2014] Disponible en: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19_13_54_29N_otaEfectoslsabel.pdf.

Santoro, G., Cardoso, C., Guimarães, L., Salgado, A., Menna, R. & Soares, M. **Effect of oregano (*Origanum vulgare* L) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oils on *Trypanosoma cruzi* (protozoa: Kinetoplastida) growth and ultrastructure.** Parasitology Research [en línea]: 100(4), pp. 783-790, 2007. [Fecha de consulta: 3 de Febrero del 2015] Disponible en: <http://academic.research.microsoft.com/Publication/34784791/effect-of-oregano-origanum-vulgare-l-and-thyme-thymus-vulgaris-l-essential-oils-on>. DOI: 10.1007/s00436-006-0326-5.

Shiva-Ramayoni, C. **Estudio de la actividad Antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento.** [en línea]. Tesis (doctorado en Veterinaria). Barcelona, España, Universidad Autónoma de Barcelona, 2007, 184 p. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5606/cmsr1de1.pdf?sequence=1>. [Fecha de consulta 15 de Enero del 2015].

Simitzis, P., Symeon, G., Charismiadou, M. Bizelis, J. & Deligeorgis, S. **The effects of dietary oregano oil supplementation on pig meat**

characteristics. Meat Science [en línea]: 84(4), pp. 670-676, 2010. [Fecha de consulta: 9 de Febrero del 2015]. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/the-effects-of-dietary-oregano-oil-supplementation-on-pig-meat-6IL0LrW4Yf/1>. Doi: 10.1610./jmeatsci.2009.11.001.

Soković, M., Marin., P., Brkić, D. & D. van Griensven, L. **Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of ten aromatic plants against Human Pathogenic bacteria.** Global Science Books [en línea]: 1(1), pp. 1-7, 2007. [Fecha de consulta: 4 de Febrero del 2015], Disponible en: http://www.baltikjunior.com/origano_doc/sinisa_stankovic_1.pdf.

Soylu, S., Yigitbas, H., Soyly, E.M. & Kurt, S. **Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*.** Applied Microbiology [en línea]: 103(4), pp. 1021-1030, 2007. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2015]. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/antifungal-effects-of-essential-oils-from-oregano-and-fennel-on-I70PI4INE0/1>. ISSN.1364-5072.

Soylu, E., Soyly, S. & Kurt, S. **Antimicrobial Activities of the Essential oil of various plants against Tomato Late Blight Disease Agent *Phytophthora infestans*.** Mycopathologia [en línea]: 161(2), pp. 119-128, 2006. [Fecha de consulta: 3 de Febrero del 2015] Disponible en: <http://academic.research.microsoft.com/Publication/39798727/antimicrobial->

[activities-of-the-essential-oils-of-various-plants-against-tomato-late-blight-disease](#). DOI: 10.1007/s11046-005-0206-z.

Teixeira, B., Marquez, A., Ramos C., Serrano, C. & Matos, O. **Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oils**. Science of Food and Agriculture [en línea]: 93(11), pp. 2707-2714, 2013. [Fecha de consulta: 3 de Febrero del 2015] Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/chemical-composition-and-bioactivity-of-different-oregano-origanum-0vXETfTFu5>. DOI 10.1002/jsfa.6089.

Tibaldi, G., Fontana, E. & Nicola, S. **Growing conditions and postharvest management can affect the essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *Hirtum* Link letsvaart**. Industrial Crops and Products [en línea]: 34(3), pp. 1516-1522, 2011. [Fecha de consulta: 3 de Febrero del 2015]. Disponible en: <http://academic.research.microsoft.com/Publication/49447316/growing-conditions-and-postharvest-management-can-affect-the-essential-oil-of-origanum-vulgare-l>. DOI:10.1610/jindcrop.2011.05.008.

