



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en

Veterinaria

Actual programa terapéutico en explotaciones porcinas de Lérida y posibles alternativas

Current therapeutic program in swine farms of Lérida and possible alternatives

Autor/es

Jaume Abellana Puyol

Director/es

Tania Pérez Sánchez y María Ángeles Latorre Górriz

Facultad de Veterinaria

2017

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción.....	4
2.1 Situación actual de la empresa estudiada	10
2.2 Productos alternativos	16
2.3 Las micotoxinas	17
3. Justificación y objetivos	20
4. Metodología	21
4.1. Condiciones experimentales	21
4.2. Diseño experimental	21
4.3. Controles	24
4.4. Análisis estadístico	24
5. Resultados y discusión	25
6. Conclusiones	27
7. Valoración personal	28
8. Bibliografía	29

1. Resumen

El sector cárnico es de gran importancia en España, tanto por la actividad económica que genera como por la cantidad de población que fija en las zonas rurales. Dentro del sector cárnico de nuestro país destaca tanto el volumen como la facturación del sector porcino. Dicho sector tiene muchos retos y, entre éstos, destaca la reducción del uso de sustancias zoonosanitarias como los antibióticos. En los últimos años se ha trabajado mucho en esta línea a nivel europeo, sin embargo en España, el consumo de estas sustancias va en aumento. Uno de los mayores problemas de este uso masivo es la generación de microorganismos resistentes a los antibióticos y el efecto perjudicial que estos pueden generar en la Salud Pública. Este último tema genera mucha preocupación, ya que organismos internacionales como la ONU han advertido que estos microorganismos causarán 10 millones de muertes, en el año 2050. Es por todo esto que me decidí por este tema de total actualidad. La prueba consistirá en valorar los parámetros productivos tras la administración de un pienso que contendrá una sustancia antimicrobiana, en comparación a otro sin esta sustancia, pero con otra en la que hay puestas varias esperanzas para comparar los resultados y ver si es una solución factible a la reducción del uso de antibióticos en ganado porcino.

Abstract: Current therapeutic program in swine farms of Lérida and possible alternatives

The meat sector in Spain has a great importance, as much by the economic activity that generates as by the amount of population that fixes in the rural zones. Within the Spanish meat sector, the swine sector stands out in terms of volume and billing. This sector has many challenges and among these, the reduction of the use of animal health substances such as antibiotics stands out. In recent years a lot has been worked in this line at European level, however in Spain, the consumption of these substances is increasing. One of the major problems of this massive use is the generation of microorganisms resistant to antibiotics and the harmful effect that these can generate in Public Health. This last issue raises a lot of concern, since international organisms like the UN have warned that these microorganisms will cause 10 million deaths, in the year 2050. It is for all this that I decided by this subject. The test will consist of evaluating the productive parameters after the administration of a feed containing an antimicrobial substance, compared to another without this substance, but with another in which there are several hopes to compare the results and see if it is a feasible solution to the reduction of the use of antibiotics in pigs.

2. Introducción

Si España destaca en algo es en turismo y en alimentación y, en este segundo sector, es relevante la profesionalización e internacionalización del sector porcino de capa blanca. La producción final del sector porcino en nuestro país se estima próxima a los 6.000 millones de euros, lo que supone el 14% de la Producción Final Agraria y el 37% de la Producción Final Ganadera (MAGRAMA, 2015). En España, éste es un sector muy concentrado donde destaca Cataluña con el mayor censo (7,69 millones de animales), seguida de Aragón (6,90 millones), Castilla y León (3,69 millones) y Andalucía (2,40 millones).

Además es un sector cuyo censo está en claro crecimiento en los últimos años, una situación única si la comparamos con la de otros países de la Unión Europea donde Holanda, Alemania, Dinamarca, Polonia y Francia están en cierto retroceso en el número de reproductoras, pero no en el número de cerdos producidos (Figura 1).

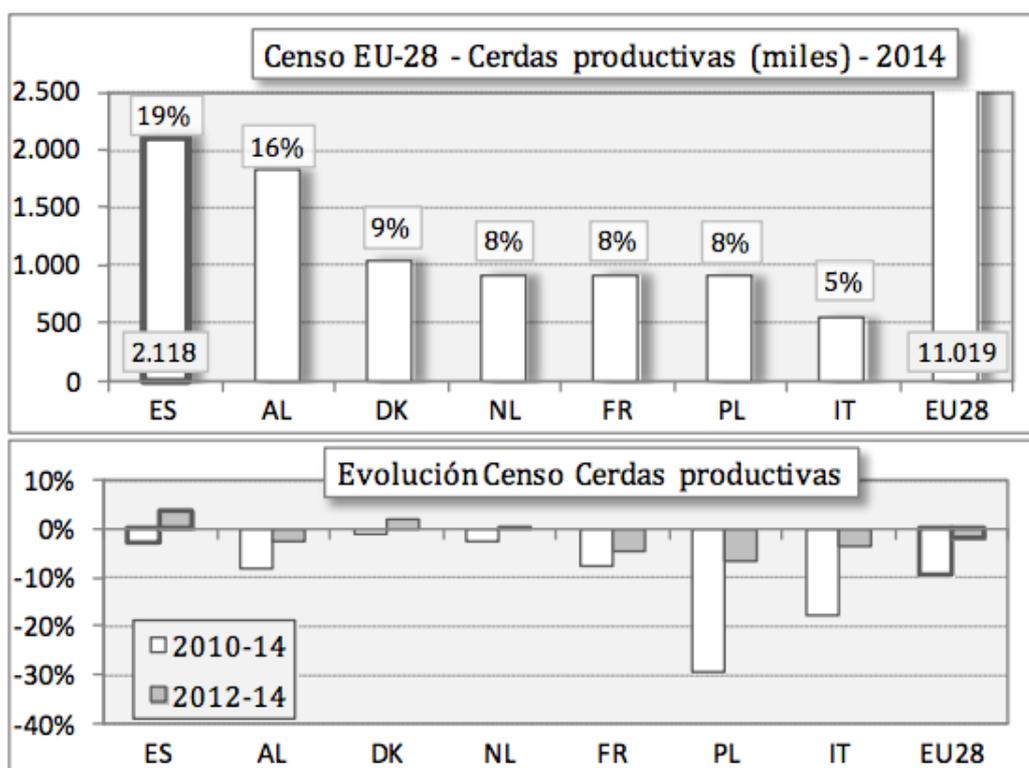


Figura 1: Censo de cerdas productivas y su evolución para el año 2014 en diferentes países europeos (ES: España; AL: Alemania; DK: Dinamarca; NL: Holanda; FR: Francia; PL: Polonia; IT: Italia). Fuente: http://www.sipconsultors.com/fitxers/arxiu/jornades/2015/sector_porcino.pdf

El sector ganadero español tiene mayor consumo de antibióticos por kg de carne producida que otros países de la UE (Figuras 2 y 3). Este hecho tendría una explicación legal, ya que en España se permite la adición de antibióticos en las fábricas de pienso, es decir, la fabricación de premezclas medicamentosas, mientras que en otros países muy potentes en ganadería, como Alemania, la adición del antibiótico se hace en la explotación, justo antes de su consumo. Destaco esto debido a que la mayor permisividad de la legislación en España es lo que conlleva el mayor uso de antibióticos.

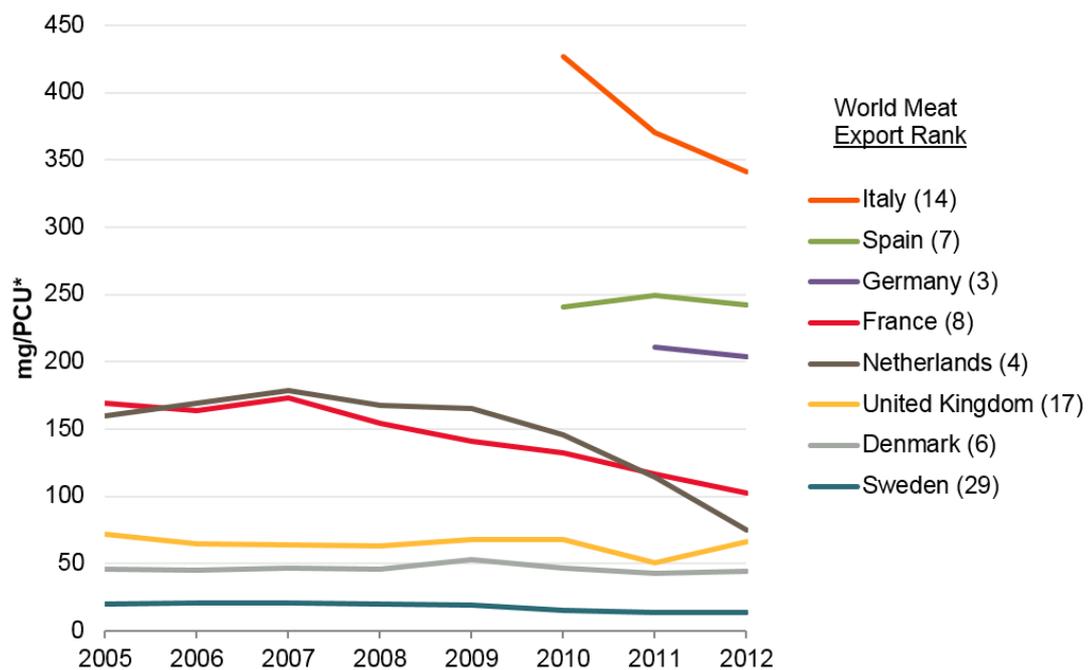


Figura 2: Venta de antibióticos para ganadería (expresada en mg por unidad de corrección poblacional) en diferentes países del mundo. Fuente: <http://www.cgdev.org/blog/obama-action-plan-falls-short-antibiotic-use-animals>

