



ESCOLA DE DOUTORAMENTO
INTERNACIONAL DA USC

Sonia
Verdes Gil

Tese de doutoramento

Benestar animal nas granxas de
vacún da provincia de Lugo e as
súas implicacións na produción.

Santiago de Compostela, 2023

Programa de Doutoramento en Medicina e Sanidade Veterinaria

TESE DE DOUTORAMENTO

Benestar animal nas granxas de vacún da provincia de Lugo e as súas
implicacións na produción.

Sonia Verdes Gil

ESCOLA DE DOUTORAMENTO INTERNACIONAL DA UNIVERSIDADE DE
SANTIAGO DE COMPOSTELA

PROGRAMA DE DOUTORAMENTO EN MEDICINA E SANIDADE VETERINARIA

SANTIAGO DE COMPOSTELA / LUGO

2023

DECLARACIÓN DO AUTOR/A DA TESIS

D./Dña. Sonia Verdes Gil

Título da tese: Benestar animal nas granxas de vacún da provincia de Lugo e as súas implicacións na produción.

Presento a miña tese, seguindo o procedemento adecuado ao Regulamento e declaro que:

- 1) A tese abarca os resultados da elaboración do meu traballo.*
- 2) De ser o caso, na tese faise referencia as colaboracións que tivo este traballo.*
- 3) Confirmo que a tese non incorre en ningún tipo de plaxio de outros autores nin de traballos presentados por min para a obtención de outros títulos.*
- 4) A tese e a versión definitiva presentada para a súa defensa e coincide a versión impresa ca presentada en formato electrónico.*

Comprometome a presentar o Compromiso Documental de Supervisión no caso que o orixinal non este depositado na Escola.

En Santiago de Compostela, 28 de febreiro de 2023.

Fdo.: Sonia Verdes Gil

Benestar animal nas granxas de vacún da provincia de Lugo e as súas implicacións na produción.

AUTORIZACIÓN DO DIRECTOR /TITOR DA TESE

Benestar animal nas granxas de vacún da provincia de Lugo e as súas implicacións na produción.

D. Luis Angel Quintela Arias

D. Pedro García Herradón

INFORMAN:

Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por Dna. Sonia Verdes Gil, baixo a miña dirección/titorización, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.

De acordo co indicado no Regulamento de Estudos de Doutoramento, declara tamén que a presente tese de doutoramento é idónea para ser defendida en base á modalidade de Monográfica con reprodución de publicacións, nos que a participación da doutoranda foi decisiva para a súa elaboración e as publicacións se axustan ao Plan de Investigación.

En Lugo, 28 de febreiro de 2023

Fdo.: Luis A. Quintela Arias

Fdo.: Pedro José García Herradón

Ao meu fillo Xan que é a miña sorte, e ao meu pai que desgraciadamente xa non está para acompañarme.

Quérovos moito

AGRADECEMENTOS

Dende sempre tiven interese por todo aquilo relacionado coa bioloxía e dende ben pequena, agás os primeiros anos nos que as nenas e nenos soen fantasiar con ser astronautas, tiven clara a miña vocación sanitaria.

Chegado o momento, no canto de decidir ser médica, o amor polos animais dunha rapaza de aldea mais ben tímida e algo sobreprotexida, fixeron que optara por quedar preto da casa, e decidín estudar Veterinaria.

A profesión Veterinaria aportoume e permitiume sen dúbida poder desenvolver a miña vida profesional en eidos moi diversos, se ben sempre vencellados ao medio rural e a actividade gandeira.

A nivel académico sempre tiven a inqueda de completar os meus estudos de doutoramento.

O meu fillo Xan chegou no momento mais oportuno. Nun momento de cambio a nivel laboral, e sempre abrupto a nivel persoal, un embarazo algo dificultoso, permitiume retomar os estudos e, da man de Luis Angel Quintela e Pedro García Herradón, comezou a agromar esta tese doutoral.

Quero por iso agradecerlle primeiramente ao meu fillo Xan o tempo que pasamos xuntos dende aquela e mentres traballaba neste estudo. Xan é sen dubida o mais difícil e o mais importante que teño feito.

Agradecer tamén aos profesores Luis Angel Quintela Arias e a Pedro García Herradón a súa axuda e colaboración neste estudo, pero tamén a súa confianza e apoio, non só a nivel académico senón tamén no ámbito persoal, e non serei quen de agradecerllelo nunca dabondo.

Agradecemento especial tamén á Deputación Provincial de Lugo que nos permitiu comezar os estudos e ás veterinarias e veterinarios que colaboraron nos estudos de campo e na recompilación de datos, ás gandeiras e gandeiros que nos acolleron nas súas granxas, e que coma boas galegas e galegos compartiron con nós, non só aspectos da xestión das súas explotacións senón, contos e sobremesas tras das cociñas.

Quero agradecerlle tamén á miña familia que sempre me ten apoiado, a miña irmá e miña nai, a miña madriña e a Jose, a miña parella, por acompañarme sempre, e especialmente

agradecerlle ao meu pai todo canto fixo por min. Home apoucado e afable, traballador incansable, de xenio vivo e lágrima fácil coa que amosaba a súa fragilidade e a súa bondade, deu o mellor de si mesmo para que miña irmá e mais eu puideramos acadar aquilo que perseguíamos. Hoxe estaría orgulloso, e hoxe aínda me costa asumir que non está para acompañarme.

Agradecerlle á miña familia política a súa axuda na xestión do tempo que nunca é doada para unha nai traballadora.

E finalmente quixera tamén mencionar especialmente a Darío, a Carmen e a Inés polo que me axudaron e aportaron durante a miña etapa de estudante e nos meus comezos como Veterinaria, a miña tía Tina que foi o meu referente de nena, e a todas aquelas persoas que dalgún xeito contribuíron a formarme como persoa e profesionalmente, xa que logo esta tese doutoral é o resultado de todo este percorrido.

PRESENTACIÓN

O sector leiteiro é un importante motor da economía rural galega e, especialmente, na provincia de Lugo. Neste momento, os gandeiros están obrigados a ser eficientes e competitivos e o benestar animal inflúe na produtividade condicionando ambos os dous aspectos.

O obxectivo deste estudo foi avaliar o benestar animal e o seu impacto na produción e na reprodución nas granxas de vacas leiteiras na provincia de Lugo, identificando as súas fortalezas e debilidades para establecer pautas de mellora para incrementar a rendibilidade das explotacións.

Con este fin, elaboráronse 3 artigos, dos cales 2 xa están publicados en revistas indexadas no JCR e un aínda esta por enviar.

O traballo estruturouse da seguinte forma:

- Capítulo 1. INTRODUCCIÓN XERAL: Faise un repaso do coñecemento actual sobre a importancia do benestar animal na saúde e produtividade das vacas de leite
 - Capítulo 2. OBXETIVOS: Preséntanse os obxectivos do estudo.
 - Capítulo 3. MATERIAL E MÉTODOS XERAIS: Descrición resumida dos materiais e métodos utilizados.
 - Capítulo 4. RESULTADOS E DISCUSIÓN: Neste apartado preséntanse os tres artigos completos
 - Capítulo 5. DISCUSIÓN XERAL: Faise unha discusión xeral dos resultados da tese.
 - Capítulo 6. CONCLUSIÓN XERAIS: Expóñense as conclusións xerais obtidas da tese.
 - Capítulo 7. BIBLIOGRAFÍA XERAL.
 - Capítulo 8. CONFLICTO DE INTERESES: Faise mención aos conflitos de intereses do doutorando e os seus directores relacionados con este estudo.
 - Capítulo 9. ANEXO: Neste capítulo inclúense os orixinais dos dous artigos publicados.
- Verdes, S., Trillo, Y., Peña, A. I., Herradón, P. G., Becerra, J. J., & Quintela, L. A. (2020). Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 319-329.
Ed. Taylor Francis, UK. ISSN 1828-05x (on line) I de impacto: 2,785 Q1
 - Verdes, S., Yañez, U., Trillo, Y., Herradón, P. G., Peña, A. I., Becerra, J. J., & Quintela, L. A. (2020). Housing assessment in farms in the Northwest of Spain: main facility weaknesses and strengths. *Journal of Dairy Research*, 89(2), 152-155.
Ed. Cambridge University Press, UK. ISSN 1469-7629 (on line). I de impacto: 2,027 Q2

RESUMEN

El sector lechero es un importante motor de la economía rural gallega y, especialmente, en la provincia de Lugo. En este momento los ganaderos están obligados a ser eficientes y competitivos y el bienestar animal influye en la productividad condicionando ambos aspectos.

El objetivo de este estudio fue evaluar el bienestar animal y su impacto en la producción y la reproducción en las granjas de vacas lecheras en la provincia de Lugo, identificando sus fortalezas y debilidades para establecer pautas de mejora para incrementar la rentabilidad las explotaciones.

La mayoría de las explotaciones evaluadas muestran adecuadas condiciones en el manejo de los animales y el mantenimiento de las instalaciones, pero hay aspectos susceptibles de mejora relativos al diseño y a los materiales utilizados en su construcción. Entre los errores detectados destacan las reducidas dimensiones de los cubículos y la ausencia de superficies cómodas en las salas de espera, corredores y pasos laterales, ambas circunstancias afectan negativamente a los animales y pueden provocar problemas de higiene y de salud.

Nuestros resultados también resaltan la necesidad de establecer un plan de bioseguridad que tenga en cuenta todos los posibles riesgos y defina estrategias para prevenir enfermedades. Entre los principales aspectos a considerar, está la introducción de nuevos animales, ya que pueden ser portadores de enfermedades adquiridas en la granja de origen, en los mercados o durante el transporte. Se recomienda, por tanto disponer de una sala de cuarentena para evitar la propagación de posibles patógenos.

Al evaluar cuantitativamente el nivel de confort proporcionado por las instalaciones y las prácticas de manejo en las diferentes granjas, se pudo constatar una diferencia de 33 puntos entre las granjas con las mejores características (6 puntos) y la de las peores (39 puntos). El estudio detectó que en las granjas mejor puntuadas la calidad del material de las camas, su mantenimiento y su limpieza eran mayores, lo que determinaba en una menor suciedad de las vacas. Por el contrario, las granjas peor calificadas tenían una higiene deficiente en las patas y en la ubre, una menor tasa de detección de celo y una producción de leche más reducida. La limpieza de las áreas de descanso y corredores iba asociada a una menor incidencia de enfermedades de los cascos y una menor incidencia de mamitis.

Las reducidas dimensiones de los cubículos y la elevada densidad de población observadas en la mayoría de las granjas evaluadas, ocasionaban una alta incidencia de cojeras. Así, la mayoría de las granjas no cumplían con el objetivo de puntuación de cojeras establecido por otros autores, lo que indica que los ganaderos de esta región prestan poca atención a este

aspecto.

La alta prevalencia de cojeras nos llevó a realizar un estudio detallado de la mismas. Los resultados obtenidos indicaron que el 19,3% de las vacas estaban cojas. Los factores que más influyeron en el número de vacas con puntuación de locomoción 1 (sanas) fueron: los pisos resbaladizos, la distancia de retirada inferior a 75 cm y las lesiones en las extremidades. Así, una de las principales causas de la elevada incidencia de cojeras en esta región sería la elevada frecuencia de pisos resbaladizos en los corredores.

A pesar de lo que indican otros autores, no hemos observado efectos significativos de otros factores en la tasa de cojeras, como la alta densidad de población, los pisos de cemento o la acumulación de suciedad, a pesar de que entre el 25% y el 75% de las granjas no cumplieron con los estándares establecidos para estos parámetros.

La conclusión de este trabajo es que la mayoría de las granjas evaluadas tienen un buen manejo de los animales y un mantenimiento adecuado de las instalaciones, aunque estas muestran ciertas deficiencias de diseño. Las granjas que presentaron mayores deficiencias también tuvieron una peores puntuaciones de higiene, una menor tasa de detección de celo y una producción de leche inferior. La prevalencia de cojeras fue muy elevada, siendo los principales factores de riesgo para la aparición de las cojeras y su gravedad la existencia de pisos resbaladizos, una distancia de retirada inferior a 75 cm y la presencia de lesiones en las pezuñas.

RESUMO

O sector leiteiro é un importante motor da economía rural galega e, especialmente, na provincia de Lugo. Neste momento, os gandeiros están obrigados a ser eficientes e competitivos e o benestar animal inflúe na produtividade condicionando ambos os dous aspectos.

O obxectivo deste estudo foi avaliar o benestar animal e o seu impacto na produción e na reprodución nas granxas de vacas leiteiras na provincia de Lugo, identificando as súas fortalezas e debilidades para establecer pautas de mellora para incrementar a rendibilidade das explotacións.

A maioría das explotacións avaliadas mostraron adecuadas condicións no manexo dos animais e no mantemento das instalacións, pero hai aspectos susceptibles de mellora relativos ao deseño e aos materiais utilizados na súa construción. Entre os erros detectados destacan as reducidas dimensións dos cubículos e a ausencia de superficies cómodas nas salas de espera, corredores e pasos laterais, ambos afectan negativamente aos animais e poden provocar problemas de hixiene e de saúde.