Usano Alemany, J. **Estudio del efecto de los factores ambientales y agronómicos sobre la producción de los aceites esenciales de *Salvia lavandulifolia* VAHL**. [en línea] Tesis, (Doctorado en Biología). Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid, 2012, 251p. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/16629/1/T33989.pdf>. [Fecha de consulta: 28 de Enero del 2015]

Vargas, A. y Bottia, E. **Estudio de la composición Química de los aceites esenciales de seis especies vegetales cultivadas en los Municipios de Bolívar y el Peñón, Santander, Colombia.** [En línea] Tesis (Doctorado en Química). Bucaramanga, Colombia, Universidad Industrial de Santander, 2008, 235p. Disponible en: <http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/infraestructura/cibimol/tesis%20cibimol/Edwin%20Bottia%20y%20Adriana%20Vargas.pdf>. [Fecha de consulta: 26 de Enero del 2015].

Vázquez, A. **Efecto de la adición de una combinación de medicina natural (Orégano, cebolla, ajo, cilantro, epazote, Manzanilla), vs promotores de crecimiento sobre los parámetros productivos de pollos de engorda.** [En línea]. Tesis (Doctorado en Medicina Veterinaria y Zootecnia). Veracruz, México, Universidad Veracruzana, 2011, 49p. Disponible en: <http://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Ascencion-2011.-Medicina-natural-en-aves.pdf>. [Fecha de consulta: 27 de Enero del 2015].

7. FIGURAS

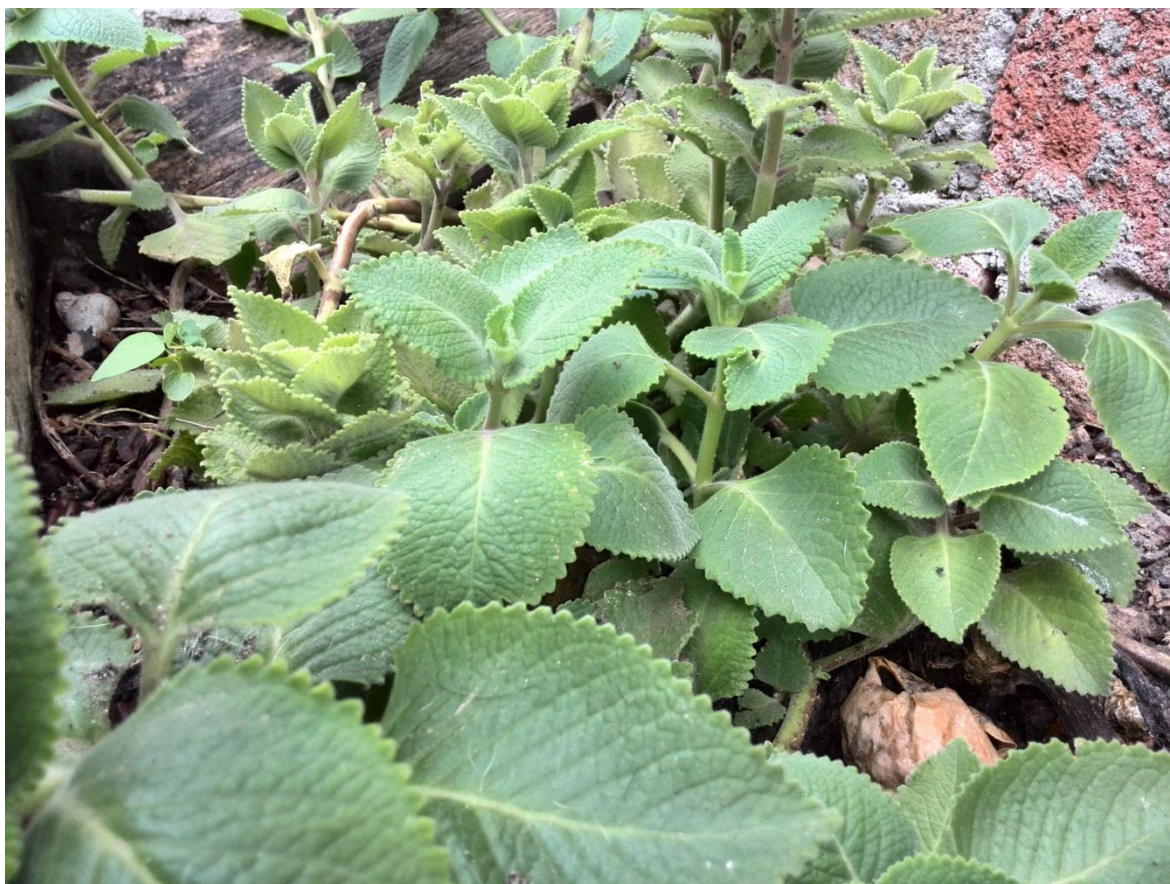


Figura 1. Orégano (*Origanum vulgare*) cultivado en la provincia de Esmeraldas-Ecuador Tomada en el mes de Febrero.

