

# MEJORA DE BIENESTAR ANIMAL ASOCIADA A UNA ALIMENTACIÓN BASADA EN NUEVOS PIENSOS Y FORRAJES MÁS SEGUROS Y DIGESTIBLES DENTRO DEL “PROYECTO ÁNFORA”: PRESENTACIÓN DE LOS PRIMEROS RESULTADOS

F. REQUENA<sup>1,2</sup>, B. ESCRIBANO<sup>1,2</sup>, E.D. REQUENA<sup>2</sup>, F. MONTES<sup>2</sup>, M. HERNÁNDEZ<sup>3</sup>, A. SERRANO<sup>3</sup>, F. CARDOSO<sup>3</sup>, L. REQUENA<sup>2</sup>, E.I. AGÜERA<sup>1,2</sup>

## INTRODUCCIÓN

En la Resolución del 15 de abril de 2015, del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), se aprueba la convocatoria del año 2015 del procedimiento de concesión de subvenciones destinadas a fomentar la cooperación regional en investigación y desarrollo (Programa FEDER Innterconecta).

Con estos proyectos se pretende estimular la cooperación estable en actividades de I+D entre empresas ubicadas en las principales regiones destinatarias del «Programa Operativo de Crecimiento Inteligente 2014-2020». En particular, se persigue el desarrollo de tecnologías novedosas en áreas tecnológicas de futuro con proyección económica y comercial a nivel internacional, suponiendo a la vez un avance tecnológico e industrial relevante para dichas regiones. Se afrontarán de manera cooperativa las problemáticas comunes a los retos de la sociedad y se movilizará la participación de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en proyectos asociativos de cierta envergadura.

Este proyecto denominado “ÁNFORA: *Utilización de nuevas especies de cereales más eficientes para alimentación animal y producción de alimentos más seguros para el gana-*

---

<sup>1</sup>Dpto. Biología Celular, Fisiología e Inmunología. Universidad de Córdoba.

<sup>2</sup>Grupo AGR-019 (FISIOVET) Fisiología Animal Aplicada a las especies de interés veterinario.

<sup>3</sup>CICAP (Centro Tecnológico para la Calidad Agroalimentaria del Valle de Los Pedroches)

do" surge por la problemática relacionada con la obtención de alimentos de calidad para nutrición animal de forma eficiente y en cantidad suficiente en la zona sur de la península ibérica. Se trata de una zona con unas particularidades climáticas especiales en la que la continentalidad da lugar a una temperatura media anual elevada (18-19°C) con inviernos frescos y veranos calurosos alcanzando muchos días 40°C. Las temperaturas elevadas y la reducción de precipitaciones ocasionan disminuciones en los rendimientos de los cultivos, por lo tanto, todas estas características influyen para producir alimentos de origen animal sanos y seguros para el hombre. Con el fin de resolver esta situación se ha creado un consorcio de empresas para, de forma integrada y estratégica, hacer el desarrollo tecnológico y transferencia al sector agrícola de dos nuevos cereales (Tritordeum y DRRR) destinados a la alimentación animal. Se espera obtener un alto impacto económico y comercial tanto en el sector agrícola del cereal como en el sector ganadero.

El Tritordeum es un cereal con rendimientos similares a las distintas variedades de trigo, con una alta resistencia a la sequía y al estrés por altas temperaturas. Es un cultivo robusto con buena resistencia a patógenos que necesita poca agua y pocos fertilizantes, características que lo hacen apto para su uso en sistemas de producción sostenible y con bajo impacto medioambiental. Además, tiene cualidades y funcionalidades específicas que no se encuentran en otros cereales. Estas particularidades permiten que sea muy adecuado para la fabricación de productos innovadores, en respuesta a la demanda del consumidor actual y a las nuevas tendencias de mercado. Está muy introducido en alimentación humana, por lo tanto, es el momento de incluirlo en la nutrición animal.

Actualmente en la alimentación ganadera existen dos problemas:

a) El *primero* de ellos es la obtención de pastos o forrajes ensilados durante todo el año (base principal de la alimentación bovina de aptitud cárnica o láctea).

El cereal de invierno (triticale: -trigo x centeno-) necesita un gran aporte de hídrico para su crecimiento. Por este motivo, en un año escaso en precipitaciones es muy complicado conseguir forrajes a partir este tipo de cereal para conservarlos ensilados o henificados. En el sur de España, el ganado bovino de carne criado en extensivo obtiene su alimento en las dehesas desde finales de otoño a últimos de primavera, siempre que sea un año con suficientes lluvias. El resto del año necesita un aporte a base de forrajes (triticale y avena), pajas o granos, lo cual encarece su producción.

El ganado vacuno para producir leche y cubrir sus requerimientos nutricionales tiene como primera prioridad el consumo de forrajes de calidad, los cuales proveen

de nutrientes a menor costo que los alimentos concentrados. El maíz es una materia prima considerada ideal para ensilar por su alto valor nutritivo. Es uno de los forrajes conservados más importantes y versátiles del mundo. Se trata de una mezcla única de grano y fibra digestible, que constituyen una de las principales fuentes energéticas para la alimentación de los rumiantes especialmente en los lecheros mejorando sus producciones. Asimismo, se usa como alternativa en bovino de carne en el caso que haya carencia de cereales de invierno en los años secos. Este tipo de ensilado se produce en verano con altas temperaturas y bajo regadío (Martínez, 2003). El ensilado de maíz, a pesar de tener éstas características positivas, presenta el inconveniente de la contaminación fúngica y aparición de aflatoxinas antes del proceso de conservación, o después del mismo como resultado de las malas prácticas de manejo (Kabak, 2009).

Las vacas que consumen ensilado de maíz contaminado con micotoxinas, en concreto la aflatoxina (AF) B1, las metabolizan en hígado excretándolas por la leche como AFM1 (una parte de las aflatoxinas consumidas se destruyen en el rumen). Como es obvio, esa leche debe ser decomisada por no ser apta para el consumo humano. La incautación de la leche y el desecho de los silos de maíz, afectados por la contaminación fúngica, producen grandes pérdidas económicas en la ganadería. Todo esto lleva a buscar forrajes alternativos lo que supone un gran inconveniente para el ganadero.

b) El *segundo* problema está relacionado con la fabricación de piensos con cereales de alta calidad, buenas características nutricionales, alta digestibilidad y de coste asequible. Es fundamental que el índice de conversión cárnica sea lo más eficiente posible (kilos de pienso necesarios para obtener 1 kg de carne).

Todos las complicaciones expuestas anteriormente se solucionarían introduciendo nuevas variedades de cereales de invierno que dispongan de gran cantidad de materia seca, alto valor nutricional, resistencia a enfermedades y contaminación fúngica y que requieran una menor pluviosidad. Con estas características serían ideales para formular piensos de arranque en rumiantes en la fase de postdestete. Esta fase es una de las más críticas pues aún su sistema digestivo funciona como el de un mono-gástrico y el destete les provoca un estrés bastante acusado. La poca digestibilidad de los cereales en esta fase fisiológica y las consecuencias del estrés llevan a los animales a una pérdida de peso cuando se trasladan desde la explotación de origen al Centro de Tipificación de la Cooperativa del Valle de los Pedroches (COVAP) (Córdoba) (instalación donde llegan animales de varias explotaciones con el fin de hacer lotes homogéneos para su comercialización). De esta forma se resolvería el problema de la alimentación animal y de seguridad alimentaria humana

Ante esta necesidad de mejorar la alimentación en la ganadería del sur de España surge el consorcio de entidades compuesto por:

Agrasys, S.L., empresa de base tecnológica que junto al Instituto de Agricultura Sostenible del Consejo Superior de Investigaciones Científicas ha desarrollado unas líneas de cereales mejoradas genéticamente sin llegar a ser transgénicos. Estas líneas son el Tritordeum (híbrido de trigo duro x una cebada silvestre de origen chileno) y DRR (triticale tetraploide híbrido procedente del cruzamiento entre *Triticum tauchii* (portador del genoma DD) y *Secale cereale* (portador del genoma RR)). Poseen las siguientes características: producen un gran cantidad de materia seca sin necesidades hídricas muy exigentes, tienen un sanidad vegetal muy resistente y, en el caso de tritordeum, sus granos son altamente digestibles con una buena composición nutricional (elevados niveles de proteína, del antioxidante luteína y de ácido oleico).

El Centro Tecnológico del Cárnico (TEICA) y el Centro Tecnológico de Investigación Alimentaria (CICAP), que tenían conocimiento de este desarrollo tecnológico, contactaron con COVAP comunicándole que las nuevas especies de cereales podrían ser una solución para evitar pérdidas económicas en la empresa a la hora de comercializar sus productos ganaderos: lácteos y productos cárnicos de ovinos, bovino e ibérico e invitándola a formar parte del consorcio.

El cometido de los centros tecnológicos sería validar los forrajes, ensilados y pienso elaborados a partir de estas especies cereales así como evaluar las características sensoriales, nutricionales y físico-químicas el producto final (carne y leche) destinado al consumo humano.

IOS SERVICIOS EMPRESARIALES, S.L.U., es una empresa eminentemente agrícola, que se dedica a la producción de cereal de invierno para ensilado y alimentación de ganado bovino de carne. Su interés en probar estas variedades tiene una doble vertiente comercial: (a) la alimentación del ganado de las empresas del grupo de explotaciones del Duque del Infantado a la que pertenece y (b) la venta de ensilado a otras empresas (como por ejemplo COVAP)).