Os nosos resultados tamén resaltan a necesidade de establecer un plan de bioseguridade que teña en conta todos os posibles riscos e defina estratexias para previr enfermidades. Entre os principais aspectos a considerar está a introdución de novos animais, xa que poden ser portadores de enfermidades adquiridas na granxa de orixe, nos mercados ou durante o transporte. Recoméndase, polo tanto, dispoñer dun curral de corentena para evitar a propagación de posibles patóxenos.

Ao avaliar cuantitativamente o nivel de confort proporcionado polas instalacións e as prácticas de manexo nas diferentes granxas, puido constatarase unha diferenza de 33 puntos entre as granxas con mellores características (6 puntos) e as peores (39 puntos). O estudo detectou que nas granxas con mellores puntuacións a calidade do material das camas o seu mantemento e limpeza eran maiores, o que determinaba unha menor sucidade dos animais. Pola contra, as granxas con cualificacións máis baixas tiñan unha hixiene deficiente nas patas e na ubre, unha menor taxa de detección de celo e unha produción de leite inferior. A limpeza das áreas de descanso e corredores ía asociada a unha menor incidencia de enfermidades dos cascos e de mamites.

As reducidas dimensións dos cubículos e a elevada densidade de poboación observadas na maioría das granxas avaliadas, ocasionaban unha alta incidencia de coxeiras. Así, a maioría das granxas non cumprían co obxectivo de puntuación de coxeiras establecido por outros

autores, o que indica que os gandeiros desta rexión prestan pouca atención a este apartado.

A alta prevalencia de coxeiras levounos a realizar un estudo detallado das mesmas. Os resultados obtidos indicaron que o 19,3% das vacas estaban coxas. Os factores que máis influíron no número de vacas con puntuación de locomoción 1 (sans) foron: os pisos esvaradíos, a distancia de retirada inferior a 75 cm e as lesións nas extremidades. Así, unha das principais causas da elevada incidencia de coxeiras nesta rexión sería a elevada frecuencia deste tipo de pisos nos corredores.

A pesar do que indican outros autores, non observamos efectos significativos doutros factores na taxa de coxeira, como a alta densidade de poboación, os pisos de cemento ou a acumulación de sucidade, a pesar de que entre o 25% e o 75% das granxas non cumpriron cos estándares establecidos para estes parámetros.

A conclusión deste estudo é que a maioría das granxas avaliadas teñen un bo manexo dos animais e bo mantemento das instalacións, aínda que estas mostran certas deficiencias de deseño. As granxas que presentaron maiores deficiencias tamén tiveron peores puntuacións de hixiene, unha menor taxa de detección de celo e unha produción de leite inferior. A prevalencia de coxeiras foi moi elevada, sendo os principais factores de risco para a aparición das coxeiras e a súa gravidade a existencia de pisos esvaradíos, unha distancia de retirada inferior a 75 cm e a presenza de lesións nos pezuños.

SUMMARY

The dairy sector is an important driver of the rural economy in Galicia, and particularly in the province of Lugo. At present, farmers are required to be efficient and competitive, and animal welfare influences productivity, conditioning both aspects. The objective of this study was to evaluate animal welfare and its impact on production and reproduction in dairy farms in the province of Lugo, identifying the strengths and weaknesses to establish improvement guidelines to increase profitability of the farms.

Most of the farms evaluated showed adequate conditions in animal management and maintenance of facilities, but there are aspects that can be improved related to some dimensions and the materials used in their construction. Among the detected errors, the small dimensions of the cubicles and the absence of comfortable surfaces in waiting rooms, corridors, and side passages were highlighted, which negatively affect the animals and can cause hygiene and health problems.

Our results also highlight the need to establish a biosecurity plan that considers all possible risks and defines strategies to prevent diseases. Among the main aspects to consider is the introduction of new animals, as they can be carriers of diseases acquired in the original farm, markets, or during transportation. It is, therefore, recommended to have a quarantine pen to prevent the spread of possible pathogens.

When quantitatively evaluating the level of comfort provided by the facilities and management practices in different farms, a difference of 33 points was found between farms with the best characteristics (6 points) and the worst (39 points). The study found that in farms with higher scores, the quality of the bedding material, maintenance, and cleanliness were higher, resulting in less dirt on the cows. On the contrary, farms with lower scores had poor hygiene in the legs and udders, a lower heat detection rate, and lower milk production. Cleanliness of resting areas and corridors was associated with a lower incidence of hoof diseases and lower incidence of mastitis.

The small dimensions of the cubicles and the high density of animals observed in most of the evaluated farms resulted in a high incidence of lameness. Therefore, most of the farms did not meet the lameness scoring objective established by other authors, indicating that farmers in this region pay little attention to this aspect.

The high prevalence of lameness led us to conduct a detailed study on this issue. The results obtained indicated that 19.3 % of the cows were lame. The factors that most influenced the number of cows with a locomotion score of 1 (healthy) were: slippery floors, a withdrawal

distance less than 75 cm, and injuries in the extremities. Thus, one of the main causes of the high incidence of lameness in this region would be the frequent presence of slippery floors in the corridors.

Despite what other authors indicate, we did not observe significant effects on the lameness rate of other factors such as high stocking density, concrete floors, or the accumulation of dirt, although between 25% and 75% of the farms did not meet the standards established for these parameters.

The conclusion of this study is that most of the evaluated farms have good animal management and adequate facility maintenance, although they show certain design deficiencies. Farms that showed more deficiencies also had lower hygiene scores, a lower heat detection rate, and lower milk production. The prevalence of lameness was very high, with the main risk factors for the appearance of lameness and its severity being the presence of slippery floors, a withdrawal distance less than 75 cm, and injuries in the hooves.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ACTH: Hormona adrenocorticotropa

BEN: Balance enerxético negativo

CC: Condición corporal

CH₄: Metano

CO₂: Dióxido de carbono

CRH: Hormona liberadora de hormona adrenocorticotropa

DIM: Días en leite

NEFAs: Ácidos graxos non esterificados

NH₃: Amoníaco

OIE: Organización Mundial de Sanidade Animal

SCC: Células somáticas

ÍNDICE

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN XERAL.....	7
1.- A importancia do benestar animal.....	10
2.- Aspectos biolóxicos.....	12
2.1.- Estrés.....	12
2.2.- Condición corporal.....	15
2.3.- Locomoción.....	16
2.4.- Limpeza.....	22
2.5.- Lesións.....	26
2.6.- Saúde dos animais.....	26
2.7.- Producción.....	28
2.8.- Estado afectivo ou emocional.....	29
2.9.- Hábitos naturais de vida.....	32
2.9.1.- Área de descanso.....	39
2.9.2.- Área de pisos.....	48
2.9.3.- Área de alimentación.....	50
2.9.4.- Área de muxidura.....	53
2.9.5.- Área de ventilación.....	57
CAPÍTULO 2.- OBTETIVOS.....	63
CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS XERAL.....	67

1.- Granxas.....	69
2.- Recompilación de datos.....	70
2.1.- Datos obtidos da observación dos animais.....	70
2.2.- Datos obtidos da observación das instalacións.....	72
2.3.- Parámetros reprodutivos.....	75
2.4.- Parámetros produtivos.....	75
3.- Análise estadística.....	75
CAPÍTULO 4.- RESULTADOS E DISCUSIÓN.....	79
1.- ARTIGO I: Relación entre a calidade das instalacións, os indicadores de benestar animal e o desempeño reprodutivo e produtivo en gandeirías de leite no noroeste de España.....	81
2.- ARTIGO II: Avaliación das granxas do Noroeste de España: Principais debilidades e fortalezas das instalacións.....	107
3.- ARTIGO III: As coxeiras no gando de leite no noroeste de España: prevalencia e factores de risco a nivel de rabaño.....	117
CAPÍTULO 5.- DISCUSIÓN XERAL.....	137
CAPÍTULO 6.- CONCLUSIÓNS XERAIS.....	147
CAPÍTULO 7.- BIBLIOGRAFÍA XERAL.....	151
CAPÍTULO 8.- CONFLICTO DE INTERESES.....	187
CAPÍTULO 9.- ANEXO.....	191
9.1.- ORIXINAL CAPÍTULO I PUBLICADO	
9.2.- ORIXINAL CAPÍTULO II PUBLICADO	

ÍNDICE DE GRÁFICAS E TÁBOAS

Gráficas:	Pag.
Gráfica III.1.- Representación gráfica das porcentaxes de vacas con puntuación 1, 2 e 3 a 5 en función da explotación.....	122
Gráfica III.2.- Distribución das explotacións en función das puntuacións de locomoción.....	124
Gráfico III.3.- Puntuación da coxeira (expresada en %) en relación coa presenza ou non de pisos esvaradíos.....	125
Gráfico III.4.- Puntuacións das coxeiras (expresada en %) en relación coa distancia de retirada.....	126
Táboas:	Pag.
Táboa 1.- Puntuacións dos indicadores de benestar animal.....	71
Táboa 2.- Parámetros cuantificados relativos ao deseño das instalacións nas granxas avaliadas.....	72
Táboa I.1.- Obxectivos a cumprir (puntuación cero) para os diferentes parámetros baseados nas instalacións das granxas avaliadas.....	87
Táboa I.2.- Puntuacións dos indicadores de benestar animal.....	92
Táboa I.3.- Distribución (N, %), tamaño medio (número de vacas en lactación), nº de partos e proporción de granxas con acceso ao exterior, dentro dos grupos de explotacións establecidos en función das puntuacións nas instalacións consideradas.....	93
Táboa I.4.- Indicadores de benestar animal, medidas reprodutivas e produtivas (medias $\pm$ sd) nos cinco grupos de granxas.....	94
Táboa I.5.- Proporcións (expresadas coma porcentaxe) das granxas con mellores e peores puntuacións que cumprían cos obxectivos establecidos para as diferentes medidas avaliadas nas instalacións.....	96

Táboa II.1.- Proporci3ns dos principais erros e fortalezas (expresadas en porcentaxes) observadas nas explotacións do noroeste de Espa3a.....	113
Táboa III.1.- Resultados da an3lise descritiva das puntuaci3ns de locomoci3n...	122
Táboa III.2.- Resultados da an3lise de regresi3n lineal m3ltiple na que se aval3an as 3reas que infl3en na porcentaxe de vacas con puntuaci3n de locomoci3n 1 (vacas sans). R^2 Axustada : 0,137.....	123
Táboa III.3.- Resultados da an3lise de regresi3n lineal m3ltiple na que se aval3an os par3metros que infl3en na porcentaxe de vacas con puntuaci3n de locomoci3n 1 (vacas sans). R^2 Axustada : 0,145.....	123

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

O sector leiteiro é estratéxico en Galicia e un importante motor da economía rural. A provincia de Lugo ten una enorme tradición gandeira, e en particular leiteira. A pesar do peche de explotacións que se ten producido nas últimas décadas, na actualidade Galicia conta con 344.926 vacas de leite das 844.144 vacas leiteiras rexistradas en España, o que supón o 39% do censo nacional e o 33% das explotacións leiteiras, e a provincia de Lugo rexistra 161.358 vacas de leite (19,2%), agrupadas en 4.626 explotacións, sendo a provincia de España con maior número de vacas de orientación leiteira, o que nos dá idea da importancia do sector na provincia e a súa contribución ao emprego e á fixación de poboación no medio rural.

O sector leiteiro atravesará una situación crítica diante dun novo escenario da PAC, nun contexto de liberalización da produción, baixos prezos do leite en orixe e falta de acordo entre os diferentes chanzos da cadea do leite para fixar prezos xustos, o que se traduce no grave deterioro do tecido produtivo das comarcas rurais. A esta crecente presión para conseguir que a produción sexa máis eficiente únese a necesidade de facela máis sostible para reducir o seu impacto no cambio climático e, ao mesmo tempo, unha maior preocupación social polo benestar dos animais de produción.

Neste momento os gandeiros enfróntanse ao problema de ser eficientes e competitivos, mellorando o benestar animal e a seguridade alimentaria e reducindo o uso de medicamentos, especialmente antibióticos, e o impacto ambiental. Afortunadamente o benestar animal inflúe sobre a produtividade dos animais, que á súa vez condiciona a competitividade e rendibilidade das explotacións. Nos últimos 50 anos o principal obxectivo foi incrementar a produción a través da mellora xenética e un mellor manexo dos animais, incrementando os beneficios e reducindo custes (Krug et al., 2015). Malia isto, a preocupación polas condicións ás que son sometidos os animais destinados á produción de alimentos aumentou entre os cidadáns da Unión Europea, ata tal punto que o benestar animal e a sostibilidade son dous aspectos que os consumidores están a ter en conta (Eurobarómetro, 2016).