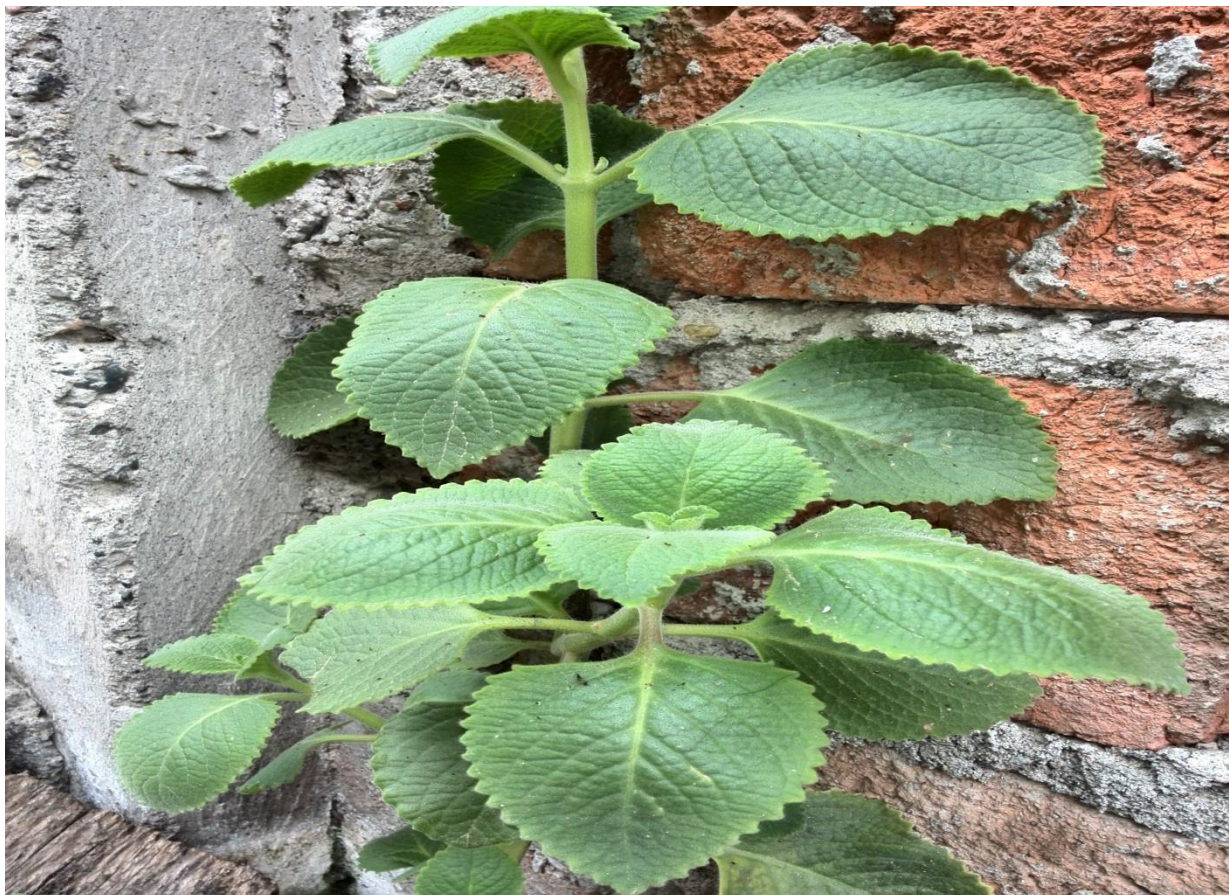


Figura 2. Orégano (*Origanum vulgare*) cultivado en la provincia de Esmeraldas-Ecuador. Tomada en el mes de Febrero.