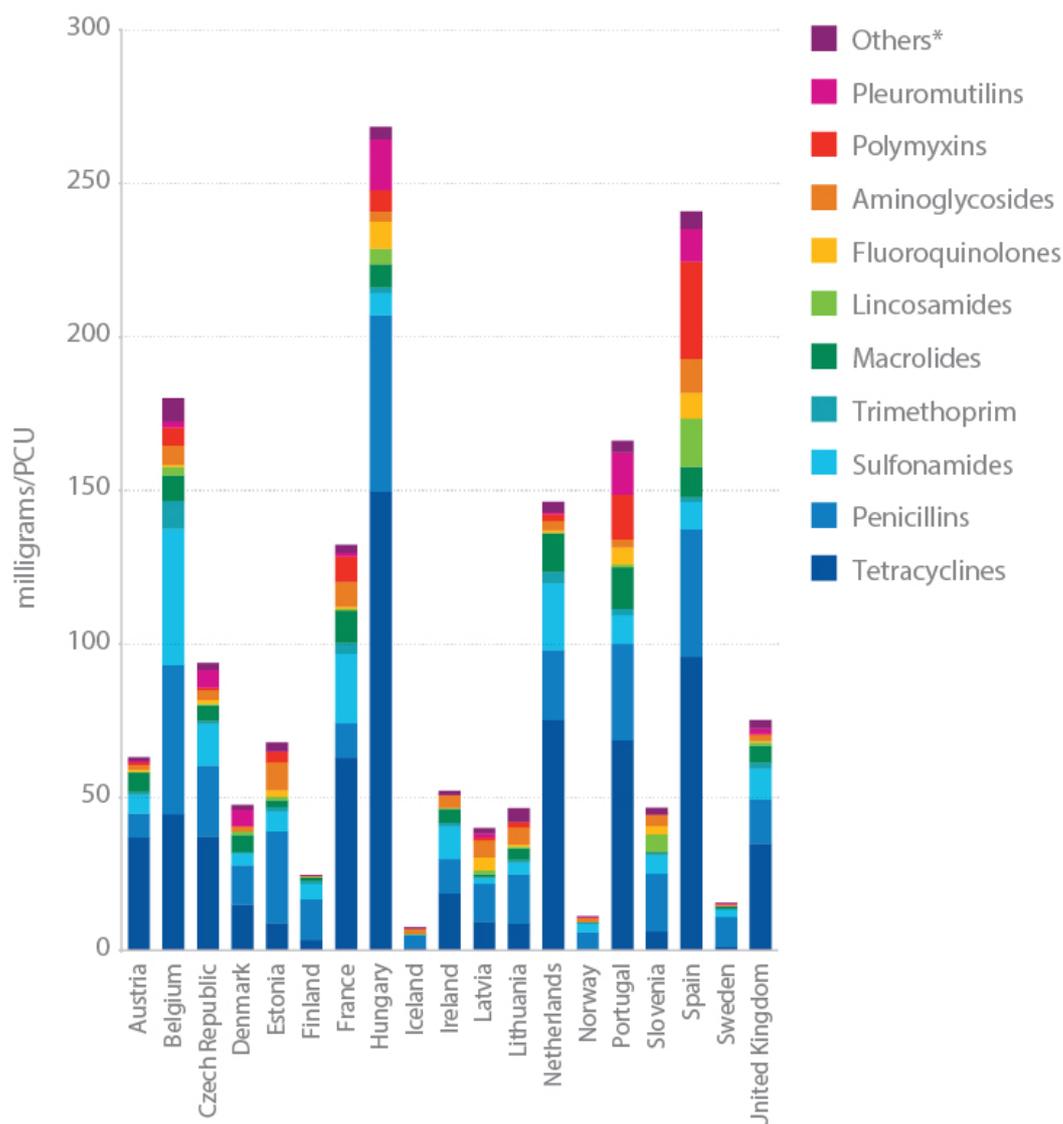


Figura 3: Venta de antibióticos para animales de producción (caballos incluidos) en miligramos por unidad de corrección poblacional. Fuente: <http://reports.weforum.org/global-risks-2013/risk-case-1/the-dangers-of-hubris-on-human-health/#read>

El consumo de antibióticos, en general, y las resistencias a los antibióticos es un tema que cada vez preocupa más a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE), que han acordado trabajar de manera conjunta para encontrar soluciones al problema, en el contexto de “One Health” (OMS, Mayo de 2015, resolución WHA68.7). El 26 de septiembre de 2016, los líderes de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) firmaron llevar a cabo las medidas propuestas por los Organismos Internacionales mencionados anteriormente, que están encaminadas a advertir a la población de los riesgos y a imponer limitaciones al uso de antibióticos. En la Figura 4 se muestra el consumo de antibióticos, por habitante y día, en diferentes países europeos.

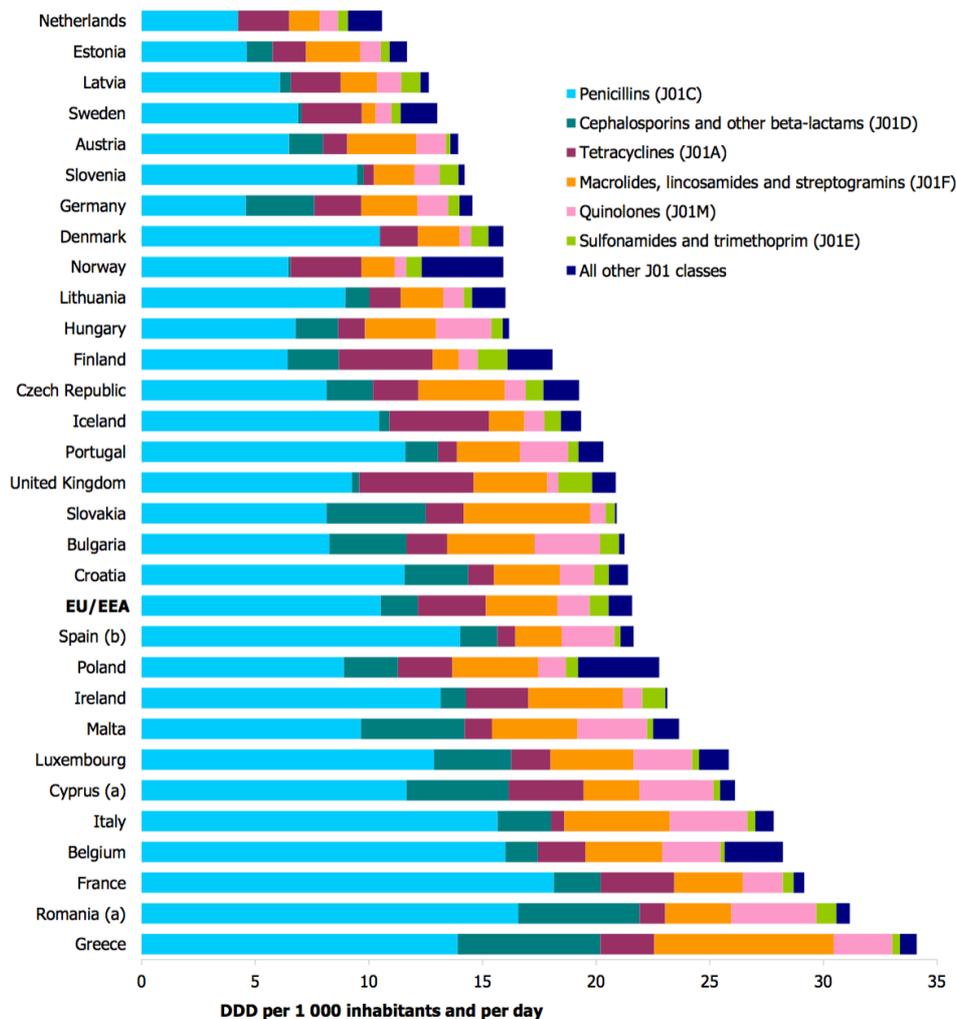


Figura 4: Consumo de antibióticos para uso sistémico por países europeos según los grupos de antibióticos en el año 2014. Fuente: <http://ecdc.europa.eu/en/eaad/antibiotics-news/Documents/antimicrobial-consumption-ESAC-Net-summary-2015.pdf>

Según los mencionados Organismos, los microorganismos resistentes a los antibióticos causarán la muerte de 10 millones de personas en el año 2050, lo que supone más muertes que las causadas por el cáncer o la diabetes. Entre los responsables de esta situación están tanto médicos como veterinarios o a farmacéuticos, entre otros.