Por último entra en juego GEN-OVA VETERINARIA, S.L que se encargará de valorar como mejora la producción animal con este cambio de alimentación. El objetivo es poder aconsejar a otros ganaderos cómo alimentar a su cabaña ganadera de una forma más rentable y segura.

El Grupo de Investigación AGR-019 Fisiología Animal Aplicada será subcontratado por:

Agrasys, S.L para la identificación de marcadores asociados al daño orgánico producido por el consumo de micotoxinas en ganado ovino en condiciones experimentales. El objetivo será extrapolar los resultados a explotaciones ganaderas en campo así como desarrollar metodologías para su monitorización en explotaciones ganaderas.

Gen-Ova Veterinaria S.L. para evaluar el bienestar animal a través de indicadores fisiológicos alineándose con las nuevas directrices normativas de la Política Agraria Común (PAC) de la Unión Europea. La PAC ofrece incentivos a los ganaderos que sean respetuosos con el bienestar animal, proporcionando subvenciones a aquellos que inviertan en la mejora de las condiciones de alojamiento y cría de los animales, como por ejemplo: garantizar que los animales de crianza orgánica tengan espacio para acostarse, girar, pararse y estirar las patas. Las condiciones de vida deberán incluir aire libre, ventilación adecuada y luz directa del sol.

A continuación se presenta una tabla en la que se pormenorizan los participantes:

Participante Nº / Tipo de participante	Nombre de la organización participante		Acronimo	URL
1. Pequeña Empresa	AGRASYS S.L-		AGRASYS	
2. Pequeña Empresa	IOS Servicios Empresariales S.L.		IOS	
3. Gran Empresa	COVAP			<a href="http://www.covap.es">www.covap.es</a>
4. Pequeña Empresa	GEN-OVA VETERINARIA S.L.		GENOVA	<a href="http://www.gen-ova.es">www.gen-ova.es</a>
5. OPI	Dpto. Mejora Vegetal (AGR-239)		IAS-CSIC	<a href="http://www.ias.csic.es">www.ias.csic.es</a>
6. OPI	Dpto. Fisiología Animal (AGR-019)		UCO	<a href="http://www.uco.es">www.uco.es</a>
7. Centro de Innovación	Fundación Centro Andaluz del Sector Cárnico		TEICA	<a href="http://www.teica.es">www.teica.es</a>
8. Centro de Innovación	Centro de Investigación y Calidad Agroalimentaria del Valle de los Pedroches		CICAP	<a href="http://www.cicap.es">www.cicap.es</a>

## ESTADO DEL ARTE

El tritordeum es un nuevo cereal desarrollado por un equipo de investigadores del Instituto de Agricultura Sostenible (IAS) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Córdoba, mediante técnicas tradicionales de mejora sin utilizar tecnología transgénica. Agrasys S.L. es una *spin-off* del CSIC que adquirió los derechos exclusivos de este cereal y es la responsable de la concesión de licencias comerciales a nivel mundial. Se ha obtenido por el cruce natural de diversas variedades de "triticum" (trigo) y "hordeum" (Cebada silvestre recolectada en Chile) sin incluir una modificación genética.

A nivel agronómico, el tritordeum destaca por ser un cereal con rendimientos similares al trigo, con una alta resistencia a la sequía y al estrés por altas temperaturas y bajo impacto medioambiental. Es un cultivo robusto que necesita poca agua y pocos fertilizantes, característica que lo hacen apto para su uso en sistemas de producción sostenible y con bajo impacto medioambiental (Maldonado et al., 1996).

Con respecto al trigo, el tritordeum tiene los siguientes beneficios saludables: menor cantidad de proteínas indigestibles del gluten (gliadinas), diez veces más luteína (antioxidante y protector de luz UV), mayor contenido de ácido oleico ácido graso monoinsaturado típico de la dieta mediterránea que reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, y es rico en fibra dietética y fructanos, unos carbohidratos de acción prebiótica que contribuyen a mantener la flora bacteriana intestinal (Álvarez et al., 1992).

El tritordeum representa el primer cereal híbrido con sello español que ha llegado a la alimentación humana y el segundo creado por el hombre. El primero fue el triticale (trigo x centeno) que no ha conseguido llegar al mercado porque no tiene la calidad necesaria para elaborar productos alimenticios.

El cereal con genotipo DDRR (triticale tetraploide) fue producido mediante la técnica de hibridación inter-específica entre las especies de *Aegilops tauschii* (un ancestro del trigo y donador del genoma DD) y *Secale cereale* (centeno y donador del genoma RR) (Cabrera et al., 1996). Es un cereal de elevada producción de biomasa, convirtiéndola en un forraje potencial y alternativo al *Lolium multiflorum* (raigrás) en las explotaciones de bovino de carne y leche. Salcedo y colaboradores (2014) concluyeron que serían interesantes los estudios *in situ* para determinar su valor nutritivo.

Las características más relevantes del DDRR son las de crecimiento inicial en roseta y elevado ahijado, floración tardía, tallos fuertes y altos, hojas muy largas y estrechas, espigas muy largas (25-30 cm) con una densidad de espiguillas baja, elevada producción de espigas, raquis entero y gluma semitenaz. El grano es alargado de tamaño medio-pequeño con fertilidad y rendimientos de grano bajos, insensibilidad a las enfermedades más comunes de los trigos (royas y oídio) y tasa de senescencia de las hoja muy baja (Ballesteros et al., 2007).

La elección de este tipo de cereales se debe a que presentan una buena producción de biomasa y buena respuesta al corte y rebrote o producción de grano según corresponda, siendo más eficientes para alimentación animal y producción de alimentos más seguros para el ganado.

Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos de bajo peso molecular, producidas por varias especies de hongos filamentosos en sustratos donde estos se estén desarrollando en condiciones adecuadas de temperatura y humedad (Efsa, 2012). Son consideradas como uno de los contaminantes naturales primordiales en los alimentos por su alta incidencia tanto en productos de origen vegetal (cereales) como en productos lácteos y cárnicos (Efsa, 2012; Rasff, 2012). La aparición de micotoxinas en cereales y forrajes se debe fundamentalmente a la proliferación de hongos en dichos productos. Existen dos tipos de hongos: *Fusarium*, aparece durante el cultivo de la planta, y *Aspergillus*, que aparece durante la conservación de cereales y forrajes. En ambos casos, las condiciones de almacenamiento del cultivo o forraje y el manejo que se realiza puede afectar al desarrollo del hongo, y por tanto, de micotoxinas, en mayor o menor medida (Berthiller et al., 2013)

La contaminación por micotoxinas puede ocurrir no solo en la fase agrícola sino también durante el almacenamiento o procesamiento de los alimentos. Esto representa un problema en la salud humana y animal debido a la alta toxicidad que poseen. Además, hay que añadirle que son moléculas altamente estables a los procesos industriales a los que se someten los alimentos (Efsa, 2012; Rasff, 2012; Kabak, 2009).

La micotoxicosis en los rumiantes puede manifestarse por una variedad de signos y problemas subclínicos, que son difíciles de identificar de forma específica. Estos varían desde alteración de la ingesta de alimento y la función ruminal hasta insuficiencia reproductiva, respuestas inmunológicas deficientes, alteración de la piel, disminución de rendimiento lechero y problemas relacionados con el intestino (por ejemplo, diarrea, daño al epitelio, hemorragia, etc.). Muchas micotoxinas pueden causar daño en el hígado, limitando la capacidad del animal para dividir los nutrientes de manera efectiva para satisfacer las necesidades fisiológicas, reduciendo la conversión de la materia prima en proteína animal. Además, si compromete a la inmunidad puede conducir a más infecciones de la ubre, mayor número de células somáticas/recuento y mastitis, conduciendo a una pérdida de leche vendible del animal (Alonso et al., 2002). También disminuye la fertilidad (Adeyeye, 2016). Como se ha descrito, las micotoxinas tienen un efecto negativo en la salud animal y, por lo tanto, en la humana.

En vacas la zearalenona (ZEA) se convierte en el rumen en  $\alpha$ -zearalenol, un compuesto con alta afinidad por los receptores de estrógenos, lo que potencialmente interfiere con la función endocrina y conduce a una baja fertilidad y desarrollo mamario, particularmente en animales jóvenes (Upadahaya et al., 2010). Los signos de la micotoxicosis ZEA incluyen ovarios quísticos, tasas de concepción pobres, mortalidad

embrionaria temprana y en casos graves, prolapso vaginal y rectal (Jouany & Díaz, 2005). La ingestión de deoxinivalenol (DON) puede causar una reducción de la ingesta de alimento, mastitis, cojeras y es un problema particular en las vacas con acidosis. La AFB1 es un carcinógeno que puede ser transferido a la leche para consumo humano en forma de AFM1. AFB1, sin embargo, produce una disminución de la ingesta de alimento, reducción de la producción de leche y daños en el hígado. En casos severos, la sangre en las heces es una consecuencia del daño en el intestino, que se ha unido a la presencia de gliotoxina que es un metabolito del *Aspergillus fumigatus* que actúa como inmunosupresor (Broom, 2015).

