
EL SERVEI DE NUTRICIÓ I BENESTAR ANIMAL DE LA UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Lorena Castillejos, Pol Llonch, David Solà-Oriol

Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA), Departament de Ciència
Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària,
Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra

REBUT: 30 de novembre de 2018 - ACCEPTAT: 15 de maig de 2019

RESUM

El Servei de Nutrició i Benestar Animal¹ és un grup de recerca i servei de transferència de coneixement de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) que promou i lidera la recerca del sector ramader. Té per objectiu acompanyar i treballar amb i per al sector agroalimentari, duent a terme conjuntament projectes de recerca, desenvolupament i innovació a partir de la detecció d'oportunitats i necessitats clau per a l'eficiència i la sostenibilitat del teixit productiu ramader. Aquest article fa una breu exposició de l'activitat desenvolupada per l'SNiBA en els darrers deu anys i agrupa els principals projectes en tres categories: *a*) nutrició i maneig d'animals monogàstrics; *b*) nutrició i maneig de bestiar boví, i *c*) benestar dels animals. En les conclusions s'exposen breument les perspectives futures de la recerca en aquesta àrea de coneixement.

PARAULES CLAU: nutrició animal, maneig, benestar animal, producció bovina, producció porcina, avicultura.

Correspondència: Lorena Castillejos. Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA), Universitat Autònoma de Barcelona. Campus UAB. E-08193 Bellaterra (Barcelona). Tel.: 345 811 556. A/e: Lorena.Castillejos@uab.cat.

1. Per a més informació vegeu: <https://sniba.es/?lang=ca>.

EL SERVICIO DE NUTRICIÓN Y BIENESTAR ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

RESUMEN

El Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNiBA) es un equipo de investigación y servicio de transferencia de conocimiento de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) que promueve y lidera la investigación en el sector ganadero. Su objetivo es acompañar y trabajar con y para el sector agroalimentario, llevando a cabo conjuntamente proyectos de investigación, desarrollo e innovación a partir de la detección de oportunidades y necesidades clave para la eficiencia y la sostenibilidad del tejido productivo ganadero. Este artículo expone la actividad desarrollada por el SNiBA en los últimos diez años y agrupa los principales proyectos en tres categorías: *a)* nutrición y manejo de animales monogástricos; *b)* nutrición y manejo de ganado bovino y *c)* bienestar de los animales. En las conclusiones se exponen brevemente las perspectivas futuras de la investigación en esta área de conocimiento.

PALABRAS CLAVE: nutrición animal, manejo, bienestar animal, producción bovina, producción porcina, avicultura.

THE ANIMAL NUTRITION AND WELFARE SERVICE OF THE AUTONOMOUS UNIVERSITY OF BARCELONA

ABSTRACT

The Animal Nutrition and Welfare Service (SNiBA, from the Catalan) is a research group and knowledge transfer service of the Autonomous University of Barcelona (UAB) that promotes and leads research in the livestock sector. The objective of the group is to support and to work with and for the agri-food sector, jointly conducting research, development and innovation projects based on the detection of key opportunities and needs in order to enhance the efficiency and sustainability of the livestock sector. This paper presents the activity carried out by SNiBA over the last ten years and groups its main projects in three categories: *a)* nutrition and management of monogastric animals; *b)* nutrition and management of cattle; and *c)* animal welfare. In the conclusions, the future perspectives of research in this area of knowledge are briefly presented.

KEYWORDS: animal nutrition, management, animal welfare, bovine production, swine production, poultry farming.

1. INTRODUCCIÓ

Amb la Llei de la ciència del 1986 es va afavorir la creació i el desenvolupament de grups de recerca a les universitats i els centres d'investigació catalans i espanyols. En un quart de segle es van constituir nombrosos grups capaços d'obtenir resultats d'alt nivell publicats en revistes internacionals de prestigi i recursos, principalment públics, per a finançar aquesta recerca. Tanmateix, perquè la recerca sigui plenament efectiva no és suficient publicar els resultats en revistes de prestigi; cal, a més, ajudar a implementar els nous coneixements i les noves tecnologies en el sector productiu, a fi de millorar-ne la competitivitat i satisfer les necessitats dels seus clients.

En aquest context, fa deu anys un grup de professors i investigadors de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) amb objectius científics comuns van decidir unir esforços i crear el Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA), un grup de recerca i servei de transferència de coneixement. Aquesta col·laboració va néixer amb l'interès d'acompanyar i treballar amb i per al sector agroalimentari, desenvolupant conjuntament projectes de recerca, desenvolupament i innovació a partir de la detecció de les oportunitats i necessitats clau per a millorar l'eficiència i la sostenibilitat del teixit productiu ramader. L'SNiBA és un centre amb el segell TECNIO de la Generalitat de Catalunya, que s'atorga als centres amb la tecnologia més innovadora que participen en el procés de transferència de tecnologia i coneixement a l'empresa.

L'SNiBA s'ha especialitzat en cinc àrees de coneixement i recerca en relació amb la producció de monogàstrics i bovins. La taula 1 les descriu junt amb els objectius i els projectes que actualment s'hi desenvolupen.

2. ACTIVITAT DE L'SNIBA EN ELS DARRERS DEU ANYS

Els principals projectes i resultats assolits en els darrers deu anys els agrupem en tres epígrafs: *a)* nutrició i maneig d'animals monogàstrics; *b)* nutrició i maneig de bestiar boví, i *c)* benestar dels animals.

2.1. Principals projectes sobre nutrició i maneig d'animals monogàstrics

L'activitat en el sector porcí i avícola (pollastre d'engreix i gallina ponedora) s'ha centrat en la millora de l'eficiència productiva de l'animal i l'avaluació d'additius, la millora de la salut intestinal i les alternatives a l'ús d'antibiòtics, i la millora de l'eficiència dels sistemes de producció.