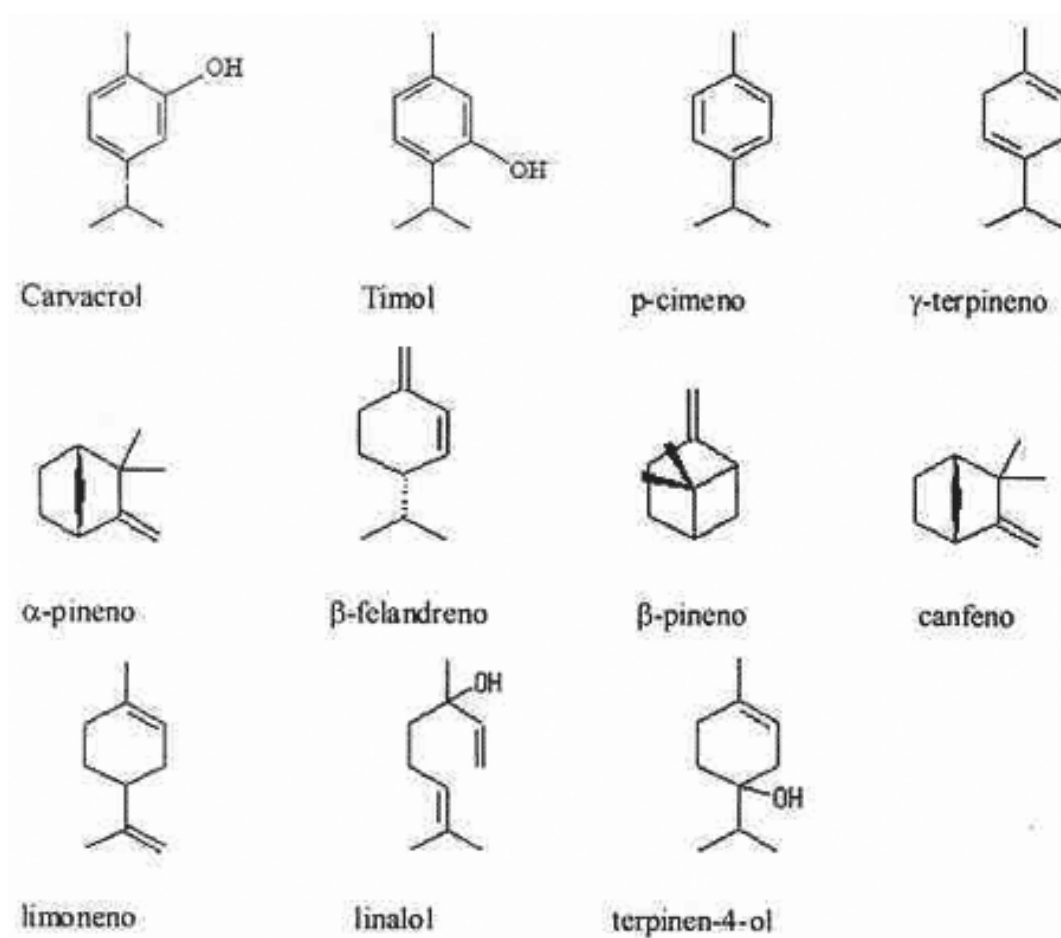


Figura 3. Estructura química de los principales compuestos químicos encontrados en el aceite esencial de Orégano. Fuente: Arcila et al. (2004)



Figura 4. Criadero de cerdos en Producción Intensiva con jaulas individuales. Cerdas en gestación. Fuente <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/fotos/p1.htm>.



Figura 5. Edificación típica de un Criadero de la zona Nor-occidental del Ecuador.