A Comisión Europea e os diferentes gobernos desenvolveron un marco normativo, para garantir a protección dos animais que se destinan ao consumo humano e plasmouse na lexislación no 1974 que representou unha maior esixencia polo benestar animal. Entre os anos 2004 e 2009 financiou un ambicioso proxecto de investigación denominado Welfare Quality®, que integra o benestar dos animais de granxa na cadea de calidade alimentaria. Dito proxecto tiña como obxectivos dar resposta á preocupación social e as esixencias do mercado cara o desenvolvemento de sistemas de supervisión nas granxas, sistemas de información do produto e estratexias prácticas específicas de cada especie, para mellorar o benestar animal.

No ano 2009, a UE adoptou a Nova Estratexia de Benestar Animal 2012-15, plasmada no Tratado de Lisboa, para mellorar as bases do benestar animal e a competitividade dos produtos agroalimentarios. Esta nova estratexia propón simplificar a lexislación en materia de benestar animal para facilitar a súa aplicación, mellorar a formación das persoas traballadoras do sector gandeiro e de orientar as inspeccións para facilitar a avaliación do trato que reciben os animais.

En 2013 Organización Mundial de Sanidade Animal (OIE), como entidade intergubernamental, asumiu o liderado no ámbito do benestar animal, e desenvolveu o Programa AWF como ferramenta para ditar normas, integrando o benestar animal na calidade alimentaria, tendo en conta que a calidade dos alimentos non vén unicamente determinada pola súa natureza ou a seguridade do produto final, senón tamén polas condicións de benestar animal, que inciden sobre a calidade do produto e permiten incrementar a resistencia as enfermidades e garantir a seguridade alimentaria.

Na actualidade a UE trata de desenvolver un novo marco normativo mais simplificado, que permita dispoñer de ferramentas para garantir o seu cumprimento nos Estados membros, proporcione información axeitada aos consumidores e integre as políticas de benestar animal dentro das políticas da PAC (pagos directos condicionados, programas de desenvolvemento rural, políticas de calidade alimentaria e da agricultura ecolóxica).

A normativa que afecta á cría, transporte e sacrificio dos animais, xera nos gandeiros unha maior presión, posto que a perciben coma algo que incrementa os custes de produción, nunha situación nas que as súas marxes comerciais son moi escasas. Se ben , os beneficios económicos acadados ao dar prioridade ao benestar animal son directos, tanto para os propios gandeiros coma para a sociedade, e indirectos. Os beneficios foron resumidos por Dawkins (2017) nos seguintes: (1) redución da mortalidade; (2) mellora da saúde; (3) mellora da calidade das producións; (4) maior resistencia ás enfermidades e redución do uso de fármacos; (5) menor risco de zoonoses e de enfermidades de orixe alimentaria; (6) maior satisfacción do gandeiro co seu traballo e a súa responsabilidade social corporativa e (7) posibilidade de esixir un maior prezo aos consumidores.

Todos estos argumentos económicos reforzan os éticos aplicados para mellorar e garantir o benestar dos animais.

1.- A IMPORTANCIA DO BENESTAR ANIMAL

A opinión relativa ao benestar animal evolucionou ao longo da historia pasando da indiferenza á preocupación. Na filosofía occidental antiga, Aristóteles argumentaba que os

animais carecían do status moral xa que non dispoñían da capacidade de razoar, e isto continuou durante a perspectiva Cartesiana, considerando aos animais como simples autómatas que carecían de capacidade mental (Regan y Singer, 1976). Malia, todo cambiou dende a década dos 60 despois da publicación do libro “Animal Machines” (Harrison, 1964) no que se describían detalladamente as prácticas de manexo ás que eran sometidas las galiñas poñedoras, os polos de engorde e os tenreiros de cebo. Isto xera na sociedade británica unha forte reacción contraria a estas prácticas e motivou a elaboración dun informe titulado “Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems” (Brambell, 1965). Este informe sinalaba que se debe garantir que os animais teñan a liberdade de “erguerse, deitarse, xirar a seu redor e estirar as súas extremidades” e serviu de base para establecer as cinco liberdades propostas posteriormente polo Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1992).

Ao principio o benestar animal asociábase unicamente coa saúde e a capacidade produtiva. Con posterioridade comezaron a considerarse tamén as sensacións percibidas polos animais.

O benestar animal foi definido coma a ausencia de sufrimento (Duncan, 1996), coma un estado que procura acadar un equilibrio entre o individuo e o seu ambiente (Fraser e Broom, 1997) ou, cunha perspectiva mais ampla, a medida do grao de adaptación dos animais ao seu ambiente. (Broom 1986; 2003), considerándose unha situación de benestar cando o animal consegue adaptarse de xeito doado sen que lle supoña ningún custo biolóxico. Malia, o concepto actual é máis amplo, xa que non só se considera benestar a ausencia de situacións negativas ou a capacidade de adaptarse ás mesmas, senón que ten en conta tamén situacións que resultan positivas para os animais (Yeates e Main, 2008)

O Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1992) - Consello do benestar dos animais de Granxa do Reino Unido - sinalou as 5 liberdades que se deben respectar para garantir o benestar animal: axeitada nutrición (ausencia de fame e sede prolongada) e axeitada sanidade (ausencia de enfermidades e lesións), ausencia de dor, medo ou estrés, un entorno axeitado que ofrezca confort durante o descanso, confort térmico e físico e que garanta facilidade de movementos e, permitir expresar o comportamento natural (comportamento social e outros comportamentos, boa relación home-animal, e ausencia de medo). As catro primeiras condicións consideran aos animais suxeitos pasivos respecto ao ambiente e soamente a última, e de forma parcial, os considera activos. Estas 5 liberdades están formuladas dende un punto de vista antropocéntrico, xa que supoñen que todas as necesidades dos animais deben ser satisfeitas polo ser humano. Malia, os animais no son suxeitos pasivos polo que participan na procura do seu propio benestar. Por iso, para acadar o seu benestar deberemos facilitarlles a capacidade de responder e adaptarse a situacións favorables e desfavorables

despregando as súas capacidades emocionais e o seu comportamento. Así, o concepto inicial de benestar foi reformulado e na actualidade considérase que o benestar animal depende da liberdade para reaccionar de forma apropiada e axeitada : á fame, á sede, aos alimentos inadecuados, ás incomodidades físicas ou térmicas, ás lesións ou enfermidades, ao medo e ao estrés crónico e, polo tanto, á capacidade para despegar os patróns de comportamento típicos da especie e adaptarse aos cambios nas condicións de vida (Ohl e van der Staay, 2012).

Existen diferentes enfoques para avaliar o benestar dos animais: aspectos biolóxicos (saúde, reprodución, produción), a naturalidade da vida (capacidade para despegar os patróns de comportamento típicos da especie) e os estados afectivos (dor, sufrimento, medo) (Von Keyserlingk et al., 2009).

2.- ASPECTOS BIOLÓXICOS

O enfoque biolóxico avalía o benestar físico do animal considerando aspectos tales coma a saúde (ausencia de enfermidades e lesións), o crecemento, a capacidade reprodutiva, a produción.

2.1.- Estrés

A resposta biolóxica está moi relacionada coa capacidade de adaptación a situacións adversas, polo que está asociada ao estrés e aos efectos fisiolóxicos que provoca (Duncan e Fraser, 1997). O estrés defínese en bioloxía coma unha resposta orgánica inespecífica a condicións ambientais adversas. Cando estas condicións son intensas e duradeiras, provocan estrés crónico que afecta negativamente á produción, ao crecemento, á reprodución e á funcionalidade do sistema inmunitario (Broom e Jhonson, 1993). O Síndrome Xeral de Adaptación é o conxunto de cambios que preparan ao organismo para, nunha primeira fase, contrarrestar os efectos dos axentes estresantes, e para desenvolver mecanismos adaptativos nun segundo nivel (Selye, 1946).

As sinais desencadeantes do estrés transmitense a diferentes partes do sistema nervioso central: tálamo, hipotálamo e corteza e activan as vías aferentes: sistema nervioso autónomo e o sistema neuroendocrino. O primeiro está constituído polo eixo simpático-médula adrenal (SMA) (Wong e Tank, 2007) e o segundo polo eixo hipotálamo-hipófese-adrenais (HHA) (Mormède et al., 2007). Ambos eixos están ligados a través das β -endorfinas (Chen et al., 2015).

Os cambios inducidos polo estrés provocan diversas desordes hormonais que poden ter

efectos negativos sobre o rendemento dos animais da granxa, afectan aos aparellos dixestivo, reprodutor e locomotor (Walker et al., 2008) e ao sistema inmunitario, repercutindo negativamente na produción de maneira directa e indirecta (Manteca, 2006).

O SMA intervén na resposta aguda ao estres, mentres que o HHA intervén tanto na resposta aguda coma na crónica (Kumar, 2012). Na resposta aguda secretáanse catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) que disparan unha brusca resposta mediante o incremento da frecuencia cardíaca e respiratoria, aumento da presión sanguínea e descenso da actividade gastrointestinal (Aisch et al., 2007). Ademais, aumentan o metabolismo da glucosa e dos lípidos e modifican a secreción de citoquinas no sistema inmunitario (Chen et al., 2015). As catecolaminas inhiben a excreción do leite, situación que se normaliza cando os animais se adaptan ao novo entorno (Bruckmaier, 2005) e pode revertirse coa administración de pequenas doses de oxitocina (Bruckmaier e Blum, 1998).

Cando os mecanismos despregados son incapaces de resolver a situación actívase o eixo HHA a través da secreción de CRH e vasopresina, que activan a secreción hipofisaria de ACTH (Minton, 1994). A ACTH estimula a liberación de glucocorticoides, especialmente cortisol, na corteza adrenal que é transportado aos diferentes tecidos nos que provoca efectos moi diversos (Collier et al., 2017).

As diferentes hormonas secretadas pola activación do eixo HHA inhiben a secreción de GnRH (Dobson et al., 2000), reducen a secreción de LH e de esteroides gonadais e a sensibilidade aos mesmos dos tecidos, o que altera a fisioloxía e o comportamento reprodutivo.

Os glucocorticoides poden influír sobre a resposta inmunitaria innata e a adaptativa, inducendo a secreción de citoquinas proinflamatorias e de proteínas de fase aguda (Cooke e Bohnhert, 2011). Cando o estrés persiste e non pode ser controlado pola acción do eixo HHA prodúcense consecuencias negativas que afectan ao sistema inmunitario, á reprodución e ao benestar dos animais.

Existen numerosos indicadores que poden ser de utilidade na avaliación do nivel de estrés, e polo tanto do benestar animal: indicadores baseados en cambios fisiolóxicos, en cambios do comportamento e nos biomarcadores.

Os principais cambios na fisioloxía asociados ao estrés afectan á temperatura, frecuencias cardíaca e respiratoria e á presenza de lesións ou feridas. O estrés afecta á funcionalidade do sistema inmunitario aumentando a morbilidade e mortalidade por enfermidades infecciosas (Chen et al., 2015).

Os indicadores baseados no comportamento consideran a facilidade de manexo (Heamshaw et al., 1979), velocidade de fuxida, resposta na manga de manexo, inxesta de alimentos, tempo de repouso.

Os estados de estrés ou distrés poden ser avaliados cuantitativamente a través de diferentes variables sanguíneas de tipo hormonal ou metabólico.

O estrés induce a activación dos eixos simpático adrenal e hipófise-adrenal, desencadeando unha serie de respostas á liberación de hormonas da corteza adrenal (Selye, 1946). A activación do eixo simpático adrenal produce a secreción de catecolaminas na medula adrenal e de corticoesteroides na corteza. A estimulación do eixo hipotálamo-hipofisario estimula a liberación hipotalámica de CRH, estimulando a produción de endorfinas e de ACTH, que estimula a liberación de glucocorticoides (cortisol e cortisona) ao fluxo sanguíneo, que regulan a biosíntese de catecolaminas que favorecen tamén a liberación de ACTH, estimulada tamén polo factor liberador de corticotrofina, o péptido intestinal vasoactivo e a arginina-vasopresina e é inhibida pola somatostatina.

Todos estes axentes actúan de forma conxunta e determinan unha complexa resposta fisiolóxica aos indutores do estrés (Axelrod e Reisine, 1984).

Os indicadores sanguíneos mais comunmente utilizados para cuantificar o estrés son: adrenalina, noradrenalina, Factor liberador de corticotropina, cortisol, prolactina; algúns metabolitos coma a glucosa, ácidos graxos libres, β -hidroxibutirato, CK e diferentes constantes vitais coma a temperatura corporal, a frecuencia cardíaca e respiratoria, o hematocrito e a relación neutrófilos/ linfocitos (Tadich et al., 2003). Estas variables foron utilizadas para medir o estrés causado polo transporte ou o manexo das especies bovina e ovina (Crookshank et al., 1979; Mitchell et al., 1988, Tadich et al., 2000). O cortisol potencia a hiperglucemia promovendo a nivel periférico o catabolismo proteico e lipídico e a nivel hepático aumentando a gluconeoxénese e a glucogenoxénese.