Al ganado ovino les afecta principalmente la AFB1 que afecta a todos los órganos pero especialmente al hígado. Los rumiantes en general y los ovinos, en particular, son muy resistentes a las Ocratoxinas (géneros *Aspergillus* y *Penicillium*) ya que son hidrolizadas por el líquido ruminal y la flora intestinal a ocratoxina A, un metabolito no tóxico (Marquardt y Frohlich, 1992). Sin embargo, si ingieren más de 2mg/kg de pienso con ocratoxina A se puede encontrar restos de ésta en heces, orina o en el suero (Höhler et al., 1999). La ZEA produce hiperestrogenismo, edematización e hiperemia de los genitales, abortos y prolapsos de vagina y recto (Upadahaya et al., 2010).

Los efectos tóxicos de las micotoxinas varían de acuerdo a los siguientes factores: especie y raza de los animales afectados; tipo(s) de micotoxina(s), dosis y tiempo de ingestión; estado nutricional y sanitario de los animales; infecciones concomitantes; condiciones medioambientales (temperatura, humedad, ventilación, manejo); tratamientos farmacológicos, presencia de otras toxinas y efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos entre las toxinas (Giriat et al., 1989).

El consumo de alimentos contaminados por micotoxinas está relacionado con la aparición de enfermedades agudas y crónicas tanto en animales como personas (Soriano del Castillo, 2007). A continuación se relacionan los efectos que pueden ocasionar en los distintos órganos:

**Hígado:** producen degeneración grasa hemorragia y necrosis del parénquima hepático. En algunos casos se provoca un tamaño anormal del hepatocito y su núcleo (megalocitosis: pérdida de la relación tamaño del citoplasma-tamaño del núcleo). Algunas micotoxinas pueden originar hiperplasia de los conductos biliares e incluso hepatoma. En las toxicosis agudas hay ictericia, anemia hemolítica, elevación de los niveles plasmáticos de las enzimas hepáticas y fotosensibilización secundaria. En las toxicosis crónicas se presenta hipoproteinemia, hipoprotrombinemia, fibrosis hepática y cirrosis. En raras ocasiones puede haber una fotosensibilización secundaria (Jelinek et al., 1989).

Riñón: el ácido oxálico y otros agentes nefrotóxicos pueden ser producto de *Aspergillus* y *Penicillium*. Producen daños tubulares y ocasionan signos y lesiones características de nefrosis tóxica tubular (Berry, 1988).

La médula ósea, eritrocitos y endotelio vascular también sufren cambios. Entre los signos clínicos descritos se incluyen hemorragias difusas, hematomas, debilitamiento, anemia, leucopenia y aumento de la susceptibilidad a las infecciones (Adeyeye, 2016).

Sistema inmunitario: hay aflatoxinas y rubratoxinas que disminuyen la eficacia del sistema inmunitario, produciendo así gran susceptibilidad a las enfermedades infecciosas (Jelinek et al., 1989).

El curso de la enfermedad y el tipo de lesiones puede estar relacionado con el tipo de micotoxicosis y la predisposición a la misma que presente cada animal. Los efectos tóxicos con bajos niveles de contaminación puede tardar varias semanas en aparecer. Por todo esto, es importante hacer un análisis detallado y meticuloso de los alimentos sospechosos. La muestra que se tome para analizarla debe de ser representativa ya que se puede dar el caso de que solo una parte del alimento esté contaminado (Berry, 1989).

El calor en exceso, cambios químicos (acidez) y la luz solar son los elementos que pueden alterar la estructura y actividad de dichos hongos. El diagnóstico de las micotoxicosis es complejo porque los signos y lesiones son inespecíficos, por ello, el laboratorio, al que se envíen las muestras a analizar, necesita información relativa a la calidad de las materias primas y de los alimentos; a los tratamientos preventivos y de control en los ingredientes, en las materias primas y en los animales afectados, y a la respuesta a las terapias en los animales afectados (Valladares, 2007).

La presencia de hongos en el alimento no necesariamente indica presencia de micotoxinas, ya que la producción de éstas depende de la temperatura, humedad, tipo de substrato, cantidad de alimento contaminado, etc. Algunos componentes naturales de alimentos y forrajes pueden producir falsos resultados positivos en el análisis químico del laboratorio. Hay que tener en cuenta que las mezclas alimenticias (raciones, pellet) son complejas y dificultan el análisis (Trombete et al., 2013).

Un método químico muy empleado para la detección de micotoxinas es la cromatografía en capa fina. Para llevar a cabo esta prueba primero se debe realizar una extracción química del alimento problema. Para la mayoría de las toxinas se debe observar la cromatografía en capa fina con luz ultravioleta, las cuales reflejan distintas fluorescencia según cual micotoxina se trate. Posteriormente sobre la misma placa se realizan pruebas confirmatorias para asegurar el diagnóstico (Trombete et al., 2013).

La determinación de la actividad enzimática en suero o plasma es de utilidad para el diagnóstico y diferenciación de alteraciones o enfermedades que se presentan en los distintos órganos como hígado corazón, riñón y páncreas. Cada órgano tiene un patrón enzimático típico. La mayoría de las enzimas utilizadas para diagnóstico clínico de trastornos en órganos, como el hígado, son enzimas que se encuentran dentro de la célula, las cuales son liberadas hacia el torrente sanguíneo cuando presenta daño (Trombete et al., 2013).

El suero es la muestra preferencial para el análisis de la actividad enzimática en sangre. Se puede utilizar plasma, preferentemente con heparina que no inactiva las enzimas. Es importante separar el suero del plasma rápidamente y determinar la actividad lo antes posible (antes de 24h).

En ovinos y bovinos las enzimas de mayor importancia diagnóstica y que serán evaluadas en esta tarea que realizará el grupo AGR-019 son: glutamato deshidrogenasa (+++), gamma glutamil transferasa (+++), fosfatasa alcalina (++) , aspartato aminotransferasa (++) y sorbitol deshidrogenasa (++) y proteínas plasmáticas. A mayor número de (+) mayor afinidad diagnóstica.

En el caso de la zearalenona se evaluarían junto al bienestar animal y a los parámetros reproductivos.

El bienestar animal (BA) es un tema de considerable importancia para los consumidores europeos. Hoy en día la calidad de los alimentos se determina no sólo por la naturaleza global y la seguridad del producto final, sino también por el estado de bienestar recibido por los animales de los cuales se produce el alimento. El hecho de que la mejora del BA puede afectar positivamente a la calidad del producto de origen animal, y corregir la resistencia frente a las enfermedades, también tiene una influencia directa en la calidad de los alimentos y en la seguridad alimentaria (Agüera, 2013).

Actualmente los consumidores y los medios de comunicación muestran una preocupación creciente sobre el BA, la seguridad de los productos de origen animal así como la trazabilidad de los productos animales (carne, leche). Por ello, las normas para la evaluación del bienestar en las explotaciones ganaderas y los sistemas de información tienen que basarse en las demandas del consumidor, los requisitos de comercialización de los minoristas y la validación científica. Esta vinculación del origen del producto animal hasta su consumo ha llevado al tradicional eslogan de “de la granja a la mesa” (Agüera, 2013).

El buen mantenimiento y un sistema de cría adaptado a las necesidades fisiológicas y de comportamiento de los animales son requerimientos básicos para la salud

y bienestar de los mismos. También hay que añadirle factores medioambientales apropiados de manera que las condiciones de cría respondan a las necesidades y métodos de alimentación adecuados y así como también de confort y de protección ante condiciones climáticas adversas (Mota et al., 2016). El suministro de dietas apropiadas y agua suficiente contribuye a mantener la salud y productividad de los animales (Rossner et al., 2010).

Tanto los bovinos y ovinos como otros animales domésticos, manifiestan cambios fisiológicos durante el estrés que se pueden evaluar con indicadores sanguíneos que muestran el grado de su impacto sobre el BA (Romero et al., 2011).

El estrés altera la homeostasis interna produciendo cambios en el eje hipotálamo-hipófisis-glándula adrenal (HHA) y el sistema simpático-adreno-medular. Las hormonas que se liberan son hormona liberadora de corticotropina (CRH), hormona adrenocorticotrópica (ACTH), corticosteroides (principalmente cortisol) y catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) (Silverthorn, 2014).

Los animales en situación de estrés pierden el apetito debido a que la CRH actúa directamente sobre las estructuras nerviosas que controlan la ingestión de alimento ejerciendo un efecto inhibitorio que influye en su crecimiento y ganancia de peso (Mota et al., 2016). En el caso de animales jóvenes se retrasa la pubertad, lo que afecta también a la reproducción prorrogando el momento de la primera gestación y aumentando la muerte embrionaria temprana (Senger, 2005).

El bienestar de los animales de producción se puede predecir cuando se alteran los indicadores de BA. Entre ellos están: indicadores endocrinos (incremento de la concentración sérica de ACTH, cortisol y catecolaminas); Indicadores bioquímicos (aumento de la glucemia, creatin quinasa, proteínas, lactato deshidrogenasa (LDH), fosfatasa alcalina, creatinina, gamma-glutamil transferasa, glutamato deshidrogenasa); indicadores fisiológicos (aumento de la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal); indicadores hematológicos (cambios en el hematocrito, concentración de glóbulos rojos, leucocitos, monocitos, linfocitos y neutrófilos); comportamentales (disminución del apetito y tiempo de rumia, vocalizaciones, alteración del comportamiento de la especie); productivos (disminución en el peso, calidad de la carne y leche producida); ambientales (instalaciones, falta de sombra, calor extremo, humedad, intensidad lumínica) así como la forma y frecuencia de ingestión del alimento, disponibilidad y calidad del mismo (Mota et al., 2016).