TAULA I. Àrees de recerca i línies i projectes actuals de l'SNIBA (UAB)

Àrea de recerca	Objectius	Línies de recerca i projectes actuals
1) Avaluació nutricional d'ingredients i productes	Estudiar l'efecte de determinats productes o ingredients sobre la digestió o fermentació, i les conseqüències que comporten	Recerca i avaluació de subproductes grassos i d'antioxidants per a la millora del valor nutricional, la qualitat i la vida útil dels pinsos i els aliments d'origen animal (Lipoxifeed).
		Suplementació enzimàtica en pinsos de garrins i pollastres d'engreix.
		Solucions nutricionals per a l'increment de la vida productiva de la truja reproductora.
		Estudi de l'ús de farina i clofolla de camelina (<i>Camelina sativa</i>) en dietes de vedells d'engreix: degradació i fermentació ruminal, paràmetres productius i qualitat de la carn.
		Utilització de dietes <i>unifeed</i> a base de fenc i concentrat en l'engreix de vedells.
		Avaluació del potencial de diferents subproductes nacionals en l'alimentació líquida per al porcí d'engreix (LiquidPig).
2) Eficiència productiva i salut gastrointestinal	Avaluar l'impacte de la nutrició i el maneig dels animals en la qualitat del producte final destinat al consum humà	Tecnificació intel·ligent i rendible de les granges catalanes per a millorar l'eficiència i el benestar dels animals i dels ramaders (Smartfarm).
		Determinisme anticipat en garrins: una oportunitat per a condicionar-ne la resposta productiva després del deslletament. Estudi dels mecanismes d'acció.
		Dues possibles eines per a millorar l'adaptació dels garrins al deslletament: optimització de l'estatus del zinc i dels exopolisacàrids de fermentació d'olives.
		Gestió de l'alimentació durant la gestació i la lactància de truges d'alta prolificitat com a eina per a optimitzar-ne les condicions de benestar, la longevitat i el cost de producció.
		Recerca industrial i desenvolupament experimental d'aliments intel·ligents (Smartfood).
		Estudi de l'eficàcia dels ingredients alimentaris en la prevenció d'infeccions bacterianes en un model de garrins deslletats (Income).
		Xarxa europea de factors que afecten l'equilibri microbià gastrointestinal i el seu impacte en la salut dels porcs (PiGutNet).
		Estudi de l'efecte de les fibres solubles en l'estructura poblacional microbiana de les femtes humanes fermentades <i>in vitro</i> .
		Competitivitat de les explotacions lleteres: de les dades a les decisions.
		Avaluació dels factors limitants del creixement i de l'engreix de porcí en condicions comercials.

Àrea de recerca	Objectius	Linies de recerca i projectes actuals
3) Qualitat i seguretat alimentària	Estudiar l'efecte de modificar les condicions productives, els sistemes d'alimentació o el maneig alimentari, sobre la producció i la salut gastrointestinal dels animals	Aplicacions industrials d'un nou agent antibiofilm per al sector alimentari.
		Desenvolupament del formatge cardiosaludable elaborat a partir de la modificació dels àcids grassos de la llet de vaca mitjançant l'alimentació.
		Utilització d'olis àcids reesterificats en l'alimentació d'animals monogàstrics. Nutrició comparada i repercussions en la qualitat lipídica de la carn.
4) Benestar i comportament animal	Estudiar el comportament, en relació amb el maneig i l'alimentació, dels animals de producció (sacrifici, transport, nutrició, granja) i els animals de companyia (epidemiologia i factors de risc associats, dolor, ús de feromones)	Benestar animal i viabilitat econòmica en explotacions intensives de porcí i de boví.
		Innovació aplicada basada en evidència científica i guiada pel mercat en el sector d'aus de posta i altres sectors productius (Hennovation).
		Avaluació del benestar i la salut dels gossos confiscats pendents d'adopció.
		Efecte del biaix cognitiu sobre el benestar animal i la qualitat del producte final en porcí.
		Validació del cortisol en pèl com a mesura d'estrès crònic en gats.
		Porcs més intel·ligents per a major benestar i eficiència productiva.
5) Interacció nutrició / medi ambient	Avaluar la relació entre la nutrició i el maneig animal amb el medi ambient	Disseny i valorització d'adobs i terres orgàniques provinents de dejeccions ramaderes (<i>cowcompost</i>).
		Estratègies innovadores i aplicades per a reduir l'emissió de nitrogen en remugants (Rednex).

FONT: Elaboració pròpia.

a) Avicultura

En pollastres d'engreix l'SNiBA ha estudiat l'efecte de la utilització de diferents tipus de greix sobre els rendiments productius i el metabolisme lipídic (Ferrini *et al.*, 2010), i també sobre la qualitat de la canal i de la carn (Villaverde *et al.*, 2008; Ferrini *et al.*, 2008; González-Ortiz *et al.*, 2013). En els últims anys, amb l'objectiu de buscar fonts de greix alternatives de qualitat i sostenibles, els estudis s'han centrat en la utilització d'olis reesterificats, d'olis àcids (Vilarasa *et al.*, 2015a, 2015b) i de lecitines (Viñado *et al.*, 2017a, 2017b). Recentment, aprofundint en la fisiologia digestiva dels pollastres, hem pogut observar que l'absorció d'àcids grassos és més limitant que la hidròlisi dels greixos (Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2018). Paral·lelament,

treballem amb mètodes *in vitro* per tal de caracteritzar els processos de digestió dels greixos i hem observat que els àcids grassos procedents de la digestió d'olis àcids presenten una menor bioaccessibilitat en comparació amb els olis nadius respectius (Jiménez-Moya *et al.*, 2018a, 2018b).

En pollastres d'engreix i gallines de posta hem treballat aspectes nutricionals dels minerals, així com la seva interacció amb enzims, bàsicament fitases (Hamdi *et al.*, 2017 i 2018). Alguns d'aquests estudis han estat la base per al desenvolupament de fitases registrades. Dels enzims, també hem estudiat l'efecte de les carbohidrases en pollastres d'engreix alimentats amb dietes europees (multicereals: blat, ordi, sorgo i blat de moro) per a demostrar-ne l'eficàcia (González-Ortiz *et al.*, 2017). Per acabar, l'SNiBA duu a terme estudis sobre la salut intestinal i la cerca d'alternatives a l'ús d'antibiòtics per a reduir l'aparició de soques bacterianes multiresistents a antibiòtics i potencialment perilloses per a la salut pública (Abdelli *et al.*, 2019).

b) Producció porcina

En llavors hem treballat aspectes de maneig i d'estratègia nutricional —centrada en la nutrició mineral i aminoacídica— durant la cria per a reduir l'impacte negatiu de l'osteocondrosi i les coixeses en les futures reproductores d'alta producció i millorar-ne, així, la longevitat i la vida productiva (Fabà *et al.*, 2018).