Provincia de Esmeraldas. Sector Tanate. Fuente: Finca

M.A.D.E.C.A.T.E. 2015



Figura 6. Criadero típico edificación de cemento: corrales compartidos y suministro de agua con chupones y alimentación manual. Fuente Foto del Criadero M.A.D.E.C.A.T.E. 2015

8. TABLAS

Tabla 1 . Antibióticos que han sido usados por la Unión Europea y han sido paulatinamente prohibidos.

ANTIBACTERIANO	PROHIBIDO DESDE	CLASE
Bambermicina		Glicopeptido
Bacitracina	1999	Peptido
Monensina		Ionoforo
Salinomicina		Ionoforo
Virginiamicina	1999	Estreptogramina
Tilosina	1999	Macrolido
Espiramicina	1999	Macrolido
Avilamicina		Glucopéptido
Avoparcina	1997	Glucopéptido
Olaquinox	1999	Quinoxalina
Carbadox	1999	Quinoxalina

Fuente: Uso de Antimicrobianos en Animales de Consumo. Reglamento (CE) N° 1831/2003

Tabla 2. Listado de Antibióticos permitidos según Diez y Calderón (1997) como aditivos en determinadas condiciones.

Nº CEE	Aditivo
E - 700	Bacitracina de zinc
E - 710	Espiramicina
E - 711	Virginiamicina
E - 712	Flavofosfolipol
E - 713	Fosfato de tilosina
E - 714	Monensina sódica
E - 715	Avoparcina
E - 716	Sanilomicina sódica
E - 717	Avilamicina

Tabla 3. Composición química del aceite esencial de Orégano (*Origanum vulgare*).

COMPUESTO QUIMICO	
TERPENOS HIDROCARBONADOS	(E)- β -ocimenes (Z)- β -ocimenes p-cimene sabinene terpinolene terpinen-4-ol α -thujene α -pinene camphene b-pinene b-myrcene α -phellandrene Δ^3 -carene α -terpinene b-phellandrene cis- β -ocimene γ -terpinene neo-Allo-ocimene
SESQUITERPENOS	bicyclogermacrene germacrene-D β -bisabolense cis- α -bisabolene β -bourbonene β -caryophyllene α - cubebene β - elemerle β - bergamotene allo-aromadrendene β - selinene lendene bicyclogermacrene α -muurolene selina-3,7(11)-diene β -cadinene γ -cadinene copaene iso-caryophyllene trans-caryophyllene epi- α -cadinol humulene-1,2-epoxide α -cadinol

Continuación tabla 3.

SESQUITERPENOS OXIGENADOS	sphatulenol caryophyllene oxide veridyfloral isospathulenol cadinol
MONOTERPENOS OXIGENADOS	eucalyptol linalool trans-1-methyl-4-(1-methyletyl)-2-cyclohexen-1-ol α -terpineol methone borneol δ -terpineol trans-piperitol β -fenchilalcohol cis-p-menth-1en-3-ol cis piperitol pulegone piperitone carvacrol
DITERPENOS OXI	epimanoyl oxide
OTROS	1-OCTEN-3-OL 1-methyl-3-(1-methylethyl-benzene p-cymen-7-ol thymylmethylether carvacrylmethylether timol methylleugenol hexadecanoic acid 2,3,5,6- tetramethylphenol

Fuente: Figuéredo et al. (2006); Guerra et al. (2008); Roldan et al. (2010); Soković et al. (2007) y Teixeira et al. (2007).

Tabla 4 . Listado de bacterias patógenas en Medicina Veterinaria.

BACTERIAS	
G R A M N E G A T I V A S	Enterobacter cloacae
	Enterobacter aerogenes
	Enteococcus faecalis
	Eschericha coli
	Eschericha coli uropatogeno
	Klebsiella pneumoniae
	Proteus vulgaris
	Proteus mirabilis
	Pseudomona aeruginosa
	Pseudomona putida
	Salmonella enteritidis
	Salmonella typhimurium
	Salmonella spp.
	Sewanella putrefaciens
	Shigella spp
Yersenia enterolitica	
yersenia pseudotuberculosis	
G R A M P O S I T I V A S	Bacillus subtilis
	Bacillus licheniformis
	Brochothirix thermosphacta
	Enterococcus faecalis
	Listeria innocua
	Listeria monocitigenes
	Staphylococcus epidermidis
	Staphylococcus aureus
Streotococcus pyogenes	
HONGOS	Candida albicans
	Malasezia pachydermatis

Fuente: Arcila et al. (2004); Grondona et al. (2014); Teixeira et al. (2013)

Rusenova y Parvanov (2009).