Hoy día, las organizaciones internacionales tienen por objetivo lograr que la implementación de nuevas tecnologías pueda mejorar el bienestar sin producir una

disminución en la producción (Edward, 2004; FAO, 2009). Las buenas practicas de BA deben incluir: prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones; prevención y alivio del dolor, estrés y otros estados negativos; suministro de alimentación y condiciones de vida adecuadas a las necesidades y naturaleza de los animales; capacitación y entrenamiento de las personas que intervienen en el manejo de los animales (FAO, 2009) .

En la predicción de los caracteres de calidad de la canal y de la carne se vienen utilizando diversas técnicas no invasivas, de entre las que destaca la ecografía a tiempo real por su sencillez de uso, rapidez y fiabilidad de resultados y economía de empleo, siendo una técnica innovadora y no invasiva. La finalidad de la valoración del empleo de ecografía sirve para estimar el crecimiento del área del ojo de lomo, la grasa dorsal, la grasa de la cadera, y el grado de infiltración graso. Éste último no tiene sentido medirlo en terneros en fase de recría puesto que hay poca infiltración graso que se producirá en las fases posteriores del cebo (Peña et al., 2013).

CDTI persigue el desarrollo de tecnologías novedosas que supongan un avance tecnológico e industrial y que afronten las problemáticas comunes a los retos de la sociedad. Por ello, la temática de este proyecto está alineada con el siguiente reto social de las bases reguladoras (artículo 2.2.b, BOE, 24 /4 /2015): *“Seguridad y calidad alimentarias; actividad agraria productiva y sostenible, recursos naturales, investigación marina y marítima”*.

## OBJETIVOS

El objetivo general sobre el que ha trabajado la Universidad de Córdoba en el proyecto Ánfora es:

1. Mejora de bienestar animal asociada a una alimentación basada en nuevos piensos y forrajes más seguros y digestibles.

a) En cuanto a los objetivos específicos del proyecto tenemos:

b) Identificación de marcadores asociados al daño orgánico producido por el consumo de micotoxinas en ganado ovino en condiciones experimentales para su extrapolación a explotaciones ganaderas en campo, y desarrollo de metodologías para su monitorización en explotaciones ganaderas.

c) Evaluación de las mejoras de bienestar animal asociadas al consumo de piensos y forrajes más digestibles y libres de micotoxinas.

d) Valoración de los beneficios de la alimentación ganadera a base de nuevos productos (ensilado y pienso) a partir de DDRR y tritordeum, tanto a nivel de eficiencia productiva (aumentando la rentabilidad) como en las calidades de carne y leche más sanas y seguras versus a la alimentación ganadera actual (aumentando la seguridad alimentaria en toda la cadena de valor).

## METODOLOGÍA DE TRABAJO

Al tratarse de un proyecto de empresas se van a citar todas las actividades del mismo, pero solo se desarrollará la actividad 3 (de la que soy responsable por parte de la Universidad de Córdoba) y para la que el grupo AGR-019 ha sido subcontratado por GEN-OVA VETERIANRIA, S.L. y AGRASYS S.L. En esta actividad participan AGRASYS, IOS, COVAP, GEN-OVA, UCO, TEICA, CICAP y las OPIS son UCO, TEICA, CICAP.

Actividad n°	1	Mejora de variedades de cereales y forrajes para alimentación animal y manejo agronómico en zonas de bajo aporte hídrico
Responsable de la actividad	Francisco Barro	
Participantes	AGRASYS, COVAP, IOS	
Organismos de Investigación	IAS-CSIC, CICAP	
Otras subcontrataciones		
Actividad n°	2	Mejora en alimentación animal para rumiantes desde el punto de vista nutricional y de seguridad alimentaria.
Responsable de la actividad	Antonio Serrano	
Participantes	AGRASYS, COVAP, IOS	
Organismos de Investigación	IAS-CSIC, CICAP	
Otras subcontrataciones		

Actividad n°	3	Mejora de bienestar animal asociada a una alimentación basada en piensos elaborados con nuevos cereales y ensilados.
Responsable de la actividad	UCO- Estrella I. Agüera	
Participantes	AGRASYS, IOS, COVAP, GEN-OVA, UCO, TEICA, CICAP	
Organismos de Investigación	UCO, TEICA, CICAP	
Otras subcontrataciones		
Actividad n°	4	Evaluación de resultados con respecto a las directrices de la PAC y transferencia al sector agro ganadero y comunidad científica.
Responsable de la actividad	TEICA- Francisco Montes Delgado	

<b>Participantes</b>	AGRASYS, COVAP, IOS, GEN-OVA, UCO, IAS, TEICA, CICAP
<b>Organismos de Investigación</b>	UCO, IAS, TEICA, CICAP
<b>Otras subcontrataciones</b>	

### DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD 3

En esta actividad se va a valorar como afecta la alimentación a base tritordeum y DDRR en pienso y ensilado en vacas de leche, vacas de carne, terneros de engorde y corderos de aptitud cárnica.

AGR-019 ha sido subcontratado por:

a) GEN-OVA VETERINARIA, S.L. para evaluar parámetros fisiológicos de bienestar animal, parámetros reproductivos y parámetros zootécnicos en ovinos, bovinos de carne y de leche alimentados con nuevas especies de cereales.

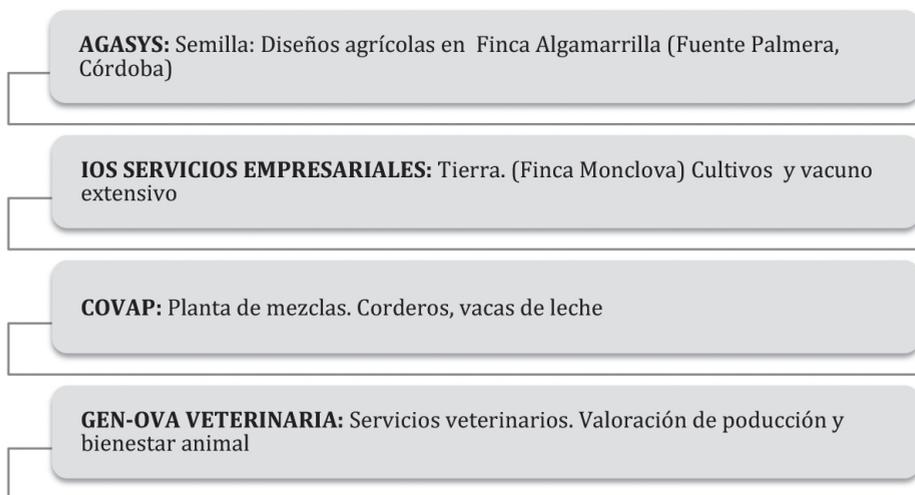
b) AGRASYS, S.L. para realizar un ensayo en el Granja Universitaria de Rabanales para comprobar el daño orgánico que puede producir el forraje ensilado con una alta carga de micotoxinas.

A continuación se presenta una tabla en la que se explica la número, especie y origen animal y alimentación recibida:

ESPECIE ANIMAL	ORIGEN	ANIMALES	TIPO DE ALIMENTACIÓN	GRUPOS
OVINOS				
Ovejas adultas	Granja Universitaria de Rabanales	100	Ensilado	G I = 50 ovejas (Maíz+ Micotoxinas) G II = 50 (tritordeum y DDRR)
Corderos de carne	Centro de Tipificación COVAP	180	Pienso	G I = 90 corderos (Pienso normal de COVAP) G II = 90 Pienso elaborado por COVAP a base de tritordeum enviado desde Finca Monclova
BOVINOS				
Vacas de leche	10 Explotaciones Valle Pedroches (COVAP)	900	Ensilado	GI = ensilado mezcla COVAP. GII = ensilado triticale GIII = ensilado tritordeum y DDRR

Vacas de Carne	Finca Monclova	300	Ensilado	G I =150 (50% vacías y 50% preñadas) alimentadas con ensilado de avena y /o triticale
				GII=150 (50% vacías y 50% preñadas) alimentadas ensilado de tritordeum y DDRR
Terneros recría	Finca Monclova	150	Pienso	G I = 75 alimentados con pienso de cereales (avena, cebada)
				G II= 75 alimentadas con Pienso de tritordeum

En el esquema siguiente se expone la aportación de cada empresa al proyecto:



EVALUACIÓN MARCADORES SELECCIONADOS EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN EXPUESTOS AL CONSUMO DE MICOTOXINAS

GEN-OVA VETERINARIA, S.L., junto con el grupo AGR-019, realizará un ensayo en **ovejas adultas** pertenecientes a la Granja Universitaria de Rabanales de la Universidad de Córdoba. El objetivo será evaluar el daño orgánico producido por las micotoxinas en **forrajes ensilados** que proveerá el socio COVAP.