En mares reproductores, o truges, hem realitzat estudis per a determinar-ne les necessitats nutritives partint dels balanços d'energia i lisina, tant en la fase de gestació com en la de lactació, els quals depenen dels rendiments reproductius i productius de les línies genètiques comercials (Solà-Oriol i Gasa, 2017).

El deslletament i el postdeslletament dels garrins l'hem abordat des de dos punts de vista: 1) estimulament el consum de pinso per a millorar els rendiments productius i evitar l'impacte de l'anorèxia postdeslletament, partint d'estratègies com ara la transferència materna, la familiarització precoç, el condicionament postingestiu, l'aprenentatge social, l'ús d'aromes, saboritzants i fonts de proteïna altament digestible, i canvis en la formulació de les dietes de primeres edats (Figuroa, 2012; Guzmán-Pino, 2014, i Blavi, 2016); i 2) buscant la millora de la salut intestinal amb estratègies com la inclusió de fibra (Molist *et al.*, 2010) junt amb la reducció del nivell de proteïna en la dieta (Hermes, 2011), o la suplementació de blocadors de bacteris potencialment patògens en l'àrea intestinal (Hermes, 2011, 2013). Hem estudiat, també, l'ús de probiòtics i prebiòtics com a alternativa a l'ús d'antimicrobians en el deslletament (Guerra-Ordaz *et al.*, 2013, 2014, i Roca *et al.*, 2014) i en condicions d'infecció experimental amb *Salmonella* o *E. coli* en el postdeslletament (Barba-Vidal *et al.*, 2017a, 2017b). També hem estudiat els mecanismes d'acció de l'òxid de zinc en el control de la microbiota intestinal (Molist *et al.*, 2011), així com

la interacció del Zn terapèutic amb altres minerals o amb el fòsfor fític en presència de fitasa en la dieta (Blavi *et al.*, 2017).

En porcs d'engreix en fase de finalització hem quantificat els factors de producció responsables de l'eficiència del procés (Agostini *et al.*, 2014) i, més recentment, hem modelitzat les corbes de creixement i dels dipòsits magre i lipídic per a diferents genètiques per tal d'avaluar l'adequació dels programes d'alimentació. També hem valorat l'ús d'additius (probiòtics, prebiòtics, fitases i carbohidrases) per a l'alimentació d'aquesta fase. No obstant això, la recerca més rellevant en porcí d'engreix és la relacionada amb l'homogeneïtat del pes en el sacrifici, la qual s'ha centrat a: 1) descriure i caracteritzar la variabilitat del pes viu al llarg de tot el cicle productiu (des del naixement fins al sacrifici); 2) identificar els factors més rellevants que intervenen en la variabilitat del pes viu (López-Vergé *et al.*, 2017), i 3) proposar estratègies i mesures d'intervenció per tal de reduir l'impacte de la variabilitat (López-Vergé *et al.*, 2018). D'aquests treballs, podem concloure que la major variabilitat es dona a l'etapa final de la lactància i que al llarg de la transició i l'engreix el coeficient de variació es redueix de manera natural, tot i que les estratègies aplicades a les primeres etapes de l'engreix són les més eficients per a pal·liar els efectes negatius de la variabilitat del pes viu en el sacrifici.

2.2. Principals projectes sobre nutrició i maneig de bestiar boví

En boví de carn, una de les línies de treball ha estat la recerca de noves fonts proteiques que en permetin mantenir la producció i reduir el cost de l'alimentació. En aquest context, l'any 2015 neix el projecte Camelina, fruit d'un consorci d'empreses i centres de recerca, incloent-hi l'SNiBA, que té com a objectiu tipificar nutricionalment i valoritzar els productes i subproductes de *Camelina sativa* L. Grantz per a la seva utilització en nutrició animal. En aquest projecte hem demostrat (Salas *et al.*, 2017) que la farina de camelina² pot ser un bon recurs proteic per a rumugants, per l'elevat contingut, digestibilitat i degradabilitat de la proteïna. El tortó de camelina també pot ser un producte interessant, atès l'alt contingut d'extracte eteri i de proteïna (en aquest cas, inferior al de la farina). En avaluar la fermentació ruminal en dietes amb camelina (farina les unes i tortó les altres) enfront de dietes estàndard (amb tortó de soja les unes i de colza les altres), s'observa que l'eficiència de la síntesi de proteïna microbiana no es veu afectada en les primeres (Salas *et al.*, 2018). El tortó de camelina presenta una digestibilitat més elevada que la soja i una degradabilitat de la proteïna

2. S'obté mitjançant l'extracció química de l'oli del tortó. El tortó és el subproducte de l'obtenció de l'oli per pressió de la llavor de camelina.

bruta major que la farina de camelina; tanmateix, en emprar farina de camelina els resultats són molt similars a les fonts proteiques de referència (soja o colza), excepte que la concentració total d'àcids grassos volàtils és superior (Salas *et al.*, 2018).

En vedells d'engreix, hem estudiat alternatives al nostre sistema alimentari clàssic: hem substituït la dieta de palla de cereal *ad libitum* i concentrat, per una barreja de fenc d'alfals i concentrat feta en un remolc *unifeed*. Aquest canvi permet ampliar l'espai disponible per a menjar als corrals i reduir el risc d'acidosis subclíniques, ja que afavoreix la ingesta de fibra i millora el benestar dels animals. Recentment hem confirmat que incrementa el consum i el guany mitjans diaris sense afectar l'eficiència alimentària, augmenta el consum de fibra i el temps de ruminació, i redueix l'hàbit de selecció cap al concentrat (Madruga *et al.*, 2017, 2018). Estudis previs ja havien demostrat que l'ús de «barreges *unifeed*» era una bona alternativa per a promoure el consum de fibra efectiva i l'activitat masticatòria (Iraira *et al.*, 2012, 2015).