¿Pero a quién van a culpar? A los menos organizados, es decir, a los veterinarios y ganaderos. Esto no quiere decir que demos la espalda al problema, la ganadería e incluso los animales de compañía también forman parte de este escenario (JAVMA, 2015). Tenemos que darnos cuenta de que los primeros perjudicados seremos nosotros, los que estamos en contacto directo con los animales o con personas enfermas (University of Minnesota, 2016). También se trata de una demanda del consumidor y, sobre todo, un gran consumidor de carne de cerdo como es China, donde no hay prestación por jubilación ni sanidad pública; esto lleva a la población china a mirar mucho por su alimentación y la de sus hijos.

Aunque el consumo de carne no está en entredicho, ya que la generación actual es la primera que puede consumirla y lo valoran mucho, sí que está habiendo un mayor consumo de productos ecológicos y de animales criados sin antibióticos. Este movimiento también ha afectado a empresas como McDonald's, que ya ha asegurado que a partir del año 2017 sólo servirá leche de vaca que no haya recibido antibióticos como promotores de crecimiento y carne de pollo producida sin antibióticos. A todos nos han recetado antibióticos sin un cultivo previo y, en la mayoría de los casos, nos los tomamos sin visitar un médico. Por último, resaltar que el problema es que en ganadería se utilizan antibióticos que pueden ser comunes a los que se destinan a medicina humana, lo que conlleva, que los organismos resistentes a antibióticos afecten al ser humano.

Además es interesante añadir los resultados de una encuesta de la Federación Internacional de Sanidad Animal-Europa (IFAH), llevada a cabo en seis países europeos en el año 2016, donde se señala que el nivel de conciencia sobre los beneficios de la medicina veterinaria en términos de bienestar animal es en general muy bajo, con más del 60% respondiendo que no saben o no creen que los medicamentos veterinarios tengan un impacto positivo en el bienestar de los animales de granja. Un 59% de los encuestados respondieron que estos animales tienen el mismo derecho a recibir medicamentos que las personas.

Cuando se trata de la relación entre salud pública y animal se observó también un vacío de conocimiento, con más del 40% de los encuestados respondiendo que no saben o no están de acuerdo en que la vacunación de los animales ayude a prevenir la transmisión de enfermedades a las personas.

Con respecto a la seguridad alimentaria, la brecha de conocimiento aumenta con casi tres cuartas partes de los encuestados (72%) que no saben o no creen que los medicamentos que se administran a los animales de granja ayuden a aumentar la seguridad alimentaria.

Es un problema que se debe solucionar, y más teniendo en cuenta que se prevé un aumento en el consumo de antibióticos por parte de la ganadería del 60%, en gran medida en los países agrupados dentro del acrónimo BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica) (Figura 5).

Cabe mencionar también que es un problema general que afecta a la ganadería en su conjunto, ya que, según la FAO, el 70-80% de los antibióticos que se les administra a los peces son excretados en el agua y esparcidos rápidamente por el ecosistema acuático.

Asimismo hay que tener en cuenta que Europa ya está actuando en ese sentido y también EEUU, donde los antibióticos como promotores de crecimiento ya están prohibidos (desde este año 2017), y pronto se extenderá a Canadá. El uso de antibióticos como promotores de crecimiento es ideal para que aparezcan microorganismos resistentes.

Factor	European Union	USA (North America), 2017	Rest of world
Growth promotion	No (2006)	No	Yes
Prevention	No (2017)	Yes	Yes
Control/metaphylaxis	Yes	Yes	Yes
Treatment	Yes	Yes	Yes
Veterinary control	Yes	Yes	No
Injectable control	Yes	No	No

Figura 5: Resumen del futuro del uso de antibióticos para ganadería a nivel global.

Fuente: <http://www.pigprogress.net/Health/Articles/2016/9/Antibiotics-measures-a-global-overview-2883099W/>

En un análisis conjunto de la Agencia Europea del Medicamento (EMA), la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y el Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades (ECDC) comprobaron que en 2012 el consumo de antibióticos en Europa entre humanos y animales de producción expresado en miligramos por Kg de biomasa estimada era de 116,4 en humanos y de 144 en animales. Destacar que en el mismo informe, y en base a la evidencia científica, señalan a *E. coli*, *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp como los microorganismos resistentes a los antibióticos más relacionados con la producción ganadera. Así, los antibióticos utilizados en ganadería que más resistencias generan serían: para *E. coli*; Cefalosporinas y Fluorquinolonas, para *Salmonella* spp; Tetraciclinas, y para *Campylobacter* spp; Macrólidos y Tetraciclinas.

En el sector porcino se utilizan las siguientes cefalosporinas: el ceftiofur (de tercera generación) y la cefquinoma. Entre las fluorquinolonas los más relevantes son el marbofloxacino y el enrofloxacino. Dentro del grupo de las tetraciclinas, las más empleadas son la oxitetraciclina, el hidrocloreuro de tetraciclina y la doxiciclina. Por último, dentro del grupo de los macrólidos destaca el uso de la eritromicina, espiramicina y tilosina. Según se señalan en los prospectos, estos medicamentos deben ser reservados para el tratamiento de aquellos casos clínicos que hayan respondido pobremente, o se espera que respondan pobremente, a otras clases de antimicrobianos.

A todo esto hay que añadir la presión existente, ya que la demanda de proteína animal no para de crecer, debido a que en países en vías de desarrollo cada día hay más población perteneciente a una clase media que pasa de consumir arroz a consumir proteínas de origen animal, tal y como se ha mencionado anteriormente en el caso de China. Además el hecho del incremento de la población, que se prevé sea de 9 mil millones de habitantes en el año 2050 supone un reto añadido para abastecer esta demanda creciente.

Es clave tener en cuenta que sobre el sector porcino recae un desvelo más ya que, según Larson (2015), en el purín no sólo se encuentran restos de antibióticos sino también microorganismos resistentes.

El uso del óxido de zinc es uno de los más preocupantes. Su uso está extendido en el destete, con objeto de controlar las diarreas, y a concentraciones mayores de las que recomienda la EFSA (25ppm). Preocupa debido a que patógenos como *Salmonella* monofásica ha incrementado su tolerancia (Petrovska y col., 2016) y también por el enfoque medioambiental.

2.1 Situación actual de la empresa estudiada

En este trabajo nos basaremos en el programa sanitario de una integradora de cerdos concreta de la provincia de Lérida, cuyo censo es de alrededor de 20.000 madres, que suponen un 7,2% de la provincia llerdense, teniendo en cuenta que el número de cerdas a finales de 2015 en dicha provincia era de 276.478 (IDESCAT, 2015).

Esta empresa es propietaria de las explotaciones de reproductoras y de la fábrica de piensos, lo que le permite actuar de una manera más rápida en el caso de otras compañías y tener costes de producción inferiores. Los cerdos de cebo están, en su mayoría, integrados.

La integración consiste en que una empresa es propietaria de los animales, ofrece el servicio veterinario y la alimentación. El granjero (también denominado integrado, que es propietario de la granja) pone el trabajo y corre con los gastos del agua y de la calefacción. Este sistema es el más utilizado en España, y es la principal diferencia frente a los otros productores de cerdos del mundo (RaboBank, 2016) y es un modelo que está adoptándose actualmente en otros países como en Francia, Portugal y Suramérica.

En todos los piensos medicamentosos, el antibiótico se añade según la formulación del pienso, y se realiza como un microingrediente (una dosificación independiente a la de las materias primas), en la mezcladora, en la que se incluyen los microingredientes (aditivos) y los macroingredientes (materias primas) en mezclas de 4 toneladas. Una vez se ha fabricado un pienso, por ejemplo el Starter, que va medicado, se hacen pasar 2 toneladas de maíz por el circuito y con este maíz se fabricará un pienso de gestantes, lactantes o cebo tipo 3 blanco, nunca un cebo tipo 4, ya que va destinado a los cerdos que van al matadero y no debe contener traza alguna de antibiótico. El punto más delicado de la fabricación, en cuanto a contaminación se refiere, es antes de granular. Allí la empresa cuenta con 3 silos: uno para los que llevan Tiamulina, otro para los de un día de retirada y otro para los de más de un día de retirada.

La empresa está sometida a diversos autocontroles, además de las inspecciones oficiales por parte de las autoridades competentes.