Se contará con total de 100 ovejas adultas que se separará en dos grupos de 50 animales cada uno como se explica a continuación:

ESPECIE ANIMAL	ORIGEN	Nº ANIMALES	TIPO DE ALIMENTACIÓN	GRUPOS
Ovejas adultas	Granja Universitaria de Rabanales	100	Ensilado	G I= 50 ovejas (maíz+ micotoxinas)
				G II = 50 (tritordeum y DRRR)

Durante tres meses se tomarán muestras de forma seriada para estudiar las alteraciones producidas por el consumo de pienso contaminado por micotoxinas. La forma de proceder se detalla a continuación:

a) Se tomarán muestras de sangre, al inicio de la experiencia, al mes y medio y a los tres meses para evaluar los cambios producidos en los marcadores relacionados con daño orgánico causado por micotoxinas. Se utilizarán tubos vacutainer® (con y sin anticoagulante). La sangre se separará en tres alícuotas: una en un tubo con anticoagulante EDTA, otra en uno con heparina-litio y otra sin anticoagulante. La alícuota con EDTA se mantendrá refrigerada para su posterior análisis en el laboratorio en las 24 horas siguientes a su recogida. La alícuota con heparina-litio y sin anticoagulante serán centrifugada a 3000 rpm dentro de los 10 minutos siguientes a su extracción para la obtención del plasma y suero respectivamente. El plasma y el suero obtenidos serán congelado a -20° C hasta su posterior análisis.

Se valorarán **Parámetros fisiológicos relacionados con el bienestar animal**: IgA, IgG, hemograma, proteínas plasmáticas totales, albúmina globulinas, cortisol, lactato deshidrogenasa (LDH), creatín fosfoquinasa (CPK), glucosa, creatinina, urea, aspartato aminotransferasa (AST/GOT), fosfatasa alcalina, gamma glutamil transpeptidasa (GGT), glutamato deshidrogenasa y bilirrubina.

b) Se valorarán **parámetros zootécnicos**: ganancia de peso e índice de condición corporal y grado de engrasamiento, según escala tipificada internacional 1-4.

c) **Necropsias**: se procederá a hacer necropsias para observar las alteraciones morfológicas, macro y microscópicas: (I) a animales que debido a la alimentación durante el estudio causen baja; (II) a todos los animales alimentados con al forraje con micotoxinas una vez finalizada la experiencia y (III) al 50% del grupo control.

d) **Muestras de carne** de ambos grupos (control y alimentados con forrajes contaminados) serán enviados al laboratorio de TEICA para el análisis de la calidad cárnica (pH, actividad de agua, terneza, composición proximal, mioglobina, colorimetría).

---

**DISEÑO EXPERIMENTAL PARA VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL EN OVINO DE CARNE (Centro de Tipificación) ALIMENTADOS CON PIENSO (TRITORDEUM)**


---

Durante el proyecto se respetará el ciclo productivo de los corderos en explotaciones de **ovino de carne**, consistente en un periodo de lactación con la madre (unos 45 días) hasta los 16 kg p.v. aproximadamente. A partir de este punto, los corderos finalizarán su cebo en el Centro de Tipificación (CT) de COVAP alimentándose a base de **pienso de tritordeum** para alcanzar el peso óptimo necesario para ir al matadero exigido por la legislación (26-27 kg p.v. las hembras o 28-29 Kg p.v. los machos).

COVAP, en su CT, hace lotes homogéneos de corderos (en vivo) según el peso, el sexo y la raza. El fin es satisfacer las demandas de los consumidores que son cada vez más exigentes. El tiempo mínimo de estancia en este centro está establecido en 14 días, por lo cual el ensayo tendrá una duración de un máximo de 21 días.

Se trabajará con corderos de este centro alojados en dos naves diferentes. Los de una nave actuarán como grupo control (n= 90 dieta control pienso de COVAP) y los de la otra (n= 90) se alimentará con el nuevo pienso.

ESPECIE ANIMAL	ORIGEN	Nº ANIMALES	TIPO DE ALIMENTACIÓN	GRUPOS
Corderos de carne	Centro de Tipificación COVAP	180	Pienso	G I = 90 corderos (Pienso normal de COVAP)
				G II = 90 Pienso elaborado por COVAP a base de tritordeum enviado desde Finca Monclova

Se realizarán tomas de sangre: el día de llegada al centro para conocer el estado sanitario, inmunológico y de bienestar animal de partida y al final, en el momento de sacrificio. La sangre se extraerá de la vena yugular externa. Se utilizarán tubos vacutainer® (con y sin anticoagulante). La sangre se separará en tres alícuotas: una en un tubo con anticoagulante EDTA, otra en uno con heparina-litio y otra sin anticoagulante. La alícuota con EDTA se mantendrá refrigerada para su posterior análisis en las 24 horas siguientes a su recogida. La alícuota con heparina-litio y sin anticoagulante serán centrifugada a 3000 r.p.m. dentro de los 10 minutos siguientes a su extracción para la obtención del plasma y suero respectivamente. El plasma y el suero obtenidos serán congelado a -20° C hasta su posterior análisis.

Se evaluarán los siguientes parámetros:

- **Parámetros fisiológicos relacionados con el bienestar animal:** IgA, IgG, hemograma, proteínas plasmáticas totales, albúmina globulinas, cortisol, LDH, CPK, glucosa, creatinina, urea, AST/GOT, fosfatasa alcalina, GGT, glutamato deshidrogenasa y bilirrubina.
- **Parámetros zootécnicos:** Cada día, desde su llegada al centro, se anotarán los kg de pienso consumidos por cada lote, los tratamientos veterinarios recibidos y las posibles bajas. Los índices productivos serán ganancia media diaria (GMD), índice de conversión (IC), alimento diario consumido e índice de condición corporal y grado de engrasamiento, según escala tipificada internacional 1-4 .
- **Comportamiento alimentario ante el nuevo pienso:** palatabilidad, porcentaje de desecho, y consistencia de las heces (mirando comportamiento de animales en pesebre y habitáculo).
- **Parámetros de calidad de carne in vivo por eco imágenes:** empleo de ecografía para valorar el crecimiento del área del lomo, la grasa dorsal, la grasa de la cadera, y el grado de infiltración grasa. El uso de esta técnica nos sirve para predecir el comportamiento de calidad cárnica con respecto al nuevo pienso.

## DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EXPLOTACIÓN DE VACUNO DE LECHE CON ENSILADO DE DIFERENTE PROCEDENCIA.

En el Valle de los Pedroches, entre las ganaderías asociadas a COVAP, se hará una selección de 10 explotaciones de **ganado vacuno de leche** para evaluar el bienestar animal en condiciones de campo. Los animales se alimentarán con diferente tipo de ensilado con el fin de comprobar si el **ensilado** de tritordeum y DDRR mejora su producción y disminuye la incidencia de enfermedades.

Se trabajará con un total de 900 animales procedentes de 10 explotaciones (90 animales/explotación). Los grupos son los siguientes:

Grupo I se alimentará con ensilado mezcla diaria de cereales elaborado por COVAP (3 explotaciones)

Grupo II se alimentará con ensilado triticales o avena según costumbre del ganadero. (3 explotaciones)

Grupo III se alimentará con ensilado de tritordeum y DDRR cultivado en por IOS en Monclova y adquirido por COVAP (4 explotaciones):

RAZA	APTITUD	N° EXPLOTACIONES	N° ANIMALES	ALIMENTACIÓN	GRUPOS
Frisona	Láctea	10	900	ENSILADO	GI = ensilado mezcla cereales elaborado por COVAP
					GII = ensilado triticale o avena
					GIII = ensilado tritordeum y DRRR

Estos animales estarán en las mismas condiciones higiénicas sanitarias, pero se alimentarán de forma diferente.

Se realizarán tomas de sangre de la vena yugular externa los días 0, 15, 30, 60 y 90. Se utilizarán tubos vacutainer® (con y sin anticoagulante). La sangre se separará en tres alícuotas: una en un tubo con anticoagulante EDTA, otra en uno con heparinolitio y otra sin anticoagulante. La alícuota con EDTA se mantendrá refrigerada para su posterior análisis en las 24 horas siguientes a su recogida. La alícuota con heparinolitio y sin anticoagulante serán centrifugada a 3000 r.p.m. dentro de los 10 minutos siguientes a su extracción para la obtención del plasma y suero respectivamente. El plasma y el suero obtenidos serán congelado a -20° C hasta su posterior análisis.

Se evaluarán los siguientes parámetros:

- **Parámetros fisiológicos relacionados con el bienestar animal:** IgA, IgG, hemograma, proteínas plasmáticas totales, albúmina globulinas, cortisol, LDH, CPK, glucosa, creatinina, urea, AST/GOT, fosfatasa alcalina, GGT, glutamato deshidrogenasa y bilirrubina.
- **Parámetros zootécnicos:** cantidad de kg de pienso consumidos/grupo, tratamientos veterinarios recibidos, enfermedades e índice de condición corporal y grado de engrasamiento, según escala tipificada internacional 1-4 .
- **Comportamiento alimentario ante el nuevo pienso:** palatabilidad, porcentaje de desecho, consistencia de las heces (mirando comportamiento de animales en pesebre y habitáculo).
- **Parámetros reproductivos:** % de fertilidad, % de destetes, % de vacas vacías. Se utilizará un ecógrafo con sonda lineal de 8-10 Mhz, modelo Tringa linear ESAOTE®.

---

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EXPLOTACIÓN DE VACUNO DE CARNE ALIMENTADO CON ENSILADO de tritordeum

---

Con respecto a la selección del ganado **vacuno de carne** se realizará con el ganado ubicado en la Finca Monclova perteneciente al Excmo. Sr. Duque del Infantado que dispone de unos efectivos de 700 cabezas de raza Limousine, bajo las mismas condiciones ambientales y de manejo.