O cortisol atópase no torrente sanguíneo coma unha molécula libre ou unido a proteínas plasmáticas, pero só o primeiro é biolóxicamente activo (McDonald, 1989). A súa vida media é inferior a 2 horas, degradándose nos hepatocitos e en pequena proporción nos riles, excretándose un 75% pola urina e o 25 % a través das feces (McDonald, 1989). A concentración de cortisol pode incrementarse como resposta a determinadas prácticas de manexo (inseminación artificial, a vaxinoscopia, cambios de aloxamento, cambios no sistema de muxidura) ou polo celo (Weltzniz et al., 2001), atopándose un aumento significativo 15 minutos despois da muxidura, e diversos estudos (Fox et al., 1981; Termeulen et al., 1981; Verkerk et al., 1998) amosan unha correlación positiva entre as concentracións de cortisol en

leite e plasma, de xeito que os niveis de cortisol en leite, xa sexa de forma individual ou en tanque, poden utilizarse como índice para avaliar o nivel de benestar nunha granxa (Lagger et al., 2004), malia os niveis de cortisol teñen cambios ao longo do día, diminuindo na tardiña e durante a noite (Wagner e Oxenreider, 1972; Verkerk et al., 1998).

Recentemente estanse a utilizar os niveis de haptoglobina, unha proteína de fase aguda, como indicador de enfermidades no gando bovino e de estrés en porcos. A haptoglobina é un indicador da presenza de enfermidades mais preciso e precoz cas células da serie branca (Horadagoda et al., 1999; Humblet et al., 2002), aumentando significativamente en vacas de leite con coxeiras inflamatorias (Tejeda, 2006).

2.2.- Condición corporal

A condición corporal (CC) indica o estado nutricional do animal e é un indicador da cantidade e calidade da ración subministrada, da súa composición e da facilidade de acceso ao alimento. É considerada por moitos autores coma un bo predictor da saúde dos animais, da capacidade produtiva e reprodutiva e do benestar (Waltner et al., 1993; Hady et al., 1994).

A condición corporal é reflexo das reservas de graxa que posúe o animal, que poderá mobilizar nos períodos nos que a inxesta de alimentos sexa insuficiente para compensar as necesidades enerxéticas (Edmondson et al., 1989). As vacas de alta produción láctea sofren un fenómeno coñecido como balance enerxético negativo (BEN) durante o posparto temperá (Goff e Horst, 1997), provocado polo incremento da demanda enerxética non compensado pola inxestión de alimento. Unha parte importante dos animais conseguen recuperarse durante o posparto polo que Jorritsma et al. (2003) suxeriron empregar o termo “adaptación ao BEN” para diferenciar as vacas en situación de risco. A condición corporal ou os cambios na mesma utilízanse coma ferramenta de xestión para cuantificar a adaptación ao BEN (Maltz, 1997; Coffey et al., 2001).

As vacas mobilizan as reservas de graxa corporal durante o BEN, incrementándose os niveis sanguíneos de NEFAs (Ácidos graxos non esterificados), que son metabolizados no fígado formando corpos cetónicos (Whathes et al., 2003) ou almacenados en forma de triglicéridos provocando fígado graxo (van Knegsel et al., 2005). Esta situación refléxase pola perda de condición corporal acompañada por unha perda de peso.

Outras situacións causantes de perda de condición corporal son: a dificultade de acceso ao alimento, a deficiente ubicación dos comedeiros, alteracións orgánicas que impidan a apreensión ou a inxesta do alimento, as coxeiras e as enfermidades metabólicas.

A avaliación da condición corporal faise de forma subxectiva e clasifícase en graos correspondentes a unha escala que vai do 1 ao 5, sendo 1 un animal moi fraco e 5 un animal obeso (Edmondson et al., 1989). As rexións do corpo do animal que se observan son as apófises vertebrais espiñosas e as apófises vertebrais transversas, a base do rabo, as costelas e a punta da cadeira.

Contreras (1998) sinala que as vacas deberán chegar ao parto cunha CC de 3,0-3,5 e que a diminución durante os primeiros 70 días do posparto non deberá ser superior a un punto, sendo o ideal de 0,5 puntos. A recuperación das reservas enerxéticas deberá comezar aos 80-90 días posparto.

Nos animais con baixa CC a produción de leite diminúe, increméntase a incidencia de certas enfermidades metabólicas e altérase a funcionalidade ovárica: retrásase a aparición do primeiro celo (Monsalve, 1993), redúcese a expresión dos signos de celo, dificultando a súa detección (López-Gatius et al., 2002) e retrásase a formación do primeiro corpo lúteo (Royal et al., 2002). Ademais, as vacas teñen menores taxas de preñez e presentan maior incidencia de endometrite nos primeiros 20 días posparto (Waltner et al., 1993).

As perdas de CC no período parto-primeira inseminación afectan negativamente á probabilidade de concepción (Gillund et al., 2001; Buckley et al., 2003). Isto reduce a eficiencia reprodutiva alongando os intervalos parto-xestación (Suriyasathaporn et al., 1998; Gillund et al., 2001) e o intervalo entre partos (Pryce et al., 2000).

Polo tanto a evolución da CC entre os días 40 e 60 posparto é un bo indicador do comportamento dos parámetros utilizados para medir o rendemento reprodutivo (Buckley et al., 2003).

Os animais que presentan unha CC moi alta no momento do parto son menos propensas ao anestro (Markusfeld et al., 1997), pero teñen un elevado risco de padecer problemas durante o posparto: redución do consumo de materia seca ao comezo da lactación, enfermidades metabólicas, diminución da produción de leite, o que se traduce nun deterioro do benestar.

2.3.- Locomoción

A alteración da locomoción, a coxeira, é un problema moi frecuente nas granxas leiteiras, ata o punto de que algúns autores indican que o 20% das vacas en estabulación libre estarán coxas nalgún momento da súa vida (Cook, 2003; Espejo et al., 2006). Estas alteracións representan a terceira causa de perdas económicas, despois da infertilidade e a mamite, e na actualidade recoñécese coma un indicador de pobre benestar nos rabaños leiteiros

(Saavedra, 2008). A incomodidade e a dor asociadas ás coxeiras repercuten negativamente na alimentación, no descanso e no desprazamento dos animais. As vacas coxas permanecen máis tempo deitadas nos cubículos, ocupan menos tempo en comer e non acadan unha interacción eficaz co ambiente (Warnick et al., 2001).

A coxeira ou claudicación defínese coma a imposibilidade de soportar a carga sobre un membro relacionada coa dor do sistema músculo-esquelético que dificulta ou impide a marcha (Radostits et al., 2002). O animal ten dificultade para dar a volta, realiza movementos compensatorios coa cabeza, altera o aplomo dos membros, presenta asimetría ao andar e nos casos de maior gravidade non pode erguerse ou deitarse (Laggar, 2006).

As coxeiras son afeccións de orixe multifactorial, sendo mais frecuentes a medida que se intensifica a produción leiteira (Acuña, 2002) debido a que dependen de numerosos factores: deseño das instalacións, alimentación, medio ambiente, procesos infecciosos e xenética. A maioría destes problemas asóciase co deseño da construción e a deficiente manutención da mesma (Fraser e Broom, 1997). O estrés térmico modifica o comportamento das vacas, aumentando a porcentaxe de vacas que permanecen de pé (Shultz, 1984), o que incrementa o risco de laminite e lesións no casco (Overton et al., 2002). Nas coxeiras inflúen algúns factores intrínsecos: o momento da lactación (Knight, 2001; Green et al., 2002), a presenza de patoloxías previas, o número de partos (Pötsch et al., 2003) e as características xenéticas (Boettcher et al., 1998; Koenig et al., 2005). Os animais de alta produción son mais propensos a padecer coxeiras (Amory et al., 2008; Archer et al., 2010; Barkema et al., 1994; Bicalho et al., 2008; Green et al., 2002; Hultgren et al., 2004; Sogstad et al., 2007). O elevado consumo de enerxía necesario para manter a alta produción predispón á vaca a sufrir trastornos metabólicos o que supón un maior risco de coxeiras (Mitev et al., 2012).

Diversos estudos epidemiolóxicos comprobaron que as vacas de primeiro parto tiñan mais probabilidade de padecer dematite interdixital xa que sofren cambios drásticos na nutrición, o metabolismo e o medio ambiente (Brizzi, 1993; Rodríguez-Lainz et al., 1996) e que o risco de padecer a enfermidade diminuía a medida que aumentaba o número de partos, sendo moi baixo nas vacas secas.

A maioría das coxeiras (54%) orixínanse a partir de lesións nos cascos (Clarkson et al., 1996) e só un 15% por trastornos das extremidades (Radostits e Blook, 1985).

As coxeiras foron clasificadas segundo a súa orixe (Juaristi et al., 2004):

- Metabólica: pododermatite aséptica difusa-laminite, pododermatite séptica - absceso podal ou pododermatite circunscrita - úlcera palmar.

- Infecciosa: flemón interdigital, dermatite dixital ou dermatite interdixital.

- Traumática: hematomas, abscesos, procesos inflamatorios, fracturas e luxacións.

Téñense utilizado varios sistemas para cuantificar a prevalencia das coxeiras mediante a avaliación da posición do corpo e a actitude durante a marcha (Manson y Leaver, 1988; Whay et al., 1997).

Sprecher et al. (1997) desenvolveron un sistema de puntuación baseado nas características da marcha e a postura do lombo utilizando unha escala comprendida entre 1 e 5.

Grao 1: vacas que non presentan coxeira, o lombo está recto e os catro membros están ben aplomados tanto en estación coma no desprazamento

Grao 2: vacas lixeiramente coxas, durante a estación o lombo pode estar recto ou arqueado, e durante a locomoción o lombo arquease e o paso acúrtase ou alóngase.

Grao 3: a vaca que presenta unha coxeira moderada, co lombo arqueado na estación e na locomoción, camiña con pasos curtos e presenta unha coxeira evidente dalgún membro, favorecendo a distribución de forzas entre os outros membros.

Grao 4: animais que permanecen co lombo arqueado e apenas apoian o membro lesionado.

Grao 5: vacas severamente coxas cunha incapacidade extrema, teñen o lombo arqueado e renuncian a apoiar un ou mais membros.

Outros autores estableceron un sistema de avaliación da locomoción outorgando unha puntuación de 0 ás vacas sans e de 4 as vacas que evitan o movemento (Tranter e Morris, 1991).

As técnicas de análise cinemático computerizado e os sistemas automáticos de avaliación da actividade facilitan a identificación das coxeiras, xa que o tamaño do rabaño é un dos principais condicionantes da detección precoz (Song et al., 2008).

Os primeiros determinan a distribución do peso entre as catro extremidades e os segundos cuantifican os tempos de movemento, descanso e estación.

Os datos publicados en relación á prevalencia das coxeiras son moi variables oscilando entre un 9% ata un 46% (Whay et al., 2003; Tadich et al., 2005), existindo grandes variacións entre granxas da mesma rexión (Flor, 2006). A estimación da incidencia do problema depende de

quen realiza a avaliación. Os gandeiros teñen dificultades para observar a presenza de vacas coxas nos rabaños, especialmente nas formas leves (Whay et al., 2003). Así, cando a estimación foi realizada polos produtores a porcentaxe de coxeiras foi do 5,7 %, mentres que cando foi estimada por persoal mais cualificado chegou ao 22,1 % (Whay et al., 2002). Noutro estudo similar realizado nos Estados Unidos o persoal das granxas identificou só o 4,5 % das coxeiras, mentres que os veterinarios identificaron preto do 52 % de vacas con coxeiras de leves a severas (Kopcha et al., 2003).

Existen discrepancias en canto á cifra aceptable de animais coxos nunha explotación. Algúns autores indican que debe considerarse a existencia dun problema cando a porcentaxe de vacas coxas supera o 15% (Acuña et al., 2004), mentres que o Programa de Auditoría de Benestar Animal (AWAP) dos Estados Unidos, considera que a porcentaxe de vacas coxas debe ser inferior do 3%, considerando como vaca coxa a que ten 3 ou mais puntos (Sprecher et al., 1997).

As coxeiras son un problema de saúde importante nas vacas de leite dada a súa alta prevalencia (Clarkson et al., 1996), a asociación coa dor (Clarkson et al., 1996) a predisposición a padecer outras enfermidades (Lucey et al., 1986), as perdas económicas que ocasionan (Whitaker et al., 1983; Enting et al., 1997; Kossabati e Esslemont, 1997) e as consecuencias negativas no benestar animal (Warnick et al., 2001; Zimmerman, 2001; Galindo e Broom, 2002; Green et al., 2003).

As perdas económicas son debidas á diminución da produción de leite (Warnick et al., 2001; Green et al., 2002; Hernández et al., 2002), a perda de peso, a morte do animal ou eliminación prematura (Warnick et al., 2001; Zimmerman, 2001), a diminución do valor para matadoiro (Van Arendonk et al., 1984), a diminución da fertilidade (Lucey et al., 1986; Lee et al., 1989; Sprecher et al., 1997; Hernández et al., 2001; Melendez et al., 2003), os custos dos tratamentos (Shearer, 1998; Acuña et al., 2004).