A continuación se detallan, por fases, los programas sanitarios habituales llevados a cabo en la granja objeto de estudio y que son marcados por la empresa integradora. Todos los productos zoonosanitarios son utilizados en base a la experiencia positiva de la empresa y desde dicha experiencia se destaca que las vacunas, la bioseguridad y el agua son claves también para la reducción del uso de antibióticos. La mayoría de ellos se administran a través del pienso o de forma inyectable pero también pueden administrarse a través del agua y parece que esto depende de los países; mientras Alemania destaca por la administración vía pienso, en Suecia la vía más utilizada es la inyección de agentes terapéuticos (Sjölunda y col., 2016).

Fase de lactación.

El primer día de vida se administra al lechón hierro inyectable, y si hay alguna granja con diarrea se le administra un antibiótico sensible a *Escherichia coli* como el Gentamox® (Amoxicilina con Gentamicina), Ceftionil® (Ceftiofur) o Marbocyl® (Marbofloxacin). También se proporciona ese día, por boca, Baycox® (Toltrazurilo). Este producto es contra coccidios del género *Isospora*.

El séptimo día de vida se le administra la primera vacuna de *Mycoplasma hyopneumoniae*, agente etiológico de la neumonía enzoótica, que es bidosis: Porcilis M Yho® de MSD.

Además, durante la lactación se hacen tratamientos puntuales. Por ejemplo, si se presentan casos asociados a *Streptococcus suis* se tratará con Amoxicilina y para el tratamiento de la diarrea hay opciones como el uso del Carbovet®, que es un carbón activo que se administra por boca con el objetivo de detenerlas, o el Ecopiglet®, que es un producto a base de arcillas y algas que las evita, y si aparece el problema de forma más seria se utiliza antibiótico (según la etiología).

Al día 28 de vida se le administra la segunda dosis de vacuna frente a *Mycoplasma hyopneumoniae* (Porcilis M Yho®, de MSD) así como la vacuna inactivada frente al *Circovirus porcino* tipo 2 con adyuvante oleoso (de Laboratorios Merial). Y si hay mucha presión de *Haemophilus parasuis* (agente etiológico de la enfermedad de Glässer) y *Mycoplasma hyopneumoniae* se le administrará Draxxin® (Tulatromicina). Todos ellos son por vía intramuscular y la cantidad inyectada dependerá del peso del animal.

Por último, el Lactoiniciador empleado, que se administra durante una semana a partir de la primera semana de vida, contiene 2500 ppm de Óxido de zinc, 150 ppm de Colistina y 300 ppm de Amoxicilina.

Fase de transición-destete.

El pienso Prestarter contiene 2500 ppm de Óxido de Zinc, 250 ppm de Neomicina y 300 ppm de Amoxicilina y se administra la última semana en paridera y la primera del destete, hasta que los cerdos alcanzan un peso de aproximadamente 12 kg.

El pienso Starter habitualmente incluye 1000 ppm de Óxido de Zinc, 1kg de Gastroherb®, destinado al tratamiento de las diarreas, además de utilizarlo para reducir la dosis de Óxido de zinc, 200 ppm de Doxiclina (tratamiento de procesos respiratorios), 300 ppm de Amoxicilina (tratamiento de *Streptococcus suis* y *Haemophilus parasuis*) y 100 ppm de Tiamulina (para disminuir la presión de *Mycoplasma hyopneumoniae*). Este pienso se suministra desde los 12 hasta los 16 kg.

En este TFG se va a testar un pienso Starter que contendrá: 1000 ppm de Óxido de zinc, 40 ppm de Florfenicol (alternativa a la Amoxicilina), 200 ppm de Doxiclina y 100 ppm de Tiamulina.

Fase de engorde.

El denominado “pienso Cebo 1”, que se proporciona hasta que los cerdos pesan unos 30 kg, contiene Lincomicina con Espectinomicina, destinadas al tratamiento de la *colibacilosis*. Además, para cubrir problemas respiratorios, se utilizará Florfenicol.

El “pienso Cebo 2”, suministrado desde los 30 hasta los 40 kg, contiene Lincomicina con Espectinomicina para problemas provocados por *Escherichia coli*, en los que también hay un componente respiratorio.

El “pienso del Cebo 3” es blanco, sin antibióticos, y se administra hasta que los cerdos pesen alrededor de 70 kg.

A los piensos que contienen medicamentos se les añade el código “202”. Así, el “pienso Cebo 3 202” contiene 1 kg de Pepper® o Gastroherb®, con 750 ppm de Tiamulina para el tratamiento de Ileitis, enfermedad causada por *Lawsonia intracelularis*.

Hasta los 110 kg se suministra el “pienso Cebo 4” y pueden ser dos: “pienso Cebo 4 103” que contiene 750 ppm de Tiamulina para *Lawsonia intracelularis*, o “pienso Cebo 4 202” que contiene 1 kg de Pepper® o Gastroherb® con 750 ppm de Tiamulina para *Lawsonia intracelularis*. En todos estos piensos será el granjero, junto al visitador, quien decidirá cuándo se hace el cambio hacia el siguiente pienso. Los mayores consumos de pienso son los de los tipos Cebo 3 y Cebo 4.

Detallando cada uno:

- La Espectinomicina se utiliza para el tratamiento y control de *Salmonella spp*, *Pasteurella multocida*, *Escherichia coli* y *Mycoplasmas*.
- La Lincomicina se emplea para el tratamiento de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus spp* (cepas β -hemolíticas), *Str. viridans*, *Clostridium tetani*, *Cl. perfringens*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Leptospira spp* y *Mycoplasmas*. Existe un efecto sinérgico en la asociación de Lincomicina y Espectinomicina en la proporción 1:1 y 1:2, traduciéndose en una mayor eficacia frente a distintos procesos patológicos que la que tienen por separado.
- El florfenicol se usa para el tratamiento y prevención de la enfermedad respiratoria porcina causada por *Pasteurella multocida* sensible a florfenicol en piaras infectadas.

- La Tiamulina es para el tratamiento y control de la neumonía enzoótica causada por *Mycoplasma hyopneumoniae*, de la disentería porcina causada por *Brachyspira hyodysenteriae*, de la pleuroneumonía porcina y de la enteritis por *Campylobacter* spp. y *Leptospira* spp. Durante el cebo encontramos alternativas a la Tiamulina como Hygen Pro Law® o Zooporc®, productos a base de mezcla de extractos vegetales, glicinatos de cobre y zinc, muy útiles para luchar contra *Lawsonia intracelularis* y *Brachyspira hyodysenteriae*. Pepper® y Gastroherb® son productos naturales a base de orégano en polvo, tomillo en polvo, extracto de castaña (*Castanea sativa*), maíz, cascarilla de almendra y avellana que han demostrado su utilidad en prevenir la Disentería porcina (*Brachyspira hyodysenteriae*). Todos son productos que no generan resistencias, ni residuos en la carne, además de mejorar la digestibilidad de los nutrientes.

Tratamientos vía agua y calidad del agua

A la entrada del engorde, los animales se tratan con Doxiciclina y con Amoxicilina si se presentan problemas respiratorios, como PRRS complicado con *Streptococcus* spp y *Haemophilus parasuis*. Si sólo hay *Haemophilus parasuis* o *Streptococcus* spp se usa Amoxicilina y se recurre al Florfenicol en casos que recidivan.

Además, los animales son tratados con Paracetamol cuando tienen fiebre, consecuencia de PRRS, por ejemplo. En caso de que estos animales queden virémicos de PRRS, se emplean Vitamina E y Selenio, ya que suelen rebajar gravemente sus propios niveles.

Por otro lado, se utiliza Colistina para diarreas, Doxiciclina en casos de problemas respiratorios en animales de un cierto peso, Lincomicina si son problemas de *Mycoplasma hyopneumoniae*, Tiamulina en casos derivados de *Lawsonia intracelularis* y Lincomicina contra *Brachyspira hydiosenteriae* o *Clostridium* spp .

La forma de vehicularse que tienen los patógenos puede ser distinta. Muy frecuentemente, cuando aparecen enfermedades en las explotaciones pensamos en muchas cosas pero no en el agua (Zix, 2016). El agua puede vehicular desde agentes biológicos como virus, hasta agentes inertes como metales pesados. En definitiva, el agua es un componente importante para asegurar la bioseguridad de una explotación y, por ende, reducir el uso de tratamientos terapéuticos en nuestros animales.

El acceso a agua es un componente indispensable de cualquier explotación, no sólo para cumplir con la normativa de bienestar sino porque la calidad de la misma es importante para un buen rendimiento del animal (Agostini y col., 2014).

El análisis del agua, tanto microbiológico como físico-químico, se deberá hacer periódicamente y la toma de muestras se lleva a cabo en los bebederos. Estos se harán en el lugar donde la obtienen los animales, es decir, en los bebederos. El Real Decreto 140/2003 puede servir de ayuda, sobre todo, en cuanto a los parámetros microbiológicos adecuados, ya que en lo referente a los parámetros físico-químicos no hay exigencias pero sí valores recomendables.