En boví lleter, la recerca s'ha centrat en el maneig i la gestió d'explotacions mitjançant modelització, simulació i intel·ligència artificial amb l'objectiu d'integrar aspectes de nutrició, maneig, reproducció, sanitat i economia. I s'ha fonamentat en tres projectes amb empreses del sector boví i un projecte d'innovació docent finançat per la Generalitat de Catalunya. L'eina docent va ser l'inici d'aquesta línia de recerca, amb equacions senzilles i amb una vocació més docent que científica (Calsamiglia *et al.*, 2012).³ L'aplicació docent ha estat la motivació per a desenvolupar un model més científic, una eina de simulació teòrica per a la presa de decisions tècniques i econòmiques, per tal de millorar la competitivitat del sector (Calsamiglia *et al.*, 2018). El programa permet analitzar i interpretar la informació tècnica i econòmica disponible per a possibilitar la gestió integral de les explotacions.⁴ Tot i que aquest sistema no prediu exactament el resultat d'una decisió, aporta un resultat probable que indica quins són els factors determinants de la rendibilitat. El següent pas ha estat integrar les dades disponibles procedents de la sala de munyir, de programes de gestió tecnicoeconòmica, de sensors i de l'aplicació de metodologies d'intel·ligència artificial (López-Suárez *et al.*, 2018), i desenvolupar una aplicació que genera coneixement i fa recomanacions per a la gestió de la granja (Belaid *et al.*, 2018, 2019; Espinoza *et al.*, 2018).

En granges de boví lleter, una altra línia d'estudi ha estat el maneig del jaç de compost o jaç compostant (que facilita el compostatge) com a nou

3. Per a més informació vegeu: <http://sniba.es/que-hacemos/formacion/granja-vaques-programa-docente/>.

4. Per a més informació vegeu: <http://sniba.es/que-hacemos/formacion/simulador-explotaciones-lecheras/>.

sistema d'allotjament i els seus efectes sobre els animals. Ha estat fonamentat en dos projectes: un projecte nacional amb col·laboració industrial i un projecte del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. En els darrers anys, els sistemes clàssics d'estabulació en cubicles amb jaç de palla o de serradures han substituït el jaç per llits de sorra o matalassos. Recentment, alguns ramaders han apostat per un nou sistema d'estabulació amb una zona de descans separada de la zona d'alimentació i els abeuradors, amb jaç calent o de compost (Castillejos, 2015), sobre el qual els animals poden caminar i descansar lliurement. Aquest sistema pot reduir els costos d'allotjament i de maneig dels fems, però si no se'n fa un bon maneig també pot fer perillar la salut de les vaques i la qualitat de la llet. L'airejament del compost, la densitat dels animals i la seva higiene són crucials per al seu èxit. L'SNiBA ha demostrat que aquest sistema pot millorar el confort i la salut de la vaca (Fernández *et al.*, 2015) sense augmentar la càrrega bacteriana del jaç o de la llet produïda (Castillejos *et al.*, 2015; Llonch *et al.*, 2018). Un darrer projecte d'aquesta línia ha avaluat un subproducte forestal resultant de la neteja dels boscos, com a material absorbent alternatiu a les serradures del jaç compostant. L'objectiu és millorar el confort de les vaques i la qualitat de l'adob orgànic, reduir els costos i valoritzar aquest subproducte forestal (Llonch *et al.*, 2018).

2.3. Principals projectes sobre benestar dels animals

Un dels reptes actuals és desenvolupar les eines per a avaluar de manera objectiva i fiable el benestar animal. L'SNiBA ha participat en el projecte de recerca en benestar animal més gran fins ara finançat per la Unió Europea, el projecte Welfare Quality®, amb l'objectiu de desenvolupar indicadors de benestar basats en l'animal, i no en l'ambient on aquest viu (Temple *et al.*, 2011). La condició corporal, els canvis de comportament i els signes clínics de malaltia serien exemples d'indicadors de benestar basats en l'animal, mentre que la disponibilitat d'espai i la temperatura ambient serien exemples de la segona categoria. Els protocols del projecte Welfare Quality, basats en el principi de les cinc llibertats,⁵ utilitzen majoritàriament indicadors de l'animal per a avaluar l'alimentació, l'allotjament, la salut i el comportament dels animals.

Els sistemes intensius presenten limitacions pel que fa al benestar dels animals. Redueixen l'espai disponible i, algunes vegades, restringeixen

5. Regles reconegudes universalment, que quan es compleixen garanteixen el benestar animal (FAWC, 1993). L'animal ha de viure lliure de fam, de set i de desnutrició; lliure de temor i d'angoixa; lliure de molèsties físiques i tèrmiques; lliure de dolor, de lesions i de malaltia; lliure per manifestar el comportament natural.

notablement el moviment dels animals. Un exemple d'això són les gàbies per a truges gestants, prohibides a la Unió Europea a partir de l'any 2013, però que continuen utilitzant-se en altres països. L'SNiBA ha participat en nombrosos estudis en què s'avaluaven les condicions de benestar i la productivitat de les truges allotjades en gàbies i en els quals s'ha demostrat que si bé les gàbies permeten estalviar espai, faciliten la supervisió individual dels animals i eviten que les truges es barallin, a la vegada limiten la mobilitat de l'animal i la possibilitat de mostrar el comportament social natural de l'espècie (Chapinal *et al.*, 2010) i contribueixen a alentir el part. Pel que fa a les gàbies de maternitat, des del 2017 l'SNiBA lidera un estudi, fet en una granja comercial, sobre alternatives d'allotjament que proporcionin més espai a la truja durant la lactació i s'adaptin a les necessitats de la truja i els garrins. Les dades preliminars mostren que sense les gàbies la mortalitat neonatal dels garrins es manté estable, mentre que el seu creixement millora respecte als garrins criats amb mares engabiades. Altres estudis mostren que en proporcionar un ambient més estimulants per als garrins i la possibilitat d'interaccionar les camades, milloren el creixement i el benestar en el deslletament (Yang *et al.*, 2018; Salazar *et al.*, 2018).

La caudofàgia és una conducta de causa multifactorial, però el fet de no disposar de material manipulable que permeti als porcs expressar el comportament normal és un dels principals factors de risc. L'SNiBA desenvolupa actualment un projecte conjunt amb el grup de benestar animal de l'IRTA en el qual es busquen les estratègies d'enriquiment ambiental que captin millor l'atenció dels porcs per tal d'incrementar la prevenció de la caudofàgia.