Existen numerosos estudos que demostran o impacto negativo das coxeiras na produción de leite (Mitev et al., 2011; Green et al., 2010; Rajala-Schultz et al., 1999; Coulon et al., 1996; Gudaj et al., 2012; Yeruham et al., 2000; Pavlenko et al., 2011; Amory et al., 2008; Archer et al., 2010; Green et al., 2002; Onyiro et al., 2008; Bicalho et al., 2008; Faust et al., 2001; Hernández et al., 2002; Juárez et al., 2003). As perdas totais durante a lactación atribuídas as coxeiras oscilan nun rango de entre 270 e 857 kg. (Huxley, 2013). Diversos estudos indican que as perdas de produción comezan antes de que a coxeira sexa diagnosticada e tratada (Amory et al., 2008; Reader et al., 2011) e mantense ata 5 meses despois (Green et al., 2002).

As coxeiras constitúen unha das tres principais causas de eliminación prematura das vacas de

leite, representando un 15% do total (Bargai, 2000) e multiplicando o risco de sacrificio ou morte por 1,45 (Bicalho et al., 2007) óu 8,4 (Sprecher et al., 1997).

As coxeiras retrasan o restablecemento da actividade ovárica posparto nas vacas Holstein (Garbarino et al. 2004), afectan á expresión do celo e a intensidade do mesmo (Hernández et al., 2001; Meléndez et al., 2003; Bahonar et al., 2009) e diminúen a taxa de concepción (Collick et al., 1989). Os efectos das coxeiras sobre o inicio da actividade ovárica poden estar mediados a través da diminución da inxesta de materia seca e o balance enerxético negativo (Reist et al., 2000). Ademais, o nivel de estrés aumenta coas afeccións podais, debido á dor persistente, que perdura incluso despois do tratamento (Whay et al., 2005; Laven et al., 2008). Nestas condicións, as hormonas asociadas ao estrés alteran a secreción de LH provocando alteracións na manifestación dos celos, anovulación con folículos persistentes (Morris et al., 2011) ou quistes ováricos (Mitev et al., 2012) e diminución da secreción de proxesterona. O estrés asociado as coxeiras tamén se relaciona co retraso na involución uterina.

Como sinalamos anteriormente a maioría das coxeiras asóciase ao deseño das instalación e ao mantemento das mesmas. Polo tanto deberemos considerar seis áreas de actuación para reducir a súa incidencia: o confort dos animais, a hixiene, a integración social e física, o fluxo da vaca na granxa, a dieta, e o coidado dos cascos (recorte funcional e aplicación de pediluvios).

O confinamento das vacas por períodos longos e o tempo que diariamente pasan de pé inflúen na presentación de problemas podais (Blowey, 1998), asociándose cunha maior presenza de úlceras na sola e un incremento das lesións nas patas (Singh et al., 1993; Leonard et al., 1994).

A falta de confort das instalacións reduce o tempo de descanso das vacas, o índice de uso dos cubículos e a proporción de vacas que estaba de pé nos mesmos unha hora antes da muxidura relaciónase coa prevalencia das coxeiras. As vacas déitanse mais se a zona de descanso é cómoda, polo que o deseño dos cubículos está relacionado coa aparición de coxeiras (Baggott, 1982; Blowey, 1998). Se as vacas de leite poden elixir entre diferentes zonas de descanso escollen superficies e materiais brandos (Gebremedhin et al., 1985; O'Connell et al., 1992; Herlin, 1997). Se son obrigadas a descansar sobre superficies duras pasan menos tempo deitadas (Natzke et al., 1982; Oertli et al., 1995) e amosan unha redución no número de veces por día que se deitan (Oertli et al., 1995). As vacas prefiren unha cama profunda de area fronte a unha cama con alfombra de goma ou formigón. O tempo de descanso óptimo das vacas é darredor de 11 horas diarias e conséguese no pasto ou con camas de palla.

As dimensións dos cubículos (Leonard et al., 1994, Faull e Hugues, 1996) e a proporción dos

mesmos (Bowell et al., 2003) afectan á locomoción, as puntuacións son peores cando son reducidos e/ou existe sobrepoboación.

O deseño dos pisos é un aspecto crítico debido ao seu efecto sobre o aparato locomotor do gando (Vanegas et al., 2006). Habitualmente empréganse dúas opcións: pisos sólidos e duros con diferentes graos de pendente, e pisos con listóns con diferente anchura e diferentes orientacións. Os pisos con listóns son mais fáciles de limpar, mentres que os de formigón requiren lavados regulares. A maioría das granxas de gando de leite están equipadas con corredores de piso duro que poden afectar negativamente á saúde dos cascos (Russell et al., 1982; Frankena et al., 1991; Albright, 1995). Diversos estudos indican que a dureza, a abrasividade e a presenza de pisos escorregadizos de formigón son factores de risco para as lesións nos cascos e as coxeiras (Bergsten e Frank, 1996; Somers, 2004). Os pisos extremadamente ásperos provocan malestar nas vacas cun andar mais lento, pero os pisos lisos e esvaradíos poden reducir a actividade dos animais e impedir o comportamento natural (Zeeb, 1983). A exposición a un piso abrasivo e húmido favorece o desgaste dos cascos e incrementa a taxa de crecemento (Bonser et al., 2003) e da incidencia de osteoartrite, bursite e laminite (Radostits et al., 1999).

Diversos estudos amosaron que corrais de superficies lisas, pisos irregulares pola erosión da auga, con pedras, desnivelados ou con furados, salas de espera con mais do 2% de pendente ou corredores con mais do 1,5% e pisos con raiados mal feitos son factores predispoñentes de lesións nos cascos (Cook, 2005; Shearer et al., 2005).

A maioría das vacas prefiren camiñar e manterse de pé sobre pisos brandos e suaves tanto en sistemas trabados (Bergsten e Frank, 1996) coma en sistemas de estabulación libre con cubículos (Benz, 2002; Vanegas et al., 2006). Se ben, requírese unha abrasión moderada para evitar o crecemento excesivo dos cascos (Telezhenko, 2007) polo que a combinación de camas de area e corredores con goma considerárase óptima.

A falta de limpeza representa un risco para calquera enfermidade infecciosa e tamén para as coxeiras. Os pisos húmidos con xurro ou auga abrandan o casco, facéndoo mais susceptible a traumatismos, e interrompen a barreira cutánea, favorecendo as lesións asociadas á dermatite interdixital (Blowey e Sharp, 1988; Rodríguez-Lainz et al., 1996).

Outro aspecto a ter en conta á hora de previr as coxeiras son as medidas de bioseguridade, xa que a dermatite dixital pode introducirse no rabaño a través da compra dun animal infectado. Para reducir este risco é preciso unha corentena de dúas semanas, o exame coidadoso dos cascos e a limpeza dos animais novos. As xovencas e as vacas secas requiren unha coidadosa integración no rabaño principal (González et al., 2003; Leonard et al., 1996).

que debe comezar varias semanas antes do parto, permitindo a adaptación gradual ás novas superficies, incrementando o tempo de exposición ao longo de varias semanas.

A introdución de xovencas e vacas secas no rabaño principal modifica a xerarquía social (Boe e Faeverik, 2003) e os animais de menor rango tratan de evitar aos dominantes, permanecendo mais tempo de pé, reducindo o acceso ao comedreiro ou fuxindo o que incrementa o risco de lesións nas patas. O mal deseño dos espazos (corredores cegos ou pasos estreitos, zonas de acceso restrinxidas para o penso ou a auga) agravan o problema, xa que diminúe o fluxo das vacas e provoca situacións de masificación ou colas, conflitos entre animais, movementos bruscos, etc. Estas situacións provocan danos no casco debido á exposición da dermis a elevada presión mecánica local, incrementando a acción negativa das superficies duras e abrasivas (Hinterhofer et al., 2006; Van der Tol, 2002).

Outro dos factores de risco das lesións podáis é a alimentación, especialmente durante o período de transición no que se pasa dunha dieta rica en fibra a outra rica en hidratos de carbono de alta fermentación e en proteínas. Este cambio facilita a aparición de acidose ruminal, de laminite e a conseguinte aparición de coxeiras por úlceras plantares ou abscesos na liña branca (Vermunt, 1990; Blowey, 1998). As deficiencias de minerais, tales coma o zinc ou o cobre, predispoñen á aparición de coxeiras, xa que, xunto coa metionina, son responsables da queratinización dos tecidos (Greenough, 1997). As deficiencias de biotina asóciase co aumento das coxeiras asociadas á alteracións da liña branca (Hedges et al., 2001). A deficiencia de biotina reduce a actividade da piruvato carboxilasa, que se asocia á acidose láctica, (Mock, 1996) e a síntese do cemento intercelular que promove a adhesión do corno ao casco (Koester et al., 2002).

Os protocolos preventivos, recorte funcional de cascos e baños de patas, son básicos para a prevención das coxeiras, permitindo reducir o número de animais afectados nos primeiros 100 días posparto (García et al., 2004) e axuda a previr lesións de orixe infecciosa (Berry et al., 2002; Shearer et al., 2005; Villarroel et al., 2006). Resultan eficaces o formaldehído do 2 ao 5%, o sulfato de cobre do 5 ao 10%, o ácido peracético ao 1% (Roger, 2002) e algúns antibióticos (Hoblet, 2002). Actualmente desaconséllase o uso do sulfato de cobre polo dano que provoca no piso, afectando as plantas e ao cemento do tecido córneo do casco (Shearer, 2006).

2.4.- Limpeza

Ademais das consideracións estéticas o grao de limpeza inflúe na exposición das vacas a microorganismos patóxenos causantes de enfermidades e na calidade e seguridade dos produtos obtidos.

A información bibliográfica obtida en rabaños de produción leiteira estabulados confirma a asociación entre a limpeza dos animais e das instalacións e a incidencia de mamites clínicas e subclínicas (Schreiner e Ruegg, 2003; Reneau et al., 2005) e na calidade do leite (Hutton et al., 1990; Barkema et al., 1999; Ellis et al. 2007).

A sucidade depositada nos flancos e na ubre a miúdo xurde do efecto brocha dos rabos manchados e das salpicaduras de feces líquidas e agrávase cando o esterco se acumula nos cubículos e nos corredores da corte. A limpeza das ubres, dos flancos e das patas está igualmente asociada á consistencia das feces (Ward et al., 2002). As granxas de leite de maior produción administran racións formuladas cun exceso de concentrados (enerxía e proteína) e pobres en fibra. Se ben, a consistencia normal das feces depende de que a cantidade total de proteína bruta non supere o 18% da ración e de que incorpore herba seca, ensilado ou palla de boa calidade.

Hai outros factores intrínsecos que determinan a consistencia das feces: a maior inxestión de auga polos animais de alta produción, que se traduce en feces máis líquidas e máis urina (Bannink et al., 1999); o desequilibrio nutricional das vacas de alta produción paridas recentemente, o que leva á produción de grandes cantidades de feces líquidas.

Entre os factores extrínsecos que afectan á hixiene da vaca podemos sinalar os seguintes: o deseño e a limpeza das instalacións, a xestión do esterco (Magnusson et al., 2008), o tamaño e deseño dos cubículos (Zurbrigg et al., 2005), o tipo de cama e a frecuencia de mantemento (Fulwider et al., 2007; Norring et al., 2008), o número de cubículos e a densidade de poboación.

Existen diferentes opcións para o deseño do piso dos corredores e a súa limpeza: piso con listóns, “flushing”, limpeza manual, limpeza automática.

Os pisos con listóns, frecuentes en Europa, contribúen á mala calidade do aire e altos niveis de amoníaco na corte. O “flushing” e a limpeza manual realízanse habitualmente á hora da muxidura (2 ou 3 veces ao día), malia esta frecuencia non resulta axeitada para manter os corredores limpos, debido á duración da noite. Os sistemas de limpeza automática teñen a vantaxe que manteñen limpas as patas se operan de xeito contínuo e a curta distancia dos animais, isto evita a acumulación de xurro e o efecto “ola” sobre os pés das vacas. A limpeza dos pisos dos corredores depende do tráfico de vacas, atopándose 3,2 veces máis esterco no piso dos corredores ubicados entre os cubículos que no corredor de alimentación (Boxberger e Pfadler, 1982), e da densidade de animais.

O esterco que as vacas levan aos cubículos nos pés depende da limpeza dos pisos dos

corredores (Magnusson et al., 2008) e pódese controlar usando maior cantidade de material de cama ou mediante a súa adición con mais frecuencia, o que contribúe á limpeza da ubre e dos tetos.