Del total de 700 animales, GEN-OVA VETERINARIA, S.L. seleccionará 300 vacas en las que realizará las validaciones forraje de tritordeum y de DDDR ya **ensilado** en distintas estaciones (invierno y verano/ primavera y otoño). Los animales se dividirán en:

RAZA	APTITUD	Nº ANIMALES	ALIMENTACIÓN	GRUPOS
Limousin	Cárnica	300	Ensilado	GI=150 (50% vacías y 50% preñadas) ensilado de <u>avena y/o triticale</u>
				GII= 150 (50% vacías y 50% preñadas) ensilado de <u>tritordeum y DDDR</u>

Se tomarán muestras de sangre en invierno y primavera. Se utilizarán tubos vacutainer® (con y sin anticoagulante). La sangre se separará en tres alícuotas: una en un tubo con anticoagulante EDTA, otra en uno con heparina-litio y otra sin anticoagulante. La alícuota con EDTA se mantendrá refrigerada para su posterior análisis en las 24 horas siguientes a su recogida. La alícuota con heparina-litio y sin anticoagulante serán centrifugada a 3000 r.p.m. dentro de los 10 minutos siguientes a su extracción para la obtención del plasma y suero respectivamente. El plasma y el suero obtenidos serán congelado a -20° C hasta su posterior análisis.

Del total ese ganado (700 animales) se incluirán unas 40 vacas de desvieje/año para analizar su carne tras el sacrificio en matadero y evaluar la ganancia de peso, tarea que se le adjudicará a TEICA.

Se evaluarán los siguientes parámetros:

- **Parámetros fisiológicos relacionados con el bienestar animal:** IgA, IgG, hemograma, proteínas plasmáticas totales, albúmina globulinas, cortisol, LDH, CPK, glucosa, creatinina, urea, AST/GOT, fosfatasa alcalina, GGT, glutamato deshidrogenasa y bilirrubina.
- **Parámetros zootécnicos:** como la vaca nodriza se utiliza para producción de terneros los parámetros productivos que podemos valorar son los relacionados con la nutrición (ganancia de peso, índice de condición corporal y grado de engrasamiento, según escala tipificada internacional 1-4), tratamientos veterinarios recibidos, y enfermedades

- **Comportamiento alimentario ante el nuevo pienso:** palatabilidad, porcentaje de desecho, % de selección de partes de planta, consistencia de las heces (mirando comportamiento de animales en pesebre y habitáculo).
- **Parámetros reproductivos:** % de fertilidad, % de destetes, % de vacas vacías.

---

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL EN TERNEROS DE APTITUD CÁRNICA ALIMENTADOS CON PIENSO DE TRITORDEUM

---

Se trabajará con un total de 150 **terneros de aptitud cárnica** (hijos de las vacas evaluadas previamente en la Finca Castillo de la Monclova) en fase de recría, que una vez destetados serán alimentados con **pienso** de tritordeum

Los grupos se especifican en la siguiente tabla:

RAZA	APTITUD	Nº ANIMALES	ALIMENTACIÓN	GRUPOS
Limousin	Cárnica	150	Pienso	G I = 75 alimentados con pienso de avena y cebada
				G II = 75 alimentados con pienso de tritordeum.

Se tomarán muestras de sangre en los días 0, 30 y 45. Se utilizarán tubos vacutainer® (con y sin anticoagulante). La sangre se separará en tres alícuotas: una en un tubo con anticoagulante EDTA, otra en uno con heparina y otra sin coagulante. La alícuota con EDTA se mantendrá refrigerada para su posterior análisis en las 24 horas siguientes a su recogida. La alícuota con heparina y sin anticoagulante serán centrifugada a 3000 rpm dentro de los 10 minutos siguientes a su extracción para la obtención del plasma y suero respectivamente. El plasma y el suero obtenidos serán congelado a -20° C hasta su posterior análisis. Se harán dos repeticiones del experimento: una invierno y otra primavera.

Se evaluarán los siguientes parámetros:

- **Parámetros fisiológicos relacionados con el bienestar animal:** IgA, IgG, hemograma, proteínas plasmáticas totales, albúmina globulinas, cortisol, LDH, CPK, glucosa, creatinina, urea, AST/GOT, fosfatasa alcalina, GGT, glutamato deshidrogenasa y bilirrubina.
- **Parámetros zootécnicos:** Cada día, desde su llegada al centro, se anotarán los kg de pienso consumidos por cada lote, los tratamientos veterinarios

recibidos y las posibles bajas. Los índices productivos serán ganancia media diaria (GMD), índice de conversión (IC), alimento diario consumido e índice de condición corporal.

- **Comportamiento alimentario ante el nuevo pienso:** palatabilidad, porcentaje de desecho, consistencia de las heces.
- **Parámetros de calidad de carne in vivo por eco imágenes:** empleo de ecografía para valorar el crecimiento del área del lomo, la grasa dorsal, la grasa de la cadera, y el grado de infiltración grasa. El uso de esta técnica nos sirve para predecir el comportamiento de calidad cárnica con respecto al nuevo pienso.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LAS DOS PRIMERAS ANUALIDADES DEL PROYECTO.

---

### EVALUACIÓN MARCADORES SELECCIONADOS EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN EXPUESTOS AL CONSUMO DE MICOTOXINAS

---

En cuanto a los parámetros zootécnicos, la palatabilidad fue de un 50% la primera semana, ya que no estaban acostumbrados a tomar ensilado, después fue de un 100%, teniendo un porcentaje de desecho del alimento inferior al 5%. En cuanto al peso y a la condición corporal se apreció un incremento favorable de los mismos. Con respecto a los parámetros hematológicos, como el número de glóbulos rojos y a hemoglobina, se evidenció un aumento ambos superiores a los reflejados en la bibliografía consultada como fisiológicamente normales (Schalm, 1981; Benjamin, 1994; Coles, 1986). Estos valores se ven influidos por el estado fisiológico de los animales (Coles, 196) produciéndose una elevación de los valores medios como ha sucedido con en esta investigación.

En la intoxicación micotoxinas el hígado es el órgano diana por excelencia lo que se ha comprobado con la bioquímica plasmática y las necropsias realizadas. Las enzimas GOT / AST, fosfatasa alcalina, GGT y glutatión deshidrogenasa, indicadoras de daño hepático, mostraron sus valores incrementados lo que evidencia enfermedad del hígado (Perusia & Rodríguez, 2001) por consumo de ensilado con alto contenido en micotoxinas. Este hallazgo fue corroborado mediante la realización de necropsias y estudio histopatológico a todos los animales del grupo investigado (n=50).

Se debe aclarar que de las 50 ovejas, 3 causaron baja a la tercera semana de comenzar el consumo de ensilado con aflatoxinas. Sin embargo la necropsia priorizó la neumonía como causa de la muerte, ya que presentaban lesiones en pulmón.

A las 47 les fue practicada la necropsia cumpliendo con la normativa de bienestar animal y bioética en ensayos de investigación. De ellas un total de 28 (59,58%) presentaron cambios severos y discretos en hígado, 12 ovejas (25,53%) presentaron cambios leves en hígado y un total de 7 ovejas (14,9%) no presentaron lesiones siendo el diagnóstico aparentemente normal.

El estudio histopatológico del hígado confirmó como hallazgo lesional más relevante la existencia de focos de necrosis de diferente extensión en el parénquima hepático. Tanto en los espacios periportales como en relación directa con los focos de necrosis se apreció un intenso infiltrado inflamatorio de carácter predominantemente agudo constituido principalmente por leucocitos polimorfonucleares neutrófilos y piocitos junto a un menor número de macrófagos y escasos linfocitos y células plasmáticas periféricos con fibrosis delimitante. El centro de dichas lesiones muestra calcificación distrófica. En cuanto a riñón se presentaron discretos cambios nefróticos.

En cuanto a los parámetros relacionados con el bienestar animal no se apreciaron diferencias significativas, a excepción de un aumento de los linfocitos que podría asociarse a respuesta inflamatoria. *Conclusiones* En el grupo de ovejas sometidas a una alimentación a base de ensilado con tritordeum contaminado con micotoxinas aumentaron significativamente las enzimas hepáticas relacionadas con daño hepático que fueron: GGT (gamma glutamil transferasa), FAL (Fosfatasa Alcalina), AST O GOT (Aspartato amino transferasa) y Glut Desh (Glutamato deshidrogenasa).

Con respecto a los índices fisiológicos de bienestar animal falta compararlos con la alimentación de un grupo similar en época similar con los nuevos forrajes ensilados a base de tritordeum y DRRR libres de micotoxinas, para apreciar si hubiera cambios significativos.

El daño orgánico asociado a este tipo de alimentación a base de ensilado con alto contenido en micotoxinas durante tres meses se diagnóstico como severa hepatitis necrótico-piogranulomatosa multifoca (inespecífica) con calcificación distrófica asociada. Fue diagnosticado en un 59,58 % de los animales de forma severa y en un 25,53% de forma más leve. Estos datos son extrapolables a vacuno lechero, y podemos apreciar los daños asociados, aunque sin producir la muerte del animal, ya que producen un daño crónico en hígado.

---

VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL EN OVINO DE CARNE (Centro de Tipificación) ALIMENTADOS CON PIENSO (TRITORDEUM)

---

En cuanto a los parámetros de bienestar animal y relacionados con el estado sanitario general y el bienestar animal no encontramos cambios significativos a destacar.

En cuanto a los parámetros de estado inmunitario se observa un aumento discreto de las globulinas generales e inmunoglobulinas específicas. En cuanto al cortisol aumenta en ambos grupos y puede ser debido al estrés que pudieran sufrir dentro del centro de tipificación unido a las neumonías que tuvieron algunos animales.