El part, en la truja, pot ser dolorós. Diversos estudis conduïts per l'SNiBA han demostrat que aplicar analgèsics durant el part redueix el dolor i millora la capacitat de recuperació de la mare (Mainau *et al.*, 2012), la qual, en estar més confortable, dona més llet i això fa que els garrins creixin millor.

Durant el transport, els animals es veuen exposats a diversos factors estressants, com ara la càrrega i la descàrrega, la barreja amb animals desconeguts, el moviment del vehicle i, a vegades, l'exposició a temperatures massa altes o massa baixes. Els estudis en els quals hem avaluat el benestar dels animals en aquesta etapa suggereixen que la durada i les condicions d'allotjament durant el transport tenen un fort impacte tant en el benestar animal com en la qualitat del producte (Dalmau *et al.*, 2014).

A l'escorxador, els animals són sacrificats mitjançant el dessagnat per a garantir la seguretat alimentària. Per a evitar el dolor i l'estrès associat a aquesta pràctica, els animals són atordits prèviament. Hi ha tres tipus d'atordiment: elèctric, mecànic i per exposició a gasos, normalment diòxid de carboni (CO₂). En porcs, el gas més utilitzat és el CO₂, ja que no afecta la qualitat de la carn. Tanmateix, tot i que és legal, sembla que no és adequat pel que fa al benestar dels animals, ja que els provoca dolor i la pèrdua no immediata de la consciència. L'SNiBA ha participat en projectes que avaluen

nous compostos per a l'atordiment i que demostren que el nitrogen permet una inhalació no aversiva per als animals i, per tant, la pèrdua de la consciència amb menor grau d'estrès (Llonch *et al.*, 2012a). També conclouen que l'ús de nitrogen combinat amb petites dosis de CO₂ no té un efecte negatiu sobre la qualitat de la canal i de la carn (Llonch *et al.*, 2012b).

El benestar dels animals durant el transport i el sacrifici està estretament relacionat amb la qualitat de la canal i de la carn, cosa que repercuteix notablement en la rendibilitat de l'activitat. En concret, hem pogut confirmar l'associació entre l'estrès just abans del sacrifici i l'alteració de la qualitat de la carn (Llonch *et al.*, 2012b), fet que dona lloc a carn PSE (de l'anglès *pale, soft and exudative*: pàl·lida, tova i exsudativa) o a carn DFD (de l'anglès *dark, firm and dry*: fosca, ferma i seca). En general, els problemes de benestar durant el procés productiu provoquen una resposta d'estrès amb efectes negatius sobre el creixement i l'índex de transformació, atès que redueix tant el consum d'aliment com l'eficiència de la seva transformació en producte animal. En vaques de llet, una alimentació adequada és imprescindible per a assegurar el màxim benestar i productivitat, i que les vaques puguin mostrar el seu comportament alimentari natural també té un impacte notable en la salut de l'aparell digestiu (Llonch *et al.*, 2018).

3. RESULTATS I PERSPECTIVES DE FUTUR

L'activitat investigadora de l'SNiBA durant els darrers deu anys ha generat més de 40 tesis doctorals centrades en la nutrició, el maneig i el benestar animal i més de 220 articles científics, la majoria de primer quantil. Aquesta activitat científica i de transferència s'ha finançat majoritàriament amb recursos d'origen empresarial (el 70%, més de 400 convenis amb més de 200 empreses), sense oblidar els recursos públics (govern català, espanyol i europeu, entre d'altres). Darrere aquestes xifres hi ha un equip científic d'excel·lència que ha assolit els reptes del sector ramader mantinent la qualitat científica, cosa que és previsible que continuï fent en un futur.

Fruit del treball i com a exemple de col·laboració amb el sector productiu, l'SNiBA ha participat en el desenvolupament de la Comunitat de Tecnologies de la Producció Agroalimentària (COTPA 2018-2021) de l'Estratègia de Recerca i Innovació per a l'Especialització Intel·ligent de Catalunya (RIS-3CAT) i coordina el grup de ramaderia. Actualment lidera i participa en dos dels projectes, integradors i transversals, del sector ramader.

A l'SNiBA pensem que el futur de la ramaderia passa per trobar un creixement sostenible, per a poder alimentar el món de manera responsable i segura, però també eficient, i fer l'alimentació accessible a tothom. L'automatització i la integració de la tecnologia en la ramaderia (*smartfarming* o ramaderia de precisió) pot fer compatible la intensificació amb el

creixement sostenible i respectuós amb el benestar animal i humà. Més que mai, també, seguint els principis de l'economia circular, cal valoritzar nous subproductes agroalimentaris per a fonamentar aquest creixement sostenible i respectuós. Les noves tècniques moleculars, que donen a conèixer el microbioma gastrointestinal, també poden tenir un paper fonamental: identificar els marcadors microbians pot permetre seleccionar animals més eficients a l'hora d'aprofitar l'aliment, o més saludables perquè tenen un sistema immunitari més preparat. El benestar animal també contribueix a millorar l'eficiència productiva i la salut dels animals. Caldrà aprofundir en el paper del benestar animal en l'ús d'antibiòtics en la ramaderia i avaluar-ne la influència sobre la salut i el sistema immunitari dels animals.