O material usado para a cama inflúe na limpeza dos animais e na proliferación de axentes patóxenos. A palla aporta suavidade e illamento térmico (Tuytens, 2005), pero dificulta a limpeza (Ward et al., 2002; Zdanowicz et al., 2004), o serrín fermenta con rapidez e proporciona un hábitat ideal para a proliferación de coliformes, a area é un material inerte e ten boas propiedades de drenaxe, polo que é o material mellor e mais seguro para utilizar na cama. Débese dispor unha capa cunha profundidade superior aos 10 cm e débese rastrexar a superficie diariamente. A desvantaxe deste material é que atasca os desaguadoiros, acumúlase nas fosas do xurro e provoca avarías nas instalacións. Os cubículos con colchón ou alfombras de goma provocan que as vacas pasen mais tempo de pé no seu interior (Tucker e Weary, 2004).

As vacas prefiren a palla sobre a de area pero a limpeza e a saúde dos cascos son mellores coa segunda, o que mellora o benestar (Norrington et al., 2008). A experiencia previa xoga un papel importante sobre a elección do material da cama e as vacas tardan un tempo en acostumarse aos cubículos con cama de area (Norrington et al., 2008).

As dimensións dos cubículos condicionan o confort e o tempo que se debe investir na súa limpeza (Juaristi et al., 2004). Os cubículos de maior tamaño, e especialmente aqueles que permiten ás vacas manterse de pé no interior, posibilitan que as vacas defequen na cama e se luxen co esterco (Tucker et al., 2005; Bernardi et al., 2009; Fregonesi et al., 2009), aínda que é posible que se luxen simplemente porque os utilizan mais (Gaworski et al., 2003). As vacas pasan mais tempo de pé nos cubículos cando os pisos dos corredores e dos corrais son mais incómodos (Stefanowska et al. 2001). Unha vaca Holstein necesita alomenos un cubículo de 2,4 m de largo para evitar o risco de salpicaduras co xurro do canal co rabo (Hughes, 2000). Ademais, os cubículos deberán ter unha pendente do 3% para favorecer a drenaxe do esterco, o leite e a urina.

Diversos estudos amosan que a presenza e posición da barra de retención provoca cambios no comportamento das vacas o que inflúe na sucidade dos cubículos. Os cubículos con barra de retención teñen camas mais limpas e as vacas presentan unha menor incidencia de lesións e erosións nos cascos (Bergsten e Pettersson, 1992) ao impedir que os usen para manterse de pé. Algúns autores recomendan evitar as barras de retención de xeito que as vacas poidan utilizar os cubículos secos e cómodos para manterse de pé, aínda que isto requira unha limpeza mais frecuente (Turker et al., 2005).

Ao longo dos anos téñense desenvolvido varios sistemas de puntuación da hixiene, pero non todos resultan igualmente prácticos (Cook, 2002; Schreiner e Ruegg, 2003; Reneau et al., 2005). Para que un sistema de puntuación sexa útil deberá valorar a presenza de esterco en diferentes rexións corporais e facilitar a comparación cunhas referencias previas, obtidas no mesmo rabaño ao longo do tempo ou noutros rebaños semellantes. A avaliación periódica da hixiene do rabaño utilizando un sistema obxectivo favorece a toma de conciencia do problema por parte dos gandeiros e permite identificar as fontes de sucidade, que non sempre resultan obvias.

O sistema de puntuación descrito por Cook (2002) establece unha escala de 1 a 4 observando tres zonas principais: a ubre, a perna e, o muslo e o flanco. O valor 1 indica que a zona está limpa ou con pouca ou ningunha mancha de esterco, 2= limpa con só unha lixeira salpicadura de esterco, 3= luxada con distintas placas de esterco demarcadas e 4= luxada con placas de esterco compactas. A puntuación de cada zona é independente para cada vaca e finalmente calcúlase unha puntuación media para o conxunto e para cada grupo de animais, o que permite facer comparacións.

O sistema descrito por Schreiner e Ruegg (2003) valora unicamente a hixiene da ubre e das pernas, establecendo catro categorías: 1, completamente limpas; 2, con pouca sucidade; 3, cubertas por sucidade na súa maioría; 4, completamente cubertas por sucidade apelmazada. A aplicación deste sistema amosaba que nas explotacións onde a porcentaxe de vacas con puntuación 3 e 4 superaba o 22% existía falta de hixiene da ubre e tiñan 1,5 veces mais probabilidades de ser infectadas por un patóxeno, que nas explotacións onde as vacas tiñan puntuacións 1 e 2 (Schreiner e Ruegg, 2003). O estudo amosaba unha feble asociación entre a hixiene das pernas e a prevalencia de patóxenos na ubre.

O sistema deseñado por Reneau et al. (2005) é bastante mais complexo, xa que valora o grao de sucidade en 5 áreas e establece unha escala de 5 puntos, pero as puntuacións atribuídas a cada área dannos mais información respecto da orixe da contaminación. Pernas luxadas indican salpicaduras do xurro dos corredores, rabo luxado suxire feces pouco consistentes ou xurro acumulado nos corredores, cando estean luxados os flancos reflexan sucidade nas camas e/ou no rabo. A ubre e os tetos están expostos a todas estas fontes de sucidade, xa sexa cando as vacas se deitan directamente sobre zonas con esterco e a contaminación se transfire directamente á ubre ou cando os pés ou as pernas manchadas transfiren esterco á ubre no momento no que a vaca se deita (Abe, 1999). Cando as vacas camiñan por zonas nas que hai esterco acumulado, o xurro salpica directamente a ubre e/ou o rabo manchado transfire o esterco á ubre e aos flancos (Abe, 1999). O patrón de distribución da sucidade difire en función do tipo de aloxamento. Nos sistemas de estabulación libre con cubículos as

vacas teñen puntuacións mais altas nas pernas pola falta de hixiene dos corredores. Os animais que se deitan nos corredores terán puntuacións mais altas nos flancos e na ubre e as xovencas, que se atravesan nos cubículos, amosarán puntuacións superiores nos flancos e nas pernas.

Nos sistemas de estabulación trabados as vacas teñen habitualmente as pernas relativamente limpas, pero as puntuacións de hixiene dos flancos son peores, xa que se deitan no esterco que se acumula na parte traseira da praza.

As vacas aloxadas en zonas húmidas e enlodadas teñen as pernas manchadas de andar pola lama e os flancos están cubertos de lama de deitarse no chan.

A falta de limpeza afecta á saúde do rabaño incrementando a incidencia de mamite e coxeiras. As vacas son mais propensas a padecer enfermidades infecciosas dos cascos: necrobacilose interdixital, erosión do corno do talón e dermatite interdixital (Cook, 2002; Rodríguez- Lainz et al., 1996).

A taxa de novas infeccións intramamarias está relacionado co número de bacterias as que están expostas as puntas dos tetos (Pankey, 1989). As principais fontes de coliformes e estreptococos ambientais (*S. uberis*, *S. dysagalactiae*, *Enterococcus* spp) son o esterco e o material da cama, polo que a puntuación da limpeza proporciona unha clara evidencia da exposición as potenciais fontes de contaminación. As prácticas de hixiene mais estritas reducen a incidencia de mamite clínica (Peeler et al., 2000) e subclínica (Schreiner y Ruegg, 2003).

2.5.- Lesións

O deseño e mantemento das cortes das vacas de leite deben evitar o risco de lesións nos animais, malia que isto pareza obvio algunhas instalacións non cumpren estes requisitos e as lesións son comúns. As lesións mais habituais son peladuras, inchazóns, feridas ou áreas dolorosas ao contacto. Xeralmente son o resultado da exposición prolongada a unha superficie abrasiva ou pola presenza de obstáculos saíntes, mal uso dos sistemas de suxeición ou agresións duns animais cara outros.

As lesións nas abeacas son comúns nos sistemas de estabulación con cubículos e asóciase coa dimensión dos mesmos, o material da cama, a altura da barra de retención, así coma con outros factores coma o tamaño da vaca. O uso de formigón sen unha superficie de amortecemento provoca traumatismos nas zonas de pouca musculatura e abrasións nas abeacas e nos cóbados (Hughes, 2001) e está correlacionada de forma positiva coas coxeiras

(Whay et al., 2003). As vacas que dispoñen de camas de area teñen menos lesións nas abeacas que as que utilizan colchóns ou serrín (Vokey et al., 2001)

A existencia de determinadas patoloxías que incrementan o tempo que pasa a vaca deitada ou dificultan o cambio de postura favorecen as lesións das abeacas.

Existen sistemas obxectivos para avaliar as lesións das abeacas atendendo á inchazón e as peladuras (Cornell Cooperative Extension) que utiliza unha escala de 1 a 3 (1 abeacas sen inchazón nin peladuras, 2 abeacas sen inchazón pero con peladuras e 3 abeacas con inchazón e/ou unha lesión evidente na pel). O obxectivo é que menos do 5% dos animais presenten lesións e $\leq 2\%$ as teñan na pel.

2.6.- Saúde dos animais

O mantemento da saúde do rabaño é condición indispensable para garantir o benestar. O estado de saúde caracterízase polo pleno e normal funcionamento do organismo, a ausencia de dor e afectacións emocionais.

Unha vaca emite continuamente sinais do seu estado e da súa saúde a través do seu comportamento, actitude, linguaxe corporal e condición corporal, que poden utilizarse para optimizar o confort e a produtividade da granxa.

Unha vaca saudable amósase forte e alerta, coa pel brillante e o estómago cheo e ten unha marcha e un comportamento natural. Unha marcha anormal, co lombo curvado pode indicar problemas podais ou dixestivos. A condición corporal apórtanos información sobre a súa alimentación. A temperatura debe estar entre os 38-39º C e o ritmo respiratorio normal varía entre 10-30 inhalacións por minuto. A ubre debe ter uns tetos flexibles e cunha cor natural.

Unha vaca debe remoer entre 7 e 10 horas diarias, arredor de 40 a 70 veces cada intervalo e menores tempos indican racións mal formuladas. As feces deben ter a consistencia axeitada e nunca deben presentar partículas de alimento sen dixerir. O lado esquerdo do animal debe sobresaír indicando que a panza está chea de alimento e debe mostrar de 10-12 contraccións cada 5 minutos.

A enfermidade defínese coma o proceso que provoca un cambio visible no estado normal ou de saúde do individuo, que afecta de xeito indesexable a unha ou varias función vitais e pode modificar a conduta natural. A enfermidade xeralmente é provocada por causas identificables e adquire signos e síntomas propios que nos permiten diferenciar, clasificar e denominar ditos estados, de xeito que podemos identificar o proceso que está ocorrendo, que características

ten e que medidas debemos aplicar para corrixilo ou previlo.

As enfermidades poden clasificarse en función do axente causal: enfermidades infecciosas (víricas ou bacterianas), parasitarias, tóxicas, metabólicas ou nutricionais, carenciais ou neoplásicas. Outro xeito de clasificalas é atendendo ao órgano ou sistema afectado, sendo as mais frecuentes nas granxas de leite as mamites, as metrites, as diarreas, as enfermidades das extremidades e as metabólicas.

A xestión da explotación deberá incluír programas de vacinación e medidas de control e erradicación de enfermidades, de xestión de animais enfermos ou lesionados, subministro de complementos minerais e vitamínicos e o mantemento dunha correcta hixiene dos pastos, das instalacións e do equipo de muxidura.

A valoración dos recontos de células somáticas no leite permite coñecer a incidencia de mamite.

Ademais é preciso controlar a incidencia de problemas respiratorios, valorar a eficiencia reprodutiva, o estado da pelaxe, as coxeiras, a dieta e as taxas de mortalidade e sacrificio temperá, xunto coas súas causas e distribución por grupos de idade.

As medidas de bioseguridade perseguen a prevención da entrada de novos axentes causantes de enfermidades e a mellora da sanidade animal. Os compoñentes dun plan de bioseguridade son diversos e abranguen un manexo global da explotación, os programas de descontaminación, a distribución da explotación. O plan integral de bioseguridade depende das características de cada granxa e debe comprender alomenos tres puntos críticos: o control de infeccións foráneas, o control de infeccións propias e o aumento da resistencia do rabaño (González e Villalobos, 2007). A tendencia actual é incrementar o gasto na prevención e o manexo e reducir o gasto en tratamentos. As seis áreas que propician a introdución de enfermidades son: entradas de novos animais, seme e embrións; alimentos e auga; contactos con outros rabaños; contactos con vectores e animais silvestres; fómites (vehículos, equipos, visitas, etc.); manexo do esterco e do xurro. O custo destas actuacións é baixo ou nulo, xa que a meirande parte do control baséase en adecuadas pautas de manexo.

2.7.- Producción

Diversos autores indican que a produción láctea non é un bo indicador do grao de benestar, xa que unha elevada produción non é equivalente a elevado benestar, pero a baixa produción tampouco indica escaso benestar (von Keyserlingk et al., 2009). A produción de leite depende fundamentalmente de factores xenéticos, ambientais e nutricionais non relacionados co

benestar, pero a elevada produción láctea incrementa o risco dalgúns problemas de benestar (von Keyserlingk et al., 2009)

Os problemas que afectan ao benestar diminúen a produtividade. A activación do sistema inmunitario incrementa as necesidades enerxéticas (Colditz, 2002) ao tempo que reduce o consumo de alimentos, situacións que diminúen a dispoñibilidade de enerxía para a produción láctea (Gröhn et al., 2003). Por exemplo, as vacas que padecen metrite producen 8 kg/diarios menos de leite durante as primeiras 3 semanas de lactación (Huzzey et al., 2007)

O estrés agudo, provocado por situacións que xeran malestar, pode provocar modificacións puntuais na produción láctea reducindo a secreción de oxitocina o que bloquea a excreción láctea (Bruckmaier e Blum, 1998).