En cuanto a las actividades enzimáticas de mayor diagnóstico clínico en daño hepático tuvimos un aumento de las mismas en todos los grupos lo que pudo ser debido a que tomaron antibiótico para controlar las neumonías con lo que estos resultados no son representativos.

En cuanto a los parámetros productivos de consumo diario de pienso, GMD e IC, fueron tomados por personal de COVAP y CICAP, y fueron los siguientes:

Los animales crecen algo mejor con la dieta tritordeum (la GMD es un poco más favorable) lo que puede estar ligado a la digestibilidad del cereal pero el índice de conversión es prácticamente igual hacia el final de la prueba por lo cual no parece que la ración sea mucho más eficiente en cuanto a Kg de carne por pienso consumido en esta prueba aunque al final de la misma parece que mejora a favor del pienso a base de tritordeum.

En cuanto a las ecografías se tomaron medidas de Grasa Dorsal y de Área de Ojo de lomo y se obtuvieron los siguientes parámetros.

	AOL (cm2)	GD (mm)
Control basal	8,84	0,85
Control final	10,45	1,13
Incremento %	18,13	33,22

Tabla con alimentación a base de pienso tradicional.

	AOL (cm2)	GD (mm)
Tritordeum basal	9,14	0,87
Tritordeum final	11,10	1,15
Incremento %	21,54	32,26

Tabla con alimentación a base de pienso con Tritordeum.

Produciéndose un incremento porcentual mayor en el área del ojo de lomo (músculo de la chuleta) mayor en la dieta a base de pienso con tritordeum con un 21,54%

mayor con respecto al basal frente a un 18,13 % de incremento en la de control. Con respecto a la Grasa Dorsal los resultados fueron similares, aunque algo menores con la dieta a base de tritordeum.

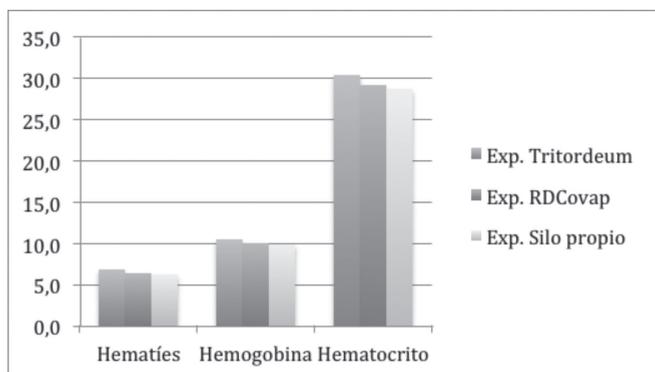
## CONCLUSIONES

Los resultados de bienestar animal no son concluyentes y parece provocar aumento del estrés en el cebadero en ambos casos, aunque menos fuerte en la dieta a base de tritordeum. La dieta a base de pienso con tritordeum ha producido un incremento mayor en área del ojo de lomo (músculo de la chuleta) que la de pienso tradicional, en cuando a la grasa dorsal no ha habido diferencias significativas.

### VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL EN VACUNO DE LECHE ALIMENTADO CON NUEVOS CEREALES ENSILADOS.

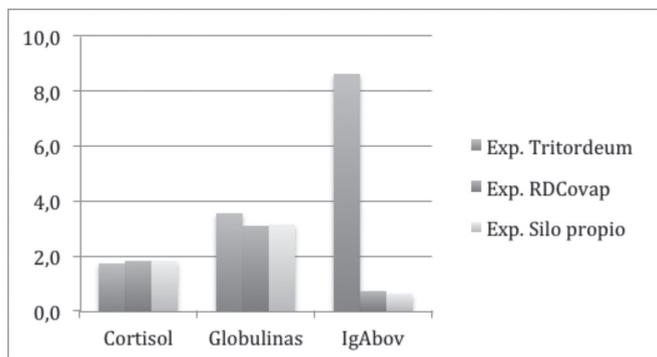
Se van a presentar los resultados obtenidos al final del control de 3,5 meses alimentadas con ese tipo de alimentación para comparar las medias obtenidas y observar las diferencias la final del ciclo entre cada uno de los grupos.

En cuanto al hemograma los resultados obtenidos en las distintas alimentaciones fueron los siguientes:



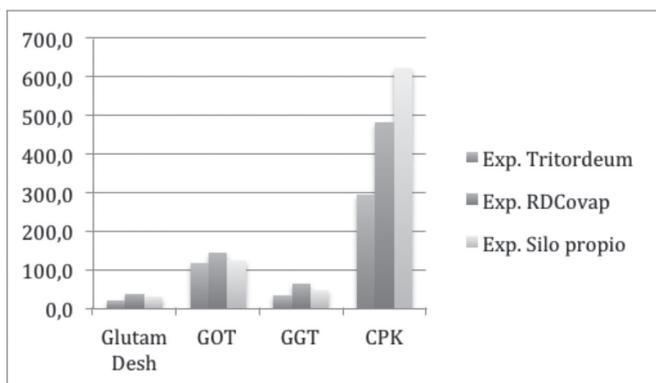
Se aprecian que los mejores valores se dan en los animales alimentados con los nuevos cereales, seguidos de los de ración elaborada por Covap.

Con respecto a los índices de estrés y estado inmunitario se han obtenido los siguientes resultados:



Se observa unos valores medios menores de cortisol en las explotaciones con Tritordeum y de globulinas y IG A Bovina mayores en la nueva ración también por lo que se concluye favorecen el sistema inmune y la disminución de hormonas del estrés, que puede ser por menor daño en el hígado con este tipo de nuevo forraje.

Con respecto a los biomarcadores de daño hepático principales en bovino hemos obtenido al final del periodo lo siguiente:



La actividad de la enzima Glutamato Deshidrogenasa es la más fiable con respecto al daño en hígado y se aprecia que con la alimentación a base de los nuevos cereales es la que menor actividad presenta, partiendo en los controles iniciales de valores altos. Por lo que se puede indicar que la dieta a base de Tritordeum y DDRR es la que menos produce daños a nivel hepático.

En cuanto a los datos reproductivos se han obtenido valores similares de fertilidad con las diferentes dietas, si bien, se hará un estudio más en profundidad en la segunda réplica, obteniendo datos de dos años.

### Conclusiones

A partir de los resultados al final del periodo de alimentación con las tres dietas, se concluye que la más favorable para estado de bienestar animal (inmunitario y daño hepático) ha sido la elaborada con ensilado producido a partir de los nuevos cereales, si bien en parámetros productivos no se ha visto unas diferencias significativas.

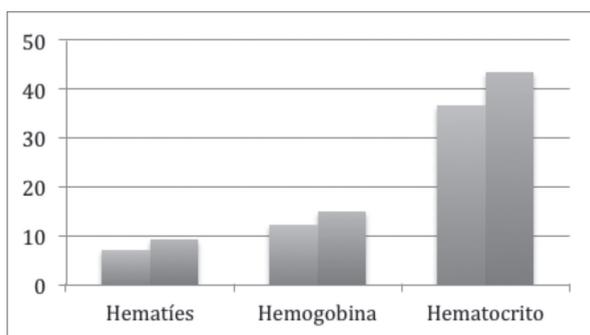
### VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL EN VACUNO DE CARNE ALIMENTADO CON NUEVOS CEREALES ENSILADOS

En un grupo se evaluó la aceptación del forraje a picho con aprovechamiento a base de pastoreo sobre DDRR obteniéndose una gran aceptación del forraje y aprovechamiento sin una gran cantidad de desecho (menor del 10%). Este ganado que estuvo en esta parcela fue un número total de 37 vacas de desvieje que luego se alimentaron con ensilado para ver los cambios a nivel sanguíneo y luego la carne fue analizada por TEICA una vez fueron enviadas a matadero.

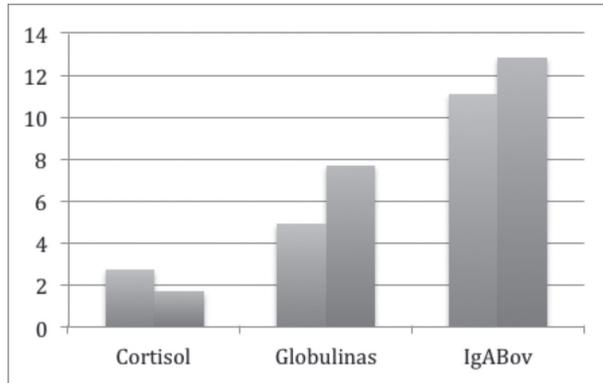
En cuanto a la validación del forraje nuevo ensilado se han realizado alimentando a 150 animales exclusivamente con el nuevo forraje ensilado viendo los cambios en los parámetros estudiados tanto relacionados con el bienestar animal como productivos (estado corporal y reproductivos) a lo largo de 3,5 meses de duración.

En cuanto a la mejora del estado de carnes ha habido una mejora de un 20% en el estado general de carnes del ganado, frente a un 12% a los alimentados con ensilado de triticale.