El agua se puede contaminar en el origen, durante el transporte o una vez en la granja. En la granja, si la beben mezclada con el pienso, se debe tener en cuenta que es un medio excelente para el crecimiento de las bacterias. También es muy importante la limpieza del sistema de administración, poniendo especial énfasis en la biopelícula también conocida como *biofilm*.

En el control de aguas, como en tantas otras cosas, hay tendencias. Actualmente, para asegurar una calidad óptima, se recomienda la utilización del dióxido de cloro, por ser un biocida oxidante, es decir, interrumpe el transporte de nutrientes a través de la membrana celular. Entre sus ventajas está que tiene la peculiaridad de que no reacciona con componentes orgánicos al nivel que lo hacen los otros, esto permite que la concentración para el tratamiento de las aguas debe ser menor reduciendo los costes de mantenimiento a largo plazo aunque la inversión inicial es superior ya que se genera *in situ*. Se trata de un desinfectante que actúa en un rango de pH de entre 4 y 10, y es de mayor espectro que el cloro teniendo más efectividad en la destrucción de esporas, bacterias y virus. Además no genera subproductos de la desinfección peligrosos para la salud como los THM (trihalometanos).

Procedimientos de limpieza.

Para la sanidad de la cabaña es importantísimo un buen vacío sanitario y la utilización de un buen desinfectante. El protocolo habitual será un primer lavado para humedecer y quitar la suciedad más grosera, posteriormente otro lavado con jabón y, por último, una pasada con desinfectante. Es importante que todo esté completamente seco antes de la entrada de los siguientes animales por dos razones: para que el desinfectante tenga tiempo de acción y porque en un ambiente seco siempre hay menos microorganismos.

En esta empresa se utilizó durante mucho tiempo un desinfectante a base de peróxido de hidrógeno pero se comprobó que determinadas patologías se mantenían crónicas en la explotación. Por eso, más tarde, se decidió utilizar un desinfectante con glutaraldehído y amonio cuaternario combinándolo alternativamente con desinfectantes con ácido peracético, este último muy efectivo contra *Isospora suis*, causante de la coccidiosis porcina. El ácido peracético es resultante de la mezcla de peróxido de hidrógeno y ácido acético.

2.2 Productos alternativos

En el mercado actual se pueden encontrar numerosas alternativas a los antibióticos para mejorar el estatus sanitario de los cerdos. Son los aditivos de tipo zotécnico que pueden agruparse en (Fernández, 2005): probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas y extractos de plantas. Los cuatro primeros han sido ampliamente estudiados durante décadas y los últimos están teniendo más auge recientemente.

Los probióticos son aditivos alimentarios a base de preparados de microorganismos vivos que, si se consumen en cantidades suficientes, confieren un efecto saludable a la persona o animal que lo ingiere (Fernández, 2005).

Los prebióticos se definen como ingredientes no digestibles de la dieta que benefician al huésped, estimulando de forma selectiva el crecimiento y/o la actividad de una flora bacteriana beneficiosa para el colon, mejorando, por tanto, la salud del huésped (Gibson y Ruberfroid, 1995).

Las enzimas son catalizadores complejos constituidos por proteínas globulares, que a temperatura en torno a 37 °C aceleran la velocidad de las reacciones bioquímicas (Richardson y Hyslop, 1993).

En cuanto al grupo de los extractos de plantas, hay un amplio abanico. Ayler y col. (2016) han demostrado que sustancias como el ajo (*Allium sativum*), la salvia (*Salvia officinalis*) o la menta (*Mentha x piperita*) pueden ser útiles para controlar las patologías entéricas en cerdos. Para problemas del aparato respiratorio destacan el malvavisco (*Althea officinalis*), el timo (*Thymus vulgaris*) y la equinácea purpúrea (*Echinacea purpurea*) y en el caso del sistema inmune y para regular la inflamación se usan la equinácea purpúrea (*Echinacea purpurea*), el orégano (*Origanum vulgare*), el regaliz (*Glycyrrhiza glabra*) y la planta del té (*Camellia sinensis*).

A todos estos se les tiene que sumar los extractos de algas, de los que pude conocer alguna de sus propiedades gracias a la visita que hice a la Bretaña francesa en una empresa especializada en productos a base de algas (Olmix). Un ejemplo de ello es una alga macroscópica marrón (*Ecklonia cava*) rica en un polisacárido sulfatado llamado Fucoidán al cual se le atribuye incrementar el crecimiento, mejorar la digestibilidad y la conformación del tracto digestivo (Choi y col., 2016). También pueden ayudar mediante la producción de defensinas (Breidenstein y col., 2015), que las generan endógenamente ciertas células animales y vegetales. La defensina para la cual se encuentra más bibliografía es la llamada Plectosin, extraída de un hongo (*Pseudoplectania nigrella*).

2.3 Las micotoxinas

Otro tema al que debemos prestar atención son las micotoxinas. Según un estudio (Kalpana y col., 2015), éstas pueden interaccionar con antibióticos y disminuir su efectividad. Como consecuencia, el animal no se cura y se terminarán utilizando más antibióticos. Más del 25% de las cosechas de cereal están contaminadas por distintas micotoxinas (FAO, 2015). También el cambio climático hace aumentar el riesgo de micotoxinas, debido al mayor número de veces que se presentan situaciones de alta humedad con alta temperatura.

Las micotoxinas son sustancias tóxicas resultantes del metabolismo secundario de algunos hongos (mohos). Es importante destacar que éstas se pueden producir tanto en el campo como durante el almacenamiento de las semillas. Cada micotoxina se producirá según el grano y las condiciones de humedad, temperatura y estado del grano aunque el factor desencadenante de su producción serán los factores de estrés tales como: el choque térmico, las variaciones de humedad, de pH y la competencia entre diferentes hongos. Existen miles de micotoxinas pero las que tienen gran incidencia y están bien estudiadas son muy pocas.

En nuestros animales podremos tener casos de contaminación crónica (ingesta repetida de pequeñas cantidades) hasta agudas (ingesta de una gran cantidad en poco período de tiempo). Estas contaminaciones pueden exacerbarse por la sinergia de éstas con ciertas moléculas ya que cuando tengamos micotoxinas en nuestras materias primas no habrá sólo una sino varias, es lo que llamamos policontaminación. El control es importantísimo ya que influyen negativamente en el índice de conversión, pueden provocar alteraciones reproductivas y, a la vez, es un control difícil ya que son invisibles e inodoras. Uno de los efectos más importantes son los que tienen en el sistema inmune, aunque depende en gran medida de la duración a la exposición, la dosis, la especie, así como el estado fisiológico.

Para añadir más complicación existen las llamadas micotoxinas enmascaradas, que son micotoxinas que han sido modificadas por la planta después de ser producidas por el hongo. La micotoxina se asocia a otra molécula de la planta. Las micotoxinas enmascaradas son difíciles de detectar ya que presentan una estructura diferente, por lo que se subestima el contenido total de micotoxinas en la muestra. Sólo presentan una ventaja; que tienen una toxicidad menor a las micotoxinas de origen. Las micotoxinas enmascaradas pueden estar combinadas (extraíbles) o vinculadas (no extraíbles). Las combinadas se mantienen activas ya que pueden liberarse por hidrólisis durante la digestión o algunos procedimientos industriales como la fermentación. Así recuperan su forma inicial de toxina no enmascarada.

Por ejemplo, el Deoxinivalenol puede combinarse con glucosa originando una micotoxina enmascarada; el D3G (deoxinivalenol-3-beta-D-glucopiranosido). Aunque las combinaciones más estudiadas son las resultantes de la combinación con Deoxinivalenol, Zearalenona y las Fumonisinas, todas las micotoxinas pueden estar enmascaradas.

Queda claro pues que éstas tienen un efecto en la explotación, afectando a la rentabilidad.

Hay múltiples herramientas desarrolladas para controlar las micotoxinas, entre las que destacan la Vitamina E y los secuestrantes de micotoxinas, también llamados absorbentes. La vitamina E ayuda a revertir el efecto oxidante de las micotoxinas sobre el metabolismo del animal. Un secuestrante es una sustancia no digerible destinada a reducir la absorción de las micotoxinas por los animales. Por otra parte, hay dos tipos de secuestrantes: los orgánicos y los inorgánicos. Los primeros son derivados de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* (secuestra Aflatoxinas, Ocratoxina y Zearalenona). Estos productos tienen su acción secuestrante de diversas micotoxinas: Aflatoxinas, Ocratoxina A, Fumonisinas, toxina T-2 y Zearalenona (ZEA).