2.8.- Estado afectivo ou emocional

Na actualidade existe un considerable interese por desenvolver procedementos para valorar a situación emocional dos animais (Dawkins, 2008) a maior parte dos mesmos están relacionados con percepcións negativas (sufrimento, dor, medo), pero recentemente estanse a abordar estados mentais positivos provocados pola interacción home-animal.

Algún procedementos coma a amputación do rabo ou o descornado provocan dor, polo que deben ser evitados ou practicarse baixo anestesia e analxesia. Unha parte importante da normativa da UE relativa ao benestar animal centrase en restrinxir o uso de procedementos que causan dor ou sufrimento nos animais.

A amputación do rabo foi unha práctica común en USA para mellorar a hixiene das vacas e a saúde da ubre e no ano 2007 o 40% das vacas tiñan o rabo amputado (USDA, 2009). Co tempo demostrouse que non mellora a saúde da ubre polo que non está xustificado (Tucker y Weary, 2001; Schreiner y Ruegg, 2002). Ademais, cada vez son mais os países nos que está prohibida, xa que xera nos animais estrés e dor (Shreiner e Ruegg 2002). Tense amosado que moitas das vacas amputadas desenvolven neuromas, o que lles produce dor crónica e un aumento da sensibilidade ao calor e ao frío da zona amputada (Eicher et al., 2006). Ademais alérase o comportamento natural da vaca xa que lle impide espantar as moscas (Maldonado et al., 2016).

O descornado é outra práctica que xera estrés nos animais e afecta as relacións sociais do grupo, de xeito que os animais con cornos dispoñen dun espazo individual maior (Metz e Wierenga, 1987) e exercen unha relación de dominancia. Se ben, neste caso é unha práctica aconsellada, xa que reduce os conflitos entre animais (Juriasti et al., 2004), o risco de

traumatismos e facilita o manexo. O momento ideal para o descornado é antes de cumprir o primeiro mes de idade, o procedemento que provoca menos dor é o uso de pastas cáusticas con administración previa dun anestésico local (Von Keyserlingk et al., 2009). Cando o descornado se retrasa ata os dous meses de vida deberán utilizarse ademais antiinflamatorios non esteroides para reducir a dor despois do procedemento (Vasseur et al., 2010).

Hai outras situacións que poden xerar experiencias negativas ao benestar provocando estrés, por exemplo, os ruídos e os sons de alta frecuencia, o contacto cos humanos en determinadas prácticas de manexo e as instalacións (Rushen et al., 2008).

A presenza humana é requirida para o manexo dos animais e ten maior influencia no benestar que o tipo de aloxamento ou o sistema de cría utilizado, debido a que o home entra a formar parte das relacións sociais do gando vacún (De Elía, 2002). Entre os factores que inflúen nas interaccións entre o home e os animais destacan a natureza dos estímulos aplicados (características físicas, etc.), o contexto das interaccións (lugar da explotación, suxeición do animal, presenza de alimento, etc.), as características xenéticas e a experiencia do animal.

O gando vacún ten capacidade de distinguir entre persoas, sobre todo pola cor da roupa. As respostas de medo cara os humanos poden incrementarse en resposta aos coidadores que os maltratan (Rushen et al., 1999), e está influenciada polo lugar onde se produce o mal manexo e as experiencias asociadas. O contexto social tamén inflúe na resposta cara as persoas, de xeito que os animais reaccionan de maneira diferente se o manexo se efectúa sobre un animal illado ou sobre un grupo (Liesa, 2007). A presenza de conxéneres exerce un efecto modulador das reaccións do gando.

Na interacción humano - animal intervén o comportamento e actitude do gandeiro (English et al., 1992). Se os animais reciben dos coidadores estímulos positivos teñen menos medo doutras persoas, son mais facilmente manexables e incrementan a produción Maldonado et al., 2016

Os procedementos de manexo aversivos que implican suxeición: vacinacións, castracións, descornado, identificación, coidado dos cascos, administración de tratamentos, controis sanitarios, transporte, etc., deben facerse fóra das instalacións de cría para reducir o medo dos animais cara os seus coidadores.

A utilización de tecnoloxía nas granxas reduce os contactos entre os animais e os coidadores, de xeito que momentos coma a alimentación que supoñían unha interacción positiva home-animal son substituídos por sistemas mecánicos onde a participación humana é mínima.

Para avaliar o comportamento dos animais cara as persoas podemos avaliar a resposta ao manexo durante a muxidura e na zona de fuga, espazo que o animal considera como propio (Whay et al., 2003). Todo animal identifica os obxectos extraños como potenciais predadores e establece unha distancia crítica para evitar ser atacado, que recoñecemos como zona de fuga. As dimensións da zona de fuga están determinadas pola docilidade e rusticidade do animal e está afectada polo ambiente e por experiencias previas (Grandin, 2000). As vacas manexadas de xeito tranquilo permiten que unha persoa se achegue ata totalas, mentres que os animais manexados de xeito brusco presentan unha zona de fuga moito maior. As vacas estabuladas que teñen contacto con persoas deberían ter unha zona de fuga menor que as manexadas en extensivo. Tamén existen diferenzas raciais nas distancias de fuga, independentes das condicións de cría, atopándose distancias menores para o vacún de leite que para as razas de carne. As vacas de leite permanecen en contacto directo coas persoas dende o nacemento ata o comezo da súa época produtiva, polo que a súa zona de fuga é moi pequena. Cando as zonas de fuga son inferiores a 1 metro podemos afirmar a ausencia de medo fronte a presenza de seres humanos, mentres que zonas de fuga superiores a 2 metros indican o contrario.

A rutina de muxidura é fundamental para asegurar a saúde e o benestar dos animais. É o conxunto de prácticas que comeza dende que as vacas saen do lugar de alimentación ata que volven aos currais, e inclúe a entrada das vacas na sala, a rutina de muxidura en si (lavado e secado dos tetos, colocación e retirada da unidade de muxidura, tempo de muxidura) e a saída das vacas (Kruze, 1998).

O leite segrégase de forma constante durante a lactación; acumúlase nos alvéolos e nos condutos e o incremento da presión interna diminúe a secreción. Cando a muxidura se realiza dúas veces por día, a intervalos regulares de 12 horas, obtense maior produción de leite, pero pódese incrementar nun 10-15% realizando tres muxiduras ao día.

A produción de leite e a facilidade da muxidura maximízanse se as vacas están tranquilas e se mantén a rutina o que implica o cumprimento duns horarios e dun xeito de traballo (Franquesa Oller, 2004).

A rutina comezará cun arreo tranquilo, sen cans, nin berros ,nin golpes para evitar o estrés que provoca a liberación de adrenalina que interfere coa liberación de oxitocina e a baixada do leite (Reid) e reduce a produción un 10%. As vacas tenden a desenvolver recordos permanentes de medo tras experiencias dolorosas ou atemorizantes, ligados a lugares ou a obxectos. É especialmente prexudicial que as vacas adquiren medo asociado á sala de muxidura, polo que é moi importante o bo trato das xovencas na súas primeiras experiencias

na sala de muxidura.

O estrés durante a muxidura tamén pode provocar reaccións de fuxida, incrementando o risco de sufrir caídas, golpes, lesións. As vacas poden ter tres tipos de reacción na entrada na sala de muxidura: entrar voluntariamente, esperar unha indicación por parte do muxidor e resistirse a entrar aínda que as chamen. A orixe destas condutas depende en gran medida dos hábitos de muxidura, do trato recibido, do mantemento das instalacións e do axeitado funcionamento da sala de muxidura.

A entrada na sala debe ser rápida, relaxada e voluntaria para todos os animais. A tranquilidade no interior da sala reflíctese nun menor número de patadas, unha diminución das defecacións e unha menor entrada de aire nas protectoras das mamilas. De igual xeito, a saída non debe ser nin moi rápida nin moi lenta (Franquesa Oller, 2004). Para garantir a comodidade no interior da sala hai que evitar o excesivo baleirado, sobremuxidura, erros na pulsación e o deseño ou dimensionado incorrecto. Ademais hai que prestar atención a pequenos detalles, coma panos colgados, mangueras abertas ou luces brillantes (Franquesa Oller, 2004).

As vacas son de carácter tímido e de reaccións lentas, polo que o manexo debe ser moi coidadoso para evitar xerar traumas, se senten medo ou dor durante a muxidura, a produción pode diminuír ata un 20% (Romero, 2011).

Ademais de evitar as experiencias negativas é importante aportar outras positivas, que en moitos casos supón respectar as necesidades fisiolóxicas e etolóxicas dos animais. Hai que prestar atención ao aloxamento e o manexo, garantir a correcta ventilación, ofrecer aos animais unha alimentación san en cantidade suficiente, ubicar comedeiros e bebedeiros de xeito que se facilite o acceso e se reduza o risco de contaminación, garantir unha iluminación axeitada.

2.9.- Hábitos naturais de vida

Neste apartado deberemos verificar que os animais vivan dunha maneira o mais parecida a como o farían no seu medio natural. Malia, esta condición debe ser matizada xa que a selección xenética dificulta saber cal é a vida mais natural para este tipo de animais (Rushen et al., 2008) e se o tomamos en sentido estrito implicaría deixar aos animais expostos a condicións climáticas extremas, microbios e parasitos, ataques de predadores, etc (Špinka, 2006). Polo tanto deberemos crear unhas condición de vida que resulten adecuadas para o benestar dos animais e prácticas para os gandeiros.

As vacas posúen patróns de conducta claramente definidos e establecen unha xerarquía social, que se mantén mediante interaccións sociais xeralmente agresivas (Arave e Albright, 1981; Hall, 2002). O coñecemento destes patróns permite apreciar desviacións que afectan ao benestar.

Os patróns de comportamento característicos dos bovinos nun rabaño, que varían dependendo do grao de domesticación, son: a cooperación, o recoñecemento individual, o recoñecemento do grupo, a dominancia social, a asociación e o comportamento agonístico.

A cooperación é unha interacción social innata nos bovinos, que supón a formación de grupos para alimentarse ou beber cando se atopan en espazos limitados.

No recoñecemento individual están implicados os sentidos da vista, olfato e oído, de xeito que as vacas recoñécense entre elas dentro dun grupo, do mesmo xeito que a nai recoñece a súa cría.

O recoñecemento do grupo vaise desenvolvendo ao longo do tempo e fai que os grupos de animais se manteñan unidos.

A dominancia social maniféstase principalmente cando o acceso aos recursos é limitado. Dentro de cada grupo establécese unha xerarquía social, sendo que algunhas vacas exercen dominancia sobre outras subordinadas. Se os grupos son moi numerosos os animais non poden recoñecerse individualmente e a xerarquía que se establece resulta inestable, o que obriga aos animais a restablecela constantemente. En bovinos estabulados a xerarquía social establécese inmediatamente e mantense estable durante moito tempo. Maniféstase por medio de loitas, cabezadas ou agresións, aínda que non se producen ataques graves, e mantense por medio de ameazas, submisión ou evitación. Xeralmente é suficiente un pequeno xesto (movementos da cabeza, postura ameazante) para restablecer a xerarquía dentro do grupo. Cando se introduce unha vaca no grupo xeralmente ocupa o lugar que tiña no de procedencia, non sendo frecuente que se produzan loitas violentas, o 66% das relacións de dominancia social establécense nos primeiros 10 minutos, acadando o 84% entre 1 ou 2 horas despois. A idade, o peso e a altura á cruz, teñen correlación positiva co rango social. Con respecto á raza as vacas Holstein dominan sobre as Jersey (Schein e Fohrman, 1995).

Os individuos tenden a manterse en grupos formados por animais de rango similar (idade, peso). Os animais de maior rango son os que inician os movementos ou as actividades dentro do grupo, facilitando o manexo de grupos numerosos. Xeralmente os animais adultos son líderes e inician os movementos antes que os novos. Dickson et al. (1967) definen 3 estruturas sociais nos rabaños de leite: A orde na muxidura, a xerarquía de dominancia e os patróns

líderes-seguidores.

A asociación defínese coma o mantemento dunha distancia mínima entre animais que se atopan preto un do outro, o que evita a dispersión e provoca que o rabaño se mova coma unha unidade. A distancia individual ou mínima é a que permite o achegamento entre individuos sen que se produzan conflitos varía entre 3,6 e 8,6 m.

O comportamento agonístico fai referencia as condutas asociadas co conflito (agresividade), fuxida ou submisión. Diante dunha agresión o animal adopta unha posición de alerta, xira e fuxe e se non ten ruta de fuxida, cabecea, escala ou pateia.