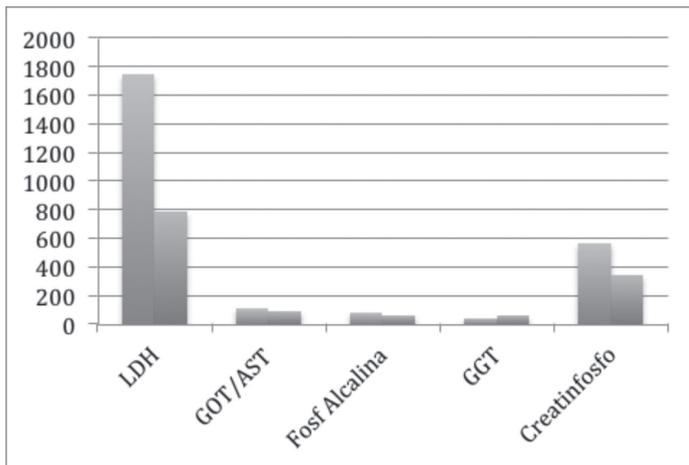
En la siguiente gráfica se representan los parámetros de bienestar animal.



En cuanto a los datos del hemograma relacionados con el estado sanitario general y bienestar animal se aprecia una tendencia a mejora de los parámetros relacionados con las células rojas lo que es beneficioso.



Con respecto al estado inmunitario y de bienestar animal aumenta el número de globulinas y la específica de bovino por lo que mejora, y concuerda con la bajada del cortisol, hormona del estrés que hace que disminuyan los parámetros del estado inmunitario. Por lo tanto, también se aprecia una notable mejoría al respecto.



Tampoco se aprecia un aumento en la actividad enzimática por lo cual se puede afirmar que no produce daño hepático y que mejorará los índices productivos, como así los ha mejorado en un 20% el estado de carnes.

En cuanto a parámetros reproductivos se dividió el ganado en mitad preñadas y mitad vacías al inicio del estudio, apreciándose una mejora de la tasa de fertilidad

en el grupo de las vacías de un 5%. En cuanto a las gestantes, la tasa de destete fue un 3% mayor que a vacas alimentadas con otro tipo de forraje, y parece ser que este aumento se debe al incremento de leche materna que tuvo la vaca para el ternero con este tipo de alimentación.

## CONCLUSIONES

La validación con forraje a base de tritordeum y DDRR tanto a pico como ensilado ha sido satisfactoria en cuanto a una mejora de los parámetros de estado sanitario, inmunológicos, de daño hepático y de bienestar animal. Los parámetros reproductivos mejoran un poco y, en cuanto al estado de la carne se aprecia que mejora un 7% del estado de ésta frente a alimentación con otros forrajes ensilados.

---

### VALORACIÓN DE BIENSTAR ANIMAL EN TERNEROS DE APTITUD CÁRNICA ALIMENTADOS CON PIENSO DE TRITORDEUM

---

Los parámetros obtenidos de bienestar animal iniciales y finales están dentro de los rangos fisiológicos, sin una variación significativa de los mismos.

Para los datos de calidad de carnes medida por ultrasonografía, hay una mejora considerable en el grupo alimentado con pienso a base de tritordeum. *Conclusiones*

Los resultados iniciales están dentro de la normalidad y existe una mejora en los terneros alimentados con pienso de tritordeum, posiblemente debido a la mayor digestibilidad del Tritordeum frente a otros cereales y la mayor cantidad en proteínas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adeyeye S. (2016). Fungal mycotoxin in foods: a review. *Cogent Food & Agriculture*, 2 (1): 1-11.
- Agüera EI. (2013). Nuevas Estrategias para la Protección y el Bienestar Animal. Sesión de Investigación como Académica en Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental. Libro Anales, 26: 1-22.
- Álvarez JB, Ballesteros J, Sillero JA, Martín LM. (1992). Tritordeum: a new crop of potential importance in the food industry. *Hereditas* 116: 193-197.
- Alonso AJ, González JR, Rojas J. (2002). Congreso de la Sociedad Española de Medicina Interna Veterinaria [cd-rom]. León: Universidad de León, 66-81.
- Ballesteros J, Cabrera A, Aardese A., Ramírez MC, A Tienza SG, Martín A. (2007) Registration of TS1, TS10 and TS41, Three High Biomass Production Tetraploid Triticale Germplasm Lines. *Journal of Plant Registrations*, 1: 71-72.
- Benjamin M. (1984). Manual de Patología Clínica Veterinaria. 2ªed. México. Limusa.
- Berry CL. (1988). The pathology of mycotoxins. *The Journal of Pathology*, 154: 301-311.

- Broom L. (2015). Mycotoxins and the intestine. *Animal Nutrition*, 1: 262-265.
- Cabrera A, Domínguez I, Rubiales D, Ballesteros J, Martín A. (1996). DDRR-Tetraploid triticale from *Aegilops squarrosa* L. × *Secale* L. spp. p. 179–182. In H. Güedes-Pinto, N. Darvey, and V. P. Carnide (ed.). *Triticale: Today and tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Coles L. (1986). *Veterinary Clinical Pathology*. 4<sup>th</sup>ed. Saunders. Philadelphia
- Edwards JD. (2004). The role of the veterinarian in animal welfare. A global perspective. *Proceedings of Global Conference on Animal Welfare*, Paris, 27–32.
- EFSA - European Food Safety Authority. Mycotoxins. (2012). Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa.htm>. Consultado el 27 mayo de 2017.
- Giralt J, Javierre J, Piñol J, Ramayo, T. (1989). El problema de la contaminación fúngica en la industria de piensos. Editado por Lucta S.A., Barcelona, España.
- Herdth TH. (1988). Fuel homeostasis in the ruminant. In *metabolic diseases of ruminant livestock*. Ed. By T.H. Herdth. *The vet. Clin. of North America, Food Animal Practice*, 4, 213-231.
- Höhler D, Südekum K, Wolfram S, Frohlich A, Marquardt R. (1999). Metabolism and excretion of Ochratoxin a fed to sheep. *J. Anim. Sci.* 77: 1217 – 1223.
- Jelinek CF, Pohland AE, Wood GE. (1989). Worldwide occurrence of mycotoxins in foods and feeds (an update). *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 72: 223–230.
- Jouany JP, Diaz DE. (2005). Effects of mycotoxins in ruminants., In: D.E. Diaz (ed.) *The Mycotoxin Blue Book*. Nottingham University Press, Nottingham, pp. 295-321.
- Kabak B. (2009). The fate of mycotoxins during thermal food processing. *J Sci Food Agr*, 89: 549-54.
- Maldonado JM, Barro F, González-Fontes A. (1996). Nitrate assimilation and protein accumulation in tritordeum. *Plant Physiology and Biochemistry*, 34: 721-726.
- Marquardt R., Frohlich A. (1992). A review of recent advances in understanding ochratoxicosis. *J. Anim. Sci.*, 70: 3968-3988.
- Martínez A. (2003). *El cultivo de maíz para silo*. Editorial KRK Ediciones.
- Mota D, Velarde A, Huertas S, Cajiao M.N. (2016). *Bienestar Animal. Una visión global en Iberoamérica*. 3<sup>ra</sup> ed. Elsevier.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). Capacitação para implementar boas práticas de bem-estar animal. *Relatório do Encontro de Especialistas da FAO*, Roma, p. 5.
- PAC UE (2013). The common agricultural policy (CAP) and agriculture in Europe. [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-631\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-631_en.htm). Consultado el 23 mayo de 2017.
- Peña F, Molina A, Juárez M, Requena F, Avilés C, Santos R, Domenech F, Horcada A. (2013). Use of serial ultrasound measures in the study of growth and breed relates changes of ultrasonic measurements and relationships with carcass measurements in cattle breeds. *Meat Sci*, 96 (1): 247-255.
- Perusia OR, Rodríguez RA (2001). Micotoxicosis. *Revista de Investigaciones Veterinarias dle Perú*. 2 (2): 1- 8.
- RASFF (2012). *The Rapid Alert System for Food and Feed. Annual Report*. EU, Luxembourg, Disponible en: <http://ec.europa.eu/RASFF>. Consultado el 20 de mayo de 2017.
- Romero MH, Uribe-Velásquez LF, Sánchez JA. (2011). Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en el ganado de carne. *Biosalud*, 10 (1): 71-78.
- Rossner MV, Aguilar NM, Koscinczuk P. (2010). Bienestar aplicado a la producción bovina. *Rev vet*, 21 (2): 151-156.
- Salcedo G, Martínez C, Barceló P, Lazzeri P, Martín A. (2014). Potencial productivo y nutritivo de los triticales de nueva generación. *Pastos y PAC 2014-2020*. 53<sup>a</sup> reunión Científica de la SEEP, 263-270.

- Schalm O.; Jain N, Carroll E. (1981). *Hematología Veterinaria*. 1ª ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Senger PL. (2005). *Pathways to pregnancy & parturition*. 3rd edition. Current Conceptions, Inc. Redmon, OR.
- Silverthorn DU. (2014). *Fisiología Humana. Un enfoque integrado*. 6ª edición. Panamericana.
- Soriano del Castillo JM. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. Ediciones Díaz Santos.
- Trombete FM, Saldanha T, Direito GM, Fraga ME. (2013). Aflatoxinas y tricotecenos en trigo y derivados: incidencia de la contaminación y métodos de determinación. *Rev Chil Nutr*, 40 (2): 181-188.
- Upadhaya SD, Park MA., Ha, JK. (2010). Mycotoxins and Their Biotransformation in the Rumen: A Review. *The Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 23 (9): 1250-1260.
- Valladares JC. (2007). *Manual de Procedimientos Técnicos de Laboratorio*. 5ª Edición. Editado Laboratorio de Control de Calidad y Patología Aviar, PAPSA.