Tabla 5. Enfermedades infecciosas del cerdo por etapas de desarrollo

ETAPA	ENFERMEDAD
LACTANCIA	Diarrea Neonatal
RECRIA	Diarrea posdestete <i>E. coli</i> Infecciones sistémicas <i>S. suis</i> y <i>H. parasuis</i>
DESARROLLO	Diarreas (Ileitis, salmonelosis) Complejo respiratorio PCVAD (PMWS)
TERMINACION	Complejo respiratorio Diarreas (espiroquetosis, disenteria, salmonelosis) PCVAD (PDNS)
REPRODUCTORES	Brucelosis Aujeszky Parvovirus Leptopirosis PCVAD

Fuente. Beiley et al. 2012

9. ANEXOS

Anexo 1 Requerimientos de energía, proteína, aminoácidos y minerales en lechones y cerdos en cebo.

ESTADO FISIOLÓGICO	LECHON		CERDO EN CEBO	
	1º EDAD	2º EDAD	CRECIMIENTO	ACABADO
Intervalo de peso vivo (Kg)	5-10	10-25	25-60	60-100
Intervalo de edad (d)	21-40	40-70	70-130	130-180
Materia seca (%)	90	90	87	87
Concentración energética (Kcal ED/Kg alimento)				
Intervalo de variación	3.300-3.600*	3.300-3.600*	3.300-3.400*	3.300-3.400*
Concentración media	3.500*	3.500*	3200*	3.200*
Proteína bruta (% alimento)				
Contenido indicativo	22	19	17	15
Contenido mínimo en proteínas equilibradas	20	18	15	13
Aminoácidos (% de alimentos)				
Lisina	1,40	1,10	0,80	0,70
Metionina+Cistina	0,80	0,65	0,50	0,42
Triptofano	0,25	0,20	0,15	0,13
Treonina	0,80	0,65	0,50	0,42
Leucina	1,00	0,80	0,60	0,50
Isoleucina	0,80	0,65	0,50	0,42
Valina	0,90	0,70	0,55	0,50
Histidina	0,34	0,29	0,20	0,18
Arginina	0,36	0,32	0,25	0,20
Fenilalanina+Tirosina	1,30	1,00	0,80	0,70
Minerales (% alimento)				
Calcio	1,30	1,05	0,95	0,85
Fosforo	0,90	0,75	0,60	0,50

* La concentración energética expresada en energía metabolizable (EM=0,95 ED) para las raciones "Lechon en 1º y 2º edad" es como media de 3320 Kcal/Kg (intervalo de variación: 3.130-3.420) y para las raciones "Cerdo en Cebo" de 3.040 Kcal/Kg (intervalo de variación: 2.850-3.230)

Fuente: Fernández (1985).

Anexo 2 Requerimientos de Oligoelementos y vitaminas en cerdos.

	Lechon	Cerdo en crecimiento
Oligoelementos (mg)	100,00	80,00
Hierro	10,00	10,00
Cobre	100,00	100,00
Zinc	40,00	40,00
Manganeso	0,1 - 0.5	0,10
Cobalto	0,30	0,10
Selenio	0,60	0,20
Iodo		
Vitaminas liposolubles		
Vit. A (UI)	10.000,00	50,00
Vit D (UI)	2.000,00	1.000,00
Vit E (mg)	20,00	10,00
Vit K (mg)	1,00	0,50
Vitamina hidrosolubles		
Tiamina	1,00	1,00
Riboflavina	4,00	3,00
Pantotenato de calcio	10,00	8,00
Niacina	15,00	10,00
Biotina	0,10	0,05
Acido Fólico	0,50	0,50
Vit. B ₁₂	0,03	0,02
Cloruro de colina	800,00	500,00

Fuente: Fernández, (1985).