BIBLIOGRAFIA

- ABDELLI, N.; VILARRASA, E.; PÉREZ, J. F.; SOLÀ-ORIO, D. (2019). «Encapsulated fatty acids and essential oils improved performance of broilers challenged with a necrotic enteritis reused litter». Pòster presentat a la Interntional Conference on Poultry Intestinal Health, Roma, 3-5 abril 2019.
- AGOSTINI, P. S.; FAHEY, A. G.; MANZANILLA, E. G.; O'DOHERTY, J. V.; DE BLAS, C.; GASA, J. (2014). «Factors affecting mortality, feed intake and feed conversion ratio of grow-finishing pigs». *Animal*, núm. 8, p. 1312-1318.
- BARBA-VIDAL, E.; CASTILLEJOS, L.; LÓPEZ-COLOM, P.; RIVERO URGELL, M.; MORENO MUÑOZ, J. A.; MARTÍN-ORÚE, S. M. (2017a). «Evaluation of the Probiotic Strain *Bifidobacterium longum* subsp *Infantis* CECT 7210 Capacities to Improve Health Status and Fight Digestive Pathogens in a Piglet Model». *Frontiers in Microbiology*, núm. 8.
- BARBA-VIDAL, E.; CASTILLEJOS, L.; ROLL, V. F. B.; CIFUENTES-ORJUELA, G.; MORENO MUÑOZ, J. A.; MARTÍN-ORÚE, S. M. (2017b). «The Probiotic Combination of *Bifidobacterium longum* subsp *infantis* CECT 7210 and *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BPL6 Reduces Pathogen Loads and Improves Gut Health of Weaned Piglets Orally Challenged with *Salmonella Typhimurium*». *Frontiers in Microbiology*, núm. 8.
- BELAID, M. A.; RODRÍGUEZ-PRADO, M.; RODRÍGUEZ-PRADO, D. V.; CHEVAUX, E.; CALSAMIGLIA, S. (2018). «Using behavior as an early predictor of calf's health disorder». Pòster presentat a la trobada anual de l'American Dairy Science Association, Knoxville (Tenn.).
- (2019). «Are accelerometers a good tool to predict diseases in calves?» Ponència presentada a la conferència sobre la producció lletera de precisió, Rochester (Minn.).
- BLAVI, L.; SOLÀ-ORIO, D.; MALLO, J. J.; PÉREZ, J. F. (2016). «Anethol, cinnamaldehyde, and eugenol inclusion in feed affects postweaning performance

- and feeding behavior of piglets». *Journal of Animal Science*, núm. 94(12), p. 5262-5271.
- BLAVI, L.; SOLÀ-ORIOI, D.; PÉREZ, J. F.; STEIN, H. H. (2017). «Effects of zinc oxide and microbial phytase on digestibility of calcium and phosphorus in maize-based diets fed to growing pigs». *Journal of Animal Science*, núm. 95(2), p. 847-854.
- CALSAMIGLIA, S.; ASTIZ, S.; BAUCCELLS, J.; CASTILLEJOS, L. (2018). «A stochastic dynamic model of a dairy farm to evaluate the technical and economic performance under different scenarios». *Journal of Dairy Science*, núm. 101, p. 7517-7530.
- CALSAMIGLIA, S.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A.; VERA, G.; ESPINOSA, G. (2012). «A web-based computer simulator to teach dairy farm management». *Journal of Dairy Science*, núm. 95(2), p. 391.
- CASTILLEJOS, L. (2015). «La cama compost, ¿es realmente una alternativa a los sistemas tradicionales de estabulación para vacuno lechero?». A: *XX Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España*. Burgos, 6-8 maig 2015, p. 175-180.
- CASTILLEJOS, L.; RODRÍGUEZ, M.; SIURANA, A.; CALSAMIGLIA, S. (2015). «Compost bedded pack on bacterial counts and milk composition in lactating dairy cows». *Journal of Dairy Science*, núm. 98 (2), p. 107.
- CHAPINAL, N.; TORRE, J. R. de la; CERISUELO, A.; GASA, J.; BAUCCELLS, M. D.; COMA, J.; MANTECA, X. *et al.* (2010). «Evaluation of welfare and productivity in pregnant sows kept in stalls or in 2 different group housing systems». *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, núm. 5, p. 82-93.
- DALMAU, A.; DI NARDO, A.; REALINI, C. E.; RODRÍGUEZ, P.; LLONCH, P.; TEMPLE, D.; DALLA VILLA, P.; VELARDE, A.; GIANANTE, D.; MESSORI, S. (2014). «Effect of the duration of road transport on the physiology and meat quality of lambs». *Animal Production Science*, núm. 54, p. 179-186.
- ESPIÑOZA, O. R.; CALSAMIGLIA, S. (2018). «Modeling the effects of heat stress in different zones of Spain and the technical and economic impact of cooling systems». *Journal of Dairy Science*, núm. 101 (2), p. 80.
- FABÀ, L.; GASA, J.; TOKACH, M. D.; VARELLA, E.; SOLÀ-ORIOI, D. (2018). «Effects of supplementing organic microminerals and methionine during the rearing phase of replacement gilts on lameness, growth, and body composition». *Journal of Animal Science*, núm. 96(8), p. 3274-3287.
- FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (FAWC) (1993). *Second Report on Priorities for Research and Development in Farm Animal Welfare*. Londres: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- FERRINI, G.; BAUCCELLS, M. D.; ESTEVE-GARCIA, E.; BARROETA, A. C. (2008). «Dietary polyunsaturated fat reduces skin fat as well as abdominal fat in broiler chickens». *Poultry Science*, núm. 87(3), p. 528-535.
- FERRINI, G.; MANZANILLA, E. G.; MENOYO, D.; ESTEVE-GARCIA, E.; BAUCCELLS, M. D.; BARROETA, A. C. (2010). «Effects of dietary n-3 fatty acids in fat metabolism