Los secuestrantes inorgánicos son aditivos de tipo tecnológico y su misión es unir a la micotoxina por diferencia de cargas. En general, son minerales de arcillas: bentonita (secuestran Aflatoxinas y Ocratoxinas), zeolitas (Aflatoxinas, Ocratoxinas y Zearalenona), carbón activado (Aflatoxinas, Ocratoxinas, Zearalenona, Tricotecenos, Fumonisinas y nutrientes esenciales como vitaminas y oligoelementos) y otros. Normalmente, no se trata de un adsorbente de micotoxinas, sino de un adsorbente específico para las Aflatoxinas. Tienen una dosis de inclusión en la dieta 1-2 kg/tm (0,1-0,2%), lo que hace dudar a parte del sector sobre su efectividad. ¿Puede 1kg de estas sustancias neutralizar las micotoxinas presentes en una tonelada de pienso?

Añadir que la fuente de la información de estas últimas páginas es la recopilada en mi visita a Francia con la empresa Olmix, que comercializa también secuestrantes, entre otros productos.

En la empresa en la que se basa este trabajo, y debido al bajo precio de los cereales se ha preferido la reducción de las materias primas con más riesgo de micotoxinas como son la soja y el maíz, aunque también es destacable y más en la actual campaña 2016-2017 (debido a la elevada pluviometría en primavera de 2016) la cantidad de micotoxinas detectadas en el trigo, sobretodo, de origen francés y de puerto. Lo que sí que está haciendo la empresa en cuestión es dedicar más esfuerzos a encontrar métodos de detección rápida antes de la entrada de la materia prima en la fábrica de piensos y, entre los métodos analizados, se está probando con la tecnología NIR, que trabaja con espectroscopía del infra-rojo cercano, que requiere unas buenas bases de datos para su calibración, que son casi inexistentes en la actualidad. Esta tecnología es rapidísima ya que señala el umbral de micotoxinas en menos de un minuto, además de poder trabajar con grano entero. La micotoxina de referencia, en éste y en la mayoría de programas de detección de micotoxinas, es la Deoxinivalenol (DON), también llamada Vomitoxina. Si se encuentra esta micotoxina deduciremos que hay más, debido a que la Deoxinivalenol es producida por el hongo *Fusarium* spp y éste a la vez produce otras micotoxinas como Fumonisinás que dan lugar a alteraciones en el sistema nervioso, y en el caso de la Zearalenona, produce múltiples alteraciones en el aparato reproductivo.

3. Justificación y objetivos

Voy a centrarme en el estudio de la reducción de óxido de zinc en ganado porcino debido a la presión que generó el Comité de Medicamentos de Uso Veterinario (CVMP) de la UE al recomendar, en diciembre de 2016, la retirada de todas las autorizaciones comerciales de los productos que lo contengan, aunque después decidió reconsiderarlo.

La actual normativa, enmarcada en el Reglamento 335/2010, limita el uso del óxido de zinc a 150 ppm pienso para cerdas reproductoras y lechones, mientras que es de 120 ppm para los cerdos de engorde.

El problema del óxido de zinc en Europa es fundamentalmente de tipo medioambiental. Su baja biodisponibilidad, del 22% (Poulsen, 1995), conlleva un riesgo de contaminación a través de los purines (Figura 6). Cuando se deposita en el suelo, puede ser absorbido por las plantas o es arrastrado por el agua de la lluvia hasta llegar a lagos o ríos donde, podrá afectar a humanos directamente, bien a través del consumo de esa agua, o indirectamente, cuando se acumula en peces. Como resumen, según la CDC americana, la problemática del zinc está más en el medioambiente que en los posibles efectos toxicológicos sobre los humanos.

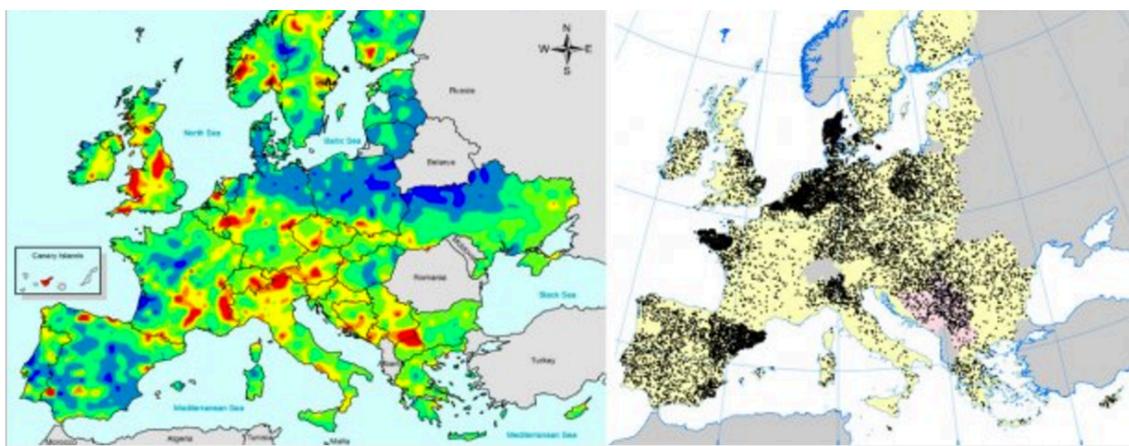


Figura 6: Acumulación de zinc en suelos agrícolas de la UE (izq.) y densidad de granjas porcinas en la UE. Fuente: <https://www.3tres3.com>

Por lo tanto, el **objetivo** del trabajo será el de tratar de minimizar el uso del óxido de zinc en ganado porcino. Para ello se ha evaluado el impacto de la sustitución del ZnO por la mezcla de dos productos (GatroHerb® y Prozac®) sobre el crecimiento de lechones en la fase de transición. El óxido de zinc es un compuesto utilizado habitualmente como preventivo de diarreas y promotor del crecimiento y los productos testados (GatroHerb® y Prozac®) se presentan como posibles alternativas al primero.

4. Metodología

4.1. Condiciones experimentales

Se emplearon un total de 640 lechones, mitad machos enteros y mitad hembras, de 24 ± 3 días de edad y aproximadamente de 8 kg de peso vivo, procedentes del cruce de madre Landrace x Large White y padre Pietran alemán. La granja en la que se llevó a cabo el estudio ("La Masía") se ubica en la localidad de Puigverd d'Agramunt, en la provincia de Lérida, y tiene un censo superior a 2500 madres de genética DanBred. Los lechones habían nacido en esa misma granja y tras el destete fueron trasladados a la nave de transición.

Se distribuyeron en ocho corrales, en grupos de 80 animales. De cada corral se seleccionaron al azar 10 hembras y 10 machos y se pesaron y crotalaron individualmente para hacer un seguimiento más exhaustivo de esos cerdos. El total de los animales experimentales fue de 160 (80 de cada sexo).

Los departamentos tenían una superficie de $3,8 \text{ m}^2$, con suelo de slat de plástico, dos comederos de 5 entradas cada uno y dos bebederos tipo cazoleta. Las condiciones ambientales de la nave se controlaron automáticamente. La temperatura fue de $30 \text{ }^\circ\text{C}$ la primera semana, tras la cual se fue reduciendo $2 \text{ }^\circ\text{C}$ cada semana hasta llegar a los $26 \text{ }^\circ\text{C}$.

4.2. Diseño experimental

La prueba duró 14 días (comenzó el 17/02/2017 y finalizó el 03/03/2017) y consistió en la prueba de dos tratamientos experimentales en base al tipo de pienso Prestarter; uno con óxido de zinc (2500 ppm), que se suministró a cuatro corrales, y otro con Gastroherb® y Prozac® (1000 ppm y 2000 ppm, respectivamente), que se proporcionó a otros cuatro corrales.

Además, durante toda la prueba se administró vía agua, a los dos grupos, Flortek® (Florfenicol) para el tratamiento de enfermedad respiratoria porcina asociada con *Actinobacillus pleuropneumoniae* y *Pasteurella multocida*.

Los tratamientos que también se aplicaron fueron Doxiporc® (Doxiciclina para el tratamiento del Complejo Respiratorio Porcino donde se encuentren implicados *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Pasteurella multocida* y/o *Bordetella bronchiseptica*) y Paracetamol® (tratamiento sintomático de la fiebre).

El Gastroherb® contiene extractos de plantas para mejorar la multiplicación de los lactobacilos, en concreto de castaña (*Castanea sativa*), con efecto bactericida e inmunoestimulante, tomillo (*Thymus vulgaris*) y orégano (*Origanum vulgare*), con efecto bactericida. En la Figura 7 se muestra su composición, proporcionada por la empresa fabricante.

COMPOSICIÓN:

Soporte:
Maíz extrusionado, cascarilla de almendra y avellana csp..... 1 Kg

Aditivos

Orégano en polvo	10.000 mg
Tomillo en polvo	15.000 mg
Extracto de Castaña (Castanea Sativa)	70.000 mg

Figura 7: Composición de Gastroherb®.

El Prozac® es un pienso complementario a base de proteínas de muy alta digestibilidad, con ácidos orgánicos protegidos, enriquecido en triptófano y valina. En la Figura 8 se muestra la etiqueta proporcionada por la empresa fabricante relativa a su composición.

ADITIVOS

CONSERVANTES	Acido Fórmico	
COMPONENTES ANALITICOS		
Proteína bruta:	44,75 %	Lisina: 3,02 %
Grasa Bruta	1,33 %	Metionina: 0,82 %
Fibra bruta:	2,58 %	M+C 1,50 %
Ceniza bruta:	5,89 %	Treonina 2,12 %
Sodio	0,20 %	Triptófano 1,53 %
Calcio	0,84 %	Isoleucina 2,22 %
Fósforo:	0,37 %	Valina 2,80 %

FORMA DE USO :PARA INCORPORAR AL PIENSO
Dosis de incorporación: De 30 a 80 Kgs por Tonelada de Pienso.

COMPOSICION
Productos y subproductos de semillas oleaginosas, Productos y subproductos de raíces y tubérculos, Minerales, Aminoácidos.

Figura 8: Composición de Prozac®.

En la formulación también se tuvo en cuenta que ambos piensos (control y experimental) tuvieran la misma relación Energía Neta (EN):aminoácidos esenciales, un nivel de EN de más de 2400 kcal EN/kg en los dos casos, a fin de maximizar el consumo energético pero limitado para evitar los procesos diarreicos (Berrocoso y col., 2012) y siempre con su aporte de fibra ajustado a la edad de los animales (Mateos y col., 2006).

Ambos piensos se suministraron *ad libitum* y en gránulo. No se apreciaban diferencias entre ambos en aspecto ni tampoco en olor.

La composición del pienso que contenía óxido de zinc se muestra en la Figura 9 y la del pienso con la mezcla de aditivos alternativos (GatroHerb® y Prozac®) aparece en la Figura 10.

Nombre de Ingrediente.	Cantidad	%
Cebada 11%PB	1165,36	29,13
Trigo blando 10.7%PB (>74)	880,00	22,00
Babistar 20% Premier (Prestar)	800,00	20,00
Maíz 7.5%PB	600,00	15,00
Soja 47%	327,55	8,19
L-Lisina líquida 50%	43,15	1,08
Manteca 1° discoater	41,40	1,04
Vitamina líquida	40,00	1,00
Manteca 1° mezcladora	40,00	1,00
Apsamix Zinc	12,40	0,31
L-Treonina	12,04	0,30
Metionina Rhodimet 88%	10,50	0,26
Valina	8,32	0,21
Fosfato bicálcico dihidrato	6,00	0,15
Amoxipol premix 20% (Amoxi)	6,00	0,15
L-Triptófano	4,26	0,11
Hydro Feed (Rehidratante)	3,00	0,08

Figura 9: Pienso control, que contenía Óxido de zinc.

Ingredientes	KGS FABRICA	Coste	%
Cebada 11%PB	1181,178	0,160	29,53
Trigo blando 10.7%PB (>74)	880,000	0,180	22,00
Babistar 20% Premier (Prestart)	800,000	1,192	20,00
Maíz 7.5%PB	600,000	0,177	15,00
Soja 47%	316,613	0,364	7,92
L-Lisina líquida 50%	43,186	0,720	1,08
Vitamina líquida	40,000	0,000	1,00
Manteca 1° mezcladora	40,000	0,833	1,00
Manteca 1° discoater	36,947	0,833	0,92
L-Treonina	12,037	1,410	0,30
Metionina Rhodimet 88%	10,476	3,290	0,26
Valina	8,308	6,750	0,21
PROTAZ	8,000	0,890	0,20
Amoxipol premix 20% (Amoxici)	6,000	7,600	0,15
Fosfato bicálcico dihidrato	5,991	0,370	0,15
L-Triptófano	4,263	5,900	0,11
Gastroherb	4,000	4,050	0,10
Hydro Feed (Rehidratante)	3,000	1,380	0,08

Figura 10: Pienso experimental que incluía GatroHerb® y Prozac®.

4.3. Controles

Los parámetros estudiados fueron los siguientes:

- Mortalidad: contabilizando los individuos fallecidos en el período del estudio y la causa.
- Tratamientos extraordinarios: anotación de todos los tratamientos antibióticos extras recibidos por los animales.
- Peso: un total de 160 lechones (10 machos y 10 hembras de cada uno de los 8 corrales) fueron pesados individualmente durante el periodo Prestarter; al comienzo de la prueba (día 1), a los 7 días y al final (día 14), para calcular la ganancia media diaria de peso por departamento.

4.4. Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM (General Linear Model) del paquete estadístico SAS (versión 9.2). El modelo incluyó el peso final y la ganancia media diaria de los lechones como variables dependientes, la dieta (óxido de zinc vs Gastroherb® + Prozac®) como efecto principal y el peso inicial como covariable. La unidad experimental fue el departamento o corral (n=4) constituido por 20 cerdos alojados conjuntamente. Un valor de $P \leq 0,05$ se consideró como diferencias significativas entre tratamientos.

5. Resultados y discusión

No hubo ninguna baja a lo largo del experimento ni tampoco se observó que ningún animal manifestara un desarrollo anómalo (especialmente bajo), lo que sería indicativo de morbilidad.

Por otro lado, señalar que no se tuvieron que administrar más tratamientos extras en unos animales que en otros, por lo que se puede afirmar que no hubo relación alguna de estos con los tratamientos estudiados.

Finalmente destacar que la evolución de los pesos de los lechones fue similar independiente del tratamiento, tal y como muestra la Tabla 1. Del mismo modo, no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la ganancia media diaria de los animales ni durante la primera semana, ni durante la segunda ni tampoco durante el periodo global.

Tabla 1: Efecto del tratamiento experimental sobre el peso y crecimiento medio diario de lechones durante el periodo Prestarter.

Tratamiento				
	Óxido de Zinc	Gastroherb® Prozac®	EEM ¹	Valor p ²
P1 (kg/d)	8,35	8,39	0,234	NS
P2 (kg/d)	9,49	9,49	0,246	NS
GMD01 (kg/d)	0,169	0,175	0,033	NS
GMD12 (kg/d)	0,163	0,157	0,005	NS
GMD01 (kg/d)	0,332	0,331	0,035	NS

¹ EEM: Error Estándar de la Media (n=4); ² NS: No Significativo, cuando la $P > 0,05$

Para empezar la discusión es importante destacar que hay autores (Cardina y col., 2006) que relacionan una menor dosis de óxido de zinc en el destete con una mayor prevalencia en diarreas. Esta es una percepción que, aunque en este caso no haya sucedido, la empresa comparte. Esto es debido al efecto antibacteriano asociado al óxido de zinc, principalmente sobre *E. coli* Enterotoxigénico (ETEC) y las bacterias Gram +. También es importante comentar que no tiene un efecto selectivo y que disminuye también la población de bacterias ácido-lácticas, como han descrito autores como Hojberg y col. (2005).

Algunos trabajos publicados (Bunce, 1989) muestran que el zinc es esencial para el óptimo crecimiento del animal, pero también se han descrito antagonismos nutricionales asociados a este compuesto (Adeloa y col., 1995).

Así pues, tenemos delante un nutriente importante pero, tal y como hemos comprobado con la empresa, las dos formulaciones cumplen ampliamente los requerimientos de zinc para los animales del estudio, establecidos por FEDNA (2013).

Tal y como destaca Pluske (2013) no sabemos realmente cómo funciona el óxido de zinc. Esto último hace muy difícil calcular la dosis para su máximo aprovechamiento.

Añadir que nuestros resultados confirman los de Dionísio Henn y col. (2010). con animales de la misma genética y de edad similar.

Teniendo en cuenta los resultados del presente trabajo, podemos llegar a la conclusión de que el sector porcino estaría utilizando una sustancia innecesaria, pero no es así. ya que no podemos generalizar lo que ha sucedido en una explotación al resto del país y además habría que considerar que la dieta con Gastroherb® y Prozac® es un 15% más cara que la del óxido de zinc. Aún así se seleccionó esta combinación porque es a día de hoy de las más competitivas en precio del mercado.

Teniendo en cuenta los resultados podemos afirmar hay alternativas al óxido de zinc, pero el cambio de mentalidad se producirá cuando se prohíba por ley.

Finalmente, añado una frase de Fernández (2005) que me parece acertada para dar fin a tal trabajo: "los extractos vegetales ya se utilizaban en la farmacología histórica y ahora emergen como una posible alternativa".

6. Conclusiones

Una vez realizado el trabajo confirmo que el futuro de la ganadería porcina y de la ganadería en general pasa por la reducción del uso de antibióticos y otras sustancias zoonosanitarias. También he constatado que este es uno de los muchos retos que tiene el sector.