- and thyroid hormone levels when compared to dietary saturated fatty acids in chickens». *Livestock Science*, núm. 131(2-3), p. 287-291.
- FIGUEROA, J.; SOLÀ-ORIO, D.; BORDA, E.; SCLAFANI, A.; FRANCISCO PÉREZ, J. (2012). «Flavour preferences conditioned by protein solutions in post-weaning pigs». *Physiology & Behavior*, núm. 107(3), p. 309-316.
- GONZÁLEZ-ORTIZ, G.; SALA, R.; CÁNOVAS, E.; ABED, N.; BARROETA, A. C. (2013). «Consumption of Dietary n-3 Fatty Acids Decreases Fat Deposition and Adipocyte Size, but Increases Oxidative Susceptibility in Broiler Chickens». *Lipids*, núm. 48(7), p. 705-717.
- GONZÁLEZ-ORTIZ, G.; SOLÀ-ORIO, D.; MARTÍNEZ-MORA, M.; PÉREZ, J. F.; BEDFORD, M. R. (2017). «Response of broiler chickens fed wheat-based diets to xylanase supplementation». *Poultry Science*, núm. 96(8), p. 2776-2785.
- GUERRA-ORDAZ, A. A.; GONZÁLEZ-ORTIZ, G.; LA RAGIONE, R. M.; WOODWARD, M. J.; COLLINS, J. W.; PÉREZ, J. F.; MARTÍN-ORÚE, S. M. (2014). «Lactulose and Lactobacillus plantarum, a Potential Complementary Synbiotic To Control Postweaning Colibacillosis in Piglets». *Applied and Environmental Microbiology*, núm. 80(16), p. 4879-4886.
- GUERRA-ORDAZ, A. A.; MOLIST, F.; HERMES, R. G.; GÓMEZ DE SEGURA, A.; LA RAGIONE, R. M.; WOODWARD, M. J.; TCHORZEWSKA, M. A.; COLLINS, J. W.; PÉREZ, J. F.; MARTÍN-ORÚE, S. M. (2013). «Effect of inclusion of lactulose and Lactobacillus plantarum on the intestinal environment and performance of piglets at weaning». *Animal Feed Science and Technology*, núm. 185(3-4), p. 160-168.
- GUZMAN-PINO, S. A.; SOLÀ-ORIO, D.; FIGUEROA, J.; PÉREZ, J. F. (2014). «Influence of the protein status of piglets on their ability to select and prefer protein sources». *Physiology & Behavior*, núm. 129, p. 43-49.
- HAMDI, M.; PÉREZ, J. F.; LETOURNEAU-MONTMINY, M. P.; FRANCO-ROSSELLÓ, R.; ALIGUÉ, R.; SOLÀ-ORIO, D. (2018). «The effects of microbial phytases and dietary calcium and phosphorus levels on the productive performance and bone mineralization of broilers». *Animal Feed Science and Technology*, núm. 243, p. 41-51.
- HAMDI, M.; SOLÀ-ORIO, D.; FRANCO-ROSSELLÓ, R.; ALIGUÉ-ALEMANY, R.; PÉREZ, J. F. (2017). «Comparison of how different feed phosphates affect performance, bone mineralization and phosphorus retention in broilers». *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 15, núm. 3.
- HERMES, R. G. (2011). *Natural feeding strategies to reduce enteric disorders and improve adaptation of young pigs to weaning*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- HERMES, R. G.; MOLIST, F.; PÉREZ, J. F.; GÓMEZ DE SEGURA, A.; YWAZAKI, M.; DAVIN, R.; NOFRARIAS, M.; KORHONEN, T. K.; VIRKOLA, R.; MARTÍN-ORÚE, S. M. (2013). «Casein glycomacropeptide in the diet may reduce Escherichia coli attachment to the intestinal mucosa and increase the intestinal lactobacilli of early weaned piglets after an enterotoxigenic E. coli K88 challenge». *British Journal of Nutrition*, núm. 109(6), p. 1001-1012.

- IRAIRA, S. P.; MADRUGA, A.; PÉREZ-JUAN, M.; RUIZ DE LA TORRE, J. L.; RODRÍGUEZ-PRADO, M.; CALSAMIGLIA, S.; MANTECA, X.; FERRET, A. (2015). «Performance, behaviour and meat quality of beef heifers fed concentrate and straw offered as total mixed ration or free-choice». *Spanish Journal of Agricultural Research*, núm. 13, p. 610.
- IRAIRA, S. P.; RUIZ DE LA TORRE, J. L.; RODRÍGUEZ-PRADO, M.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. (2012). «Effect of feeding method on intake and behaviour of individually reared beef heifers fed a concentrate diet from 115 to 185 kg of body weight». *Animal*, núm. 6 (9), p. 1483-1490.
- JIMÉNEZ-MOYA, B.; MARTIN, D.; SOLER-RIVAS, C.; TRES, A.; BARROETA, A. C.; GUARDIOLA, F.; SALA, R. (2018a). «Bioaccessibility of lipid hydrolysis products generated after an in vitro digestion model for acid oils and fatty acid distillates». A: *16th Euro Fed Lipid Congress and Expo: Fats, Oils and Lipids: Science, Technology and Nutrition in a Changing World*. Belfast, 16-19 setembre 2018.
- (2018b). «In vitro intestinal digestion of acid oils and fatty acid distillates as potential fat sources for animal feed». A: *16th Euro Fed Lipid Congress and Expo: Fats, Oils and Lipids: Science, Technology and Nutrition in a Changing World*. Belfast, 16-19 setembre 2018.
- Llei 13/1986, de 14 d'abril, de foment i coordinació general de la investigació científica i tècnica. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 93 (18 abril 1986), p. 13767-13771.
- LONCH, L.; CASTILLEJOS, L.; MANTECA, X.; FERRET, A. (2018). «Effect of forest biomass as bedding material on bacterial counts in compost bedded pack for dairy cows». *Journal of Dairy Science*, núm. 101 (2), p. 77.
- LONCH, P.; DALMAU, A.; RODRÍGUEZ, P.; MANTECA, X.; VELARDE, A. (2012a). «Aversion to nitrogen and carbon dioxide mixtures for stunning pigs». *Animal Welfare*, núm. 21, p. 33-39.
- LONCH, P.; RODRÍGUEZ, P.; GISPERT, M.; DALMAU, A.; MANTECA, X.; VELARDE, A. (2012b). «Stunning pigs with nitrogen and carbon dioxide mixtures: effects on animal welfare and meat quality animal». *Animal*, vol. 6, núm. 4, p. 668-675.
- LÓPEZ-SUÁREZ, M.; ARMENGOL, E.; CALSAMIGLIA, S.; CASTILLEJOS, L. (2018). «Extraction of Patterns to Support Dairy Culling Management». A: TORRA, V.; NARUKAWA, Y.; AGUILÓ, I.; GONZÁLEZ-HIDALGO, M. (ed.). *Modeling Decisions for Artificial Intelligence. 15th International Conference, MDAI 2018*, vol. 11144. Basilea: Springer Nature Switzerland AG, p. 131-142.
- LÓPEZ-VERGE, S.; FARRÉ, M.; SOLÀ-ORRIOL, D.; BONET, J.; COMA, J.; GASA, J. (2017). «Identification of risk factors associated with slow growth rate of swine in commercial conditions». A: *Abstracts 2017 ASAS-CSAS, Annual Meeting and Trade Show*. Baltimore (Md.), 8-12 juliol 2017, abstract núm. 719, p. 350.
- LÓPEZ-VERGE, S.; GASA, J.; TEMPLE, D.; BONET, J.; COMA, J.; SOLÀ-ORRIOL, D. (2018). «Strategies to improve the growth and homogeneity of growing-finishing