Considerando el estudio, el hecho de que los resultados estadísticos no sean significativos es positivo y muy interesante ya que nos demuestra que hay una alternativa factible al uso del óxido de zinc (ahora mayoritario) en el pienso comúnmente llamado Prestarter. Esta sustitución no ha afectado significativamente a la ganancia media diaria, ni se han tenido que hacer más tratamientos. Por lo tanto, el óxido de zinc podría ser sustituido por la mezcla de los productos Prozac® y Gatroherb®.

Conclusions

Once the work was carried out, I noticed that the future of pig farming in general is due to the reduction of the use of antibiotics and other animal health substances. I have also seen that this is one of the many challenges that the sector has.

The statistical results of the research, which are not significant is good news as it shows us that there is a feasible alternative to the use of zinc oxide (now majority) in the feed commonly called Prestarter. This substitution did not significantly affect the average daily gain, nor did more treatments have to be done. Therefore, we could recommend the replacement of zinc oxide by Prozac® and Gatroherb® products.

7. Valoración personal

Por una parte, con la realización de este trabajo he aprendido a buscar información y a citarla. También me ha ayudado a saber gestionar esta información, sintetizarla, sabiendo diferenciar la paja del grano.

Por otra parte, a la vez que he aprendido a analizar estadísticamente la información recopilada he repasado todo lo que conlleva el método científico.

No quiero olvidarme de que personalmente creo que está mal ponderada la asignatura del Trabajo de fin de Grado. Esta asignatura teóricamente son 6 créditos, es decir, 150 horas las que le tenemos que dedicar, pero terminan siendo muchas horas más.

Por último, me ha sido de gran utilidad hacerlo sobre el sector porcino para aprender más sobre éste y los múltiples retos que tiene la ganadería, entre éstos, los que envuelve este trabajo.

Agradecer desde aquí la gran ayuda, trato y tiempo servida por Tania Pérez Sánchez y María Ángeles Latorre Górriz. También me gustaría agradecer desde aquí a la empresa Grupo Premier Pigs, por su tiempo y ofrecimiento desde el primer momento.

8. Bibliografía

1. Adeola, O. Lawrence, BV. Sutton, AC. Cline, T.R. 1995. Phytase-induced changes in mineral utilisation in zinc-supplemented diets for pigs. *Journal of Animal Science* 73, 3384–3391.
2. Agostini, PS. Fahey, AG. Manzanilla, EG. O'Doherty, JV. De Blas, C. Gasa J. 2014. Management factors affecting mortality, feed intake and feed conversion ratio of grow-finishing pigs. *Animal* 8, 1312-1318.
3. Ayrle, H. Mevissen, M. Kaske, M. Nathues, H. 2016. Medicinal plants--prophylactic and therapeutic options for gastrointestinal and respiratory diseases in calves and piglets? A systematic review. *BMC Veterinary Research*. 12, 89-99.
4. Berrocoso, J.D., Serrano, M.P., Cámara, L., Rebollar, P.G. y Mateos, G.G. 2012. Influence of diet complexity on productive performance and nutrient digestibility of weanling pigs. *Animal Feed Science Technology* 171: 214-222.
5. Bettger, W.J. 1989. The effect of dietary zinc deficiency on erythrocyte-free and membrane-bound amino acids. *Nutrition Research*, 9: 911-919.
6. Breidenstein, EB. Courvalin, P. Meziane-Cherif, D. 2015. Antimicrobial activity of Plectasin NZZ114 in Combination with Cell Wall targeting antibiotics against VanA-Type Enterococcus *faecalis*. *Microbiology Drug Resistance*. 21, 373-379.
7. Bunce, G.E. 1989. Zinc in endocrine function. Mills C.F. Ed. Springer Verlag, London.
8. Chicago Tribune. 2015. McDonald's says it will begin using chicken free of most antibiotics. (<http://www.chicagotribune.com/business/ct-mcdonalds-antibiotics-0305-biz-20150304-story.html>)
9. Choi, Y. Hosseindoust, A. Goel, A. 2016. Effects of Ecklonia cava as fucoidan-rich algae on growth performance, nutrient digestibility, intestinal morphology and caecal microflora in weanling pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 30, 64-70.
10. Cunnane, SC. Yang, J. 1997. Disruption of the metabolism of polyunsaturated fatty acids (PUFA) during moderate zinc deficiency. *Proceedings of the ninth international symposium on trace elements in man and animals*. NRC Press. 604-608.
11. Datos de la empresa Lenntech, especializada en el tratamiento de aguas.
12. Denis, O. Krause, James, D. House, C. Martin, N. 2005. Alternatives to antibiotics in swine diets: a molecular approach. Department of Animal Science University of Manitoba, Winnipeg.
13. Diario de la Asociación de Veterinarios de Animales de Compañía Americana, JAVMA: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.246.3.287>

14. Dionisio Henn, J. Teresinha, M. Fernandes de Moura, N. Coldebella, A. Rabenschlag, P. Casagrande, M. 2010. Oregano essential oil as food additive for piglets: antimicrobial and antioxidant potential. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39. 1761-1767.
15. ECDC/EFSA/EMA. 2016. first joint report on the integrated analysis of the consumption of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from humans and food-producing animals.
16. FAO. 2015. "The FAO action plan on antimicrobial resistance 2016-2020."
17. Farmers Weekly .2016. Feeding pigs seaweed can improve health, say scientists.
18. FEDNA. 2013. Necesidades nutricionales para ganado porcino. 109 pp.
19. Fernández Oller, A. Uso de minerales inorgánicos encapsulados en porcino. (<https://agrinews.es/2014/02/18/uso-de-minerales-inorganicos-encapsulados-en-porcino/>)
20. Fernández, C.. 2005. Aditivos zotécnicos. Alternativas a los antibióticos como promotores de crecimiento. Pp 117-128.
21. Gibson, G.R. Ruberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*. 125: 1402-1412.
22. Grup Gestió Porcí .2009. Observatori del porcí.
23. Guía de productos zosanitarios para animales de producción, Ed. Veterindustria. 2015-2016.
24. Hansa, Y. Arjun, K. Venkatesan, Rolf, U. 2015. Does the Recent Growth of Aquaculture Create Antibiotic Resistance Threats Different from those Associated with Land Animal Production in Agriculture? *AAPS Journal*. 17, 513-524.
25. Heim, G. O'Doherty, JV. O'Shea, CJ. 2015. Maternal supplementation of seaweed-derived polysaccharides improves intestinal health and immune status of suckling piglets. *Journal of Nutritional Science*. 4, 1-12.
26. IFAH-Europa. 2016. Encuesta sobre las percepciones y actitudes de los ciudadanos de la UE hacia el uso de medicamentos veterinarios para el tratamiento y prevención de enfermedades en mascotas y animales de granja.)
27. Kalpana, S. Rao, G. Malik, JK. 2015. Impact of aflatoxin B1 on the pharmacokinetic disposition of enrofloxacin in broiler chickens.
28. Larson, C. 2015. Pharmaceuticals. China's lakes of pig manure spawn antibiotic resistance. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25678639>
29. Les Echos .2015. "Heureux comme un éleveur de porcs en Espagne."
30. MAGRAMA. "Caracterización del sector porcino español año 2015."

31. Mateos, G.G., Lázaro, R. González-Alvarado, J.M. Jiménez, E. y Vicente, B. 2006. Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones. FEDNA 22: 39-66.
32. Molist, F. y Davin, R. 2006. Utilización del óxido de cinc en lechones para el control de la diarrea posdestete.
33. OCDE. 2015. Global antimicrobial use in the livestock sector. www.ocde.org
34. OMS. 2015. "Global action plan on antimicrobial resistance." www.who.int.es
35. Plectasin N22114 .Novel Microbial Agent (<http://www.drugdevelopment-technology.com/projects/plectasin/>)
36. Pluske, J. .2013. Feed- and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 4, 1-7.
37. RaboBank .2016. "Where Is the Upside in the European Grains-to-Pork Value Chains? Leveraging Country Strengths."
38. Richardson, T. Hyslop, D. 1993. Enzimas. En: *Química de los alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza. España. pp 415-536.
39. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Resúmenes de Salud Pública-Zinc. CDC. (https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs60.html#bookmark2)
40. SAS (versión 9.2). Statistical Analysis Systems Institute. SAS Institute Inc., Cary, Carolina del Norte, EEUU.
41. Sjölund, M. Postmac, M. Collineaud, E. Löskenf, S. Backhans, A. Belloc, C. 2016. Quantitative and qualitative antimicrobial usage patterns in farrow-to-finish pig herds in Belgium, France, Germany and Sweden. *Preventive Veterinary Medicine*. 130:41-50.
42. University of Minnesota. 2016. "Antibiotic resistance in pets an increasing problema."
43. Yong-Guan, Z. Timothy, A. Jian-Qian, S. 2012. Diverse and abundant antibiotic resistance genes in China swine farms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* . 110: 3435–3440.
44. Zix. 2016. Calidad e higiene del agua de bebida en cerdos.