- pigs: feeder space and feeding management». *Porcine Health Management*, núm. 4, article 14.
- MADRUGA, A.; MAINAU, E.; GONZÁLEZ, L. A.; RODRÍGUEZ-PRADO, M.; RUIZ DE LA TORRE, J. L.; MANTECA, X.; FERRET, A. (2017). «Effect of forage source included in total mixed ration on intake, sorting and feeding behavior of growing heifers fed high-concentrate diets». *Journal of Animal Science*, núm. 95, p. 3322-3330.
- (2018). «Effect of increasing the level of alfalfa hay in finishing beef heifer diets on intake, sorting, and feeding behaviour». *Journal of Animal Science*, núm. 96, p. 1-10.
- MAINAU, E.; RUIZ DE LA TORRE, J. L.; DALMAU, A.; SALLERAS, J. M.; MANTECA, X. (2012). «Effects of meloxicam (Metacam®) on post-farrowing sow behaviour and piglet performance». *Animal*, núm. 6, p. 494-501.
- MOLIST, F.; GÓMEZ DE SEGURA, A.; PÉREZ, J. F.; BHANDARI, S. K.; KRAUSE, D. O.; NYACHOTI, C. M. (2010). «Effect of wheat bran on the health and performance of weaned pigs challenged with *Escherichia coli* K88(+)». *Livestock Science*, núm. 133(1-3), p. 214-217.
- MOLIST, F.; GUSTAVO HERMES, R.; GÓMEZ DE SEGURA, A.; MARTÍN-ORÚE, S. M.; GASA, J.; GARCIA MANZANILLA, E.; FRANCISCO PÉREZ, J. (2011). «Effect and interaction between wheat bran and zinc oxide on productive performance and intestinal health in post-weaning piglets». *British Journal of Nutrition*, núm. 105(11), p. 1592-1600.
- ROCA, M.; NOFRARÍAS, M.; MAJÓ, N.; PÉREZ DE ROZAS, A. M.; SEGALÉS, J.; CASTILLO, M.; MARTÍN-ORÚE, S. M.; ESPINAL, A.; PUJOLS, J.; BADIOLA, I. (2014). «Changes in Bacterial Population of Gastrointestinal Tract of Weaned Pigs Fed with Different Additives». *BioMed Research International*.
- RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, R.; TRES, A.; SALA, R.; GUARDIOLA, F.; BARROETA, A. C. (2018). «Evolution of lipid classes and fatty acid digestibility along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed different fat sources at different ages». *Poultry Science*, vol. 98, p. 1341-1353.
- SALAS, H.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. (2017). «Caracterización nutricional y determinación de la digestibilidad in vitro de la harina, la torta y la cascarrilla de camelina». A: *XVII Jornadas sobre Producción Animal*. Saragossa: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, 30-31 maig 2017, p. 147-149.
- SALAS, H.; CASTILLEJOS, L.; LÓPEZ-SUÁREZ, M.; FERRET, A. (2018). «Effect of camelina meal and camelina expeller on rumen microbial fermentation and nutrient flow in a continuous culture system». *Journal of Dairy Science*, núm. 101 (2), p. 107-108.
- SALAZAR, L. C.; KO, H. L.; YANG, C. H.; LLONCH, L.; MANTECA, X.; CAMERLINK, I.; LLONCH, P. (2018). «Early socialisation as a strategy to increase piglets' social skills in intensive farming conditions». *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 206, p. 25-31.

- SOLÀ-ORIOI, D.; GASA, J. (2017). «Feeding strategies in pig production: Sows and their piglets». *Animal Feed Science and Technology*, vol. 233, p. 34-52.
- TEMPLE, D.; DALMAU, A.; TORRE, J. L. R. de la; MANTECA, X.; VELARDE, A. (2011). «Application of the Welfare Quality® protocol to assess growing pigs kept under intensive conditions in Spain». *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, núm. 6(2), p. 138-149.
- VILARRASA, E.; CODONY, R.; ESTEVE-GARCIA, E.; BARROETA, A. C. (2015a). «Use of re-esterified oils, differing in their degree of saturation and molecular structure, in broiler chicken diets». *Poultry Science*, núm. 94(7), p. 1527-1538.
- VILARRASA, E.; GUARDIOLA, F.; CODONY, R.; ESTEVE-GARCIA, E.; BARROETA, A. C. (2015b). «Use of combinations of re-esterified oils, differing in their degree of saturation, in broiler chicken diets». *Poultry Science*, núm. 94(7), p. 1539-1548.
- VILLAVERDE, C.; BAUCCELLS, M. D.; MANZANILLA, E. G.; BARROETA, A. C. (2008). «High levels of dietary unsaturated fat decrease alpha-tocopherol content of whole body, liver, and plasma of chickens without variations in intestinal apparent absorption». *Poultry Science*, núm. 87(3), p. 497-505.
- YANG, C. H.; KO, H. L.; SALAZAR, L. C.; LLONCH, L.; MANTECA, X.; CAMERLINK, I.; LLONCH, P. (2018). «Pre-weaning environmental enrichment increases piglets' object play behaviour on a large scale commercial pig farm». *Applied Animal Behaviour Science*, núm. 202, p. 7-12.
- VIÑADO, A.; CASTILLEJOS, L.; BARROETA, A. C. (2017a). «Crude soybean lecithin as alternative energy source in broiler chickens. Poster presentation». A: *21st European Symposium On Poultry Nutrition (ESPN)*. Salou/Vila-seca: World's Poultry Science Association (WPSA), 8-11 maig 2017.
- VIÑADO, A.; SOLÀ-ORIOI, D.; JANSEN, M.; KARWACINSKA, A.; BARROETA, A.C. (2017b). «Dietary lysolecithin supplementation improves nutrient utilization in broiler chickens». A: *Poster presentation. 21st European Symposium On Poultry Nutrition (ESPN)* Salou/Vila-seca: World's Poultry Science Association (WPSA), 8-11 maig 2017.