Así, debemos ofrecer aos animais condicións de espazo e interaccións sociais que lles permitan expresar o seu comportamento natural evitando situacións de estrés. A tal fin debemos deseñar as instalacións para procurarllas zonas de descanso, corredores amplos, comedeiros e bebedeiros de dimensións axeitadas, etc. E agrupar os animais en lotes homoxéneos (idade, peso) e realizar o descornado para evitar os efectos máis negativos da xerarquía social (Metz e Wierenga, 1987).

Os cambios no tempo adicado a determinadas actividades (tempo que se manteñen deitadas ou de pé, comendo ou remoendo) pode ser utilizado para avaliar o nivel de benestar animal.

O benestar do gando de leite depende, en grande medida, da cobertura das necesidades nutricionais. A inxesta de nutrientes deberá ser suficiente para manter o estado de saúde e cubrir as súas necesidades fisiolóxicas e produtivas mantendo unha condición corporal axeitada. A planificación debe garantir alimentos de alta dixestibilidade, alto valor enerxético, volumes suficientes de proteína, e a consideración dun aporte extra de vitaminas e minerais. Débese procurar a inocuidade dos alimentos controlando a presenza de toxinas ou de outros contaminantes químicos ou biolóxicos.

A posibilidade de ter acceso aos pastos permite ás vacas expresar o seu comportamento de pastoreo e a exploración do medio (Hemsworth et al., 1995). As vacas tenden a pacer entre o amencer e o solpor, con picos ben marcados tras a muxidura, diminuíndo considerablemente durante a noite.

En animais estabulados, o ritmo de alimentación deixa de estar baixo esta influencia e depende doutras variables, coma a hora e a frecuencia de distribución da comida, o espazo no comedeiro, a dispoñibilidade de cubículos, os horarios e tempo de muxidura, a dominancia, etc. O gandeiro pode modificar determinadas condutas do gando cambiando estes aspectos para mellorar a produtividade e a eficiencia.

As vacas son pouco selectivas na inxesta consumindo grandes cantidades de alimento de forma rápida, este comportamento ten por obxectivo esquivar os depredadores (Juaristi et al., 2004). A pauta de inxestión segue un ritmo cíclico, achegándose ao comedero de xeito mais frecuente pola mañá e pola tarde. As vacas de leite comen arredor de 11 veces ao día, ocupando unhas 5 horas, sen que inflúa a cantidade de materia seca inxerida nin o peso do animal. Aquelas vacas que necesitan mais materia seca incrementan a cantidade inxerida por comida. As vacas ocupan unha media de 25 minutos por comida, pero a súa permanencia no comedero é tan solo de 5 minutos, polo que a vaca cambia frecuentemente de lugar nunha mesma comida (Bach e Juaristi, 2007), esta conduta alterase cando o número de comederos é limitado. O ritmo de inxestión e o tempo de permanencia no comedero aumenta coa cantidade de concentrado dispoñible (DeVries et al., 2004) e diminúe se o espazo do comedero non é suficiente (Friend et al., 1977). Deste xeito, ao acabar de comer, debería sobrar máis dun 3% de alimento (Albright, 1993; Grant e Albright, 1995; Juaristi et al., 2004). Por iso, recoméndase repartir a ración 2 veces/día e arrimala ao comedero outras 2 ou 3 veces, aínda que non existen evidencias científicas de que esta práctica sexa beneficiosa. As vacas xeralmente colócanse nas mesmas posicións do comedero ou nas súas proximidades, o que indica a tendencia á rutina e o mantemento da xerarquía establecida.

Cando se utiliza un sistema de muxidura robotizado parte da ración deberá estar a libre disposición e outra parte será dosificada polo robot (Ketelaar -de Lauwere e Ipema, 2000). É preferible limitar o acceso ao robot cada 4 horas para optimizar a produción e aumentar o tempo de descanso.

Unha porcentaxe de vacas (10%) lanzan a comida por enriba, como parte do ritual de separación e selección da ración. Esta conduta aumenta no verán, sobre todo nas vacas co rabo amputado, o que podería representar un mecanismo substitutivo para espantar as moscas. Esta conduta ten maior incidencia nas explotacións con comederos elevados debido a que as vacas prefiren comer a nivel do chan porque segrega un 17% máis de saliva (Juaristi et al., 2004).

O tempo que unha vaca adica á rumia oscila entre 450 e 600 minutos/día e adoita coincidir co tempo que está deitada. Ademais, parece existir unha relación entre o tempo dispoñible para descansar e o dedicado á inxestión de comida. Deste xeito, as vacas de alta produción deben dispor de espazo e tempo suficiente para comer e para descansar (Bach e Juaristi, 2007).

A rumia ten dúas funcións principais: aumentar o aproveitamento dos nutrientes e estimular a produción de grandes cantidades de saliva que actúa como tampón para manter o pH

ruminal, diminuindo o risco de acidose. Ao igual que a inxestión de alimento, a rumia é moi sensible a situacións de estrés. Existe unha relación inversa entre o tempo dedicado á rumia e o tempo dedicado ao descanso. Durante os episodios de rumia a vaca soe mostrar un estado de somnolencia.

É importante evitar que o manexo rutineiro dos animais (limpeza de pisos, sala de espera, sala de muxidura, control reprodutivo, etc.) interfira coa alimentación e a rumia. Cando os animais non teñen tempo suficiente para comer e deitarse, a inxestión ten preferencia sobre a rumia (Grant, 2004). En condicións ideais as vacas permanecen deitadas arredor de 14 horas diarias, repartidas en períodos de 1 a 3 horas de duración. Durante o proceso de rumia as vacas prefiren deitarse sobre o lado esquerdo e se o fan sobre o dereito pode indicar que a cama non é cómoda ou que a pendente é excesiva (Juaristi et al., 2004).

Se a vaca se ve obrigada a manterse de pé mais tempo o seu comportamento natural cambia e cando se deita mantense mais tempo do habitual, reducindo hasta en 30 minutos o tempo dedicado a comer ou beber, coa conseguinte diminución da produción. Durante o descanso a vaca remoe, sécanse os cascos e aumenta o fluxo sanguíneo na ubre entre un 15 e un 25%.

A duración do descanso depende das condicións climáticas, do confort da zona de descanso, da fase do ciclo estral e da saúde da vaca.

As vacas teñen instinto de lamber e deixarse lamber por animais de rango similar e adoita producirse cos cambios de actividade (por exemplo antes ou despois de deitarse).

A auga supón o ingrediente maioritario na dieta dunha vaca de leite xa que constitúe o compoñente máis abundante do corpo e maioritario no leite. Igual que outras especies, poden soportar períodos prolongados de tempo con pouco alimento pero moi curtos sen auga. Resulta imprescindible realizar un control periódico da cantidade e calidade da auga dispoñible (Juaristi et al., 2004) debido ao progresivo deterioro dos recursos hídricos. Os bebedoiros deben dispoñerse e deseñarse de xeito que non se produzan restricións ao acceso dos animais á auga. A calidade da auga mídese polo contido en diferentes compoñentes químicos, orgánicos e microbianos. É importante coñecer a procedencia da auga, sobre todo en ganderías en extensivo, que non reciben a auga de fontes analizadas. Se ben tampouco en explotacións abastecidas de auga da traída se poden descartar algúns riscos toxicolóxicos derivados da utilización de circuítos de distribución e almacenamento pouco axeitados (Sager, 2000).

Unha vaca de leite necesita entre 100 e 150 litros de auga ao día o que representa 3 litros de auga por cada quilo de materia seca ingerida, cantidade á que hai que engadir arredor de 2,5

litros máis por cada quilo de leite que produza a vaca (Kammener e Ganiere, 1998). As condicións climáticas de cada rexión poden modificar estas necesidades (Hernández Moreno et al., 2005). Así en situacións de estrés por calor as necesidades de auga vense incrementadas 1,2 a 2 veces mentres que o consumo de materia seca diminúe (Manteca, 2006; NRC, 2001). A temperatura da auga tamén inflúe sobre o seu consumo, e a inxestión de auga fresca (17 e 20°C) pode ter un efecto refrixerante en situacións de estrés por calor (Wilks et al., 1990) e incrementar a produción de leite durante o verán.

Para avaliar o manexo axeitado da alimentación e do trato (estrés reducido) recibido polos animais valórase a condición corporal (CC) nunha escala de 1 a 5 e, dependendo do estado reprodutivo e produtivo no que se atopen, a situación ideal varía entre 2,5 tras o parto e 3,5 na primeira inseminación (Maza et al., 2001). As instalacións nas que se aloxan as vacas de leite deberán estar deseñadas para favorecer os patróns normais de comportamento e reducir o estrés o que permite garantir o confort e o benestar dos animais.

Dentro dos sistemas de produción podemos distinguir entre sistemas extensivos, semiextensivos ou sistemas intensivos. Nos sistemas extensivos os animais pasan todo o ciclo produtivo en liberdade fronte aos sistemas de explotación intensivos onde os animais permanecen todo o ciclo produtivo estabulados na procura dunha maior eficiencia. Os animais estabulados poden estar en dous tipos de explotacións, estabulacións fixas ou trabadas ou estabulacións libres.

As estabulacións trabadas eran moi frecuentes en Galicia na década dos 70-80, requirían unha escasa inversión e man de obra malia obrigaba ao muxido en praza o que interfería na calidade do leite e na capacidade produtiva. Así a intensificación da produción que permitira mellorar a rendibilidade, esixía unha man de obra e un manexo mais cualificado e unha mellora do sistema de muxidura para obter leite de calidade (hixiene e procesos de refrixeración), tal que as estabulacións fixas foron sendo desprazadas polas estabulacións libres, as mais frecuentes hoxe en día.

Estabulacións fixas ou trabadas son aquelas onde os animais están atados permanentemente nas súas prazas e non poden moverse libremente. Neste tipo de establo os pisos poden ser de cemento cunha pequena pendente ao que se engade unha pequena capa de material de cama, palla ou serrín, e unha canle pouco profunda por detrás dos animais para recoller a urina e as feces. Outra parte é retirada regularmente coma esterco. Noutros casos incorporan unha canle posterior mais profunda para recoller e almacenar o xurro que producen os animais. Finalmente nalgúns establos os pisos son de cemento e a canle posterior está cuberta por unha reixa por detrás dos animais para recoller as feces e a urina coma esterco

semilíquido. As estabulacións fixas esixen a muxidura en praza con cubo ou con condución de leite o que limita o número de unidades a empregar, sendo unicamente viable para rabaños de tipo medio.

As estabulacións libres permiten que os animais poidan acceder libremente a toda a nave, e poden contar cunha zona de descanso ou cama quente, onde sobre o piso xeralmente de cemento se coloca unha capa abundante de palla ou outro material orgánico que se retira varias veces ao ano e se usa como abono. O piso da zona onde están os animais e onde acceden para alimentarse é xeralmente de cemento. Se ben as estabulacións libres mais frecuentes son aquelas nas que a área de descanso se distribúe en filas de cubículos individuais aos que os animais acceden libremente e sobre os que se dispón o material da cama. Os pisos nas zonas onde permanecen os animais e os accesos ao comedero son habitualmente de cemento ou listóns de cemento. As estabulacións libres esixen a muxidura en sala de muxido, nun local separado do resto de zonas da explotación.

Os sistemas de estabulación libre comezaron a utilizarse no Reino Unido a comezos dos sesenta (Rural Desing and Asociación Building, 2009) e despois introducíronse nos Estados Unidos (Albright, 1964). O obxectivo deste sistema era facilitar ás vacas mais espazo para favorecer o seu comportamento natural aínda que nun primeiro momento as dimensións das cortes copiáronse das trabadas (Tillie, 1986).

Este tipo de instalacións comezou a proliferar en Galicia vinte anos despois, xa entrada a década dos oitenta (López et al., 2010) e a partires dese momento impuxéronse ás trabadas.

O deseño destas instalacións inflúe de maneira decisiva no traballo dos gandeiros e no manexo, saúde e rendemento produtivo dos animais. Á hora de ubicar a nave cómpre ter en conta a localización da mesma buscando terreos sans, aireados pero protexidos de ventos fortes, e un chan seco e ben drenado (Iñigo, 2005). En España, debido ao seu clima, a orientación preferente debe ser Leste-Oeste, para protexer aos animais dos ventos dominantes e aproveitar a radiación solar, buscando a insolación durante o inverno e a sombra no verán (Juaristi et al., 2004).

Unha instalación destinada a aloxar vacas de leite debe cumprir uns requisitos mínimos:

- Un área de descanso limpa, seca e comfortable.
- Fácil acceso á comida.
- Boa ventilación e control da temperatura
- Un bo sistema de limpeza e de manexo do esterco.

Na actualidade existen diferentes tipos de estabulacións libres: con cama quente (sistema tradicional tipo “California”) e con cubículos. Estas últimas son as mais utilizadas xa que o mantemento require menos traballo, utilizan menos cantidade de material para as camas e permiten maior densidade de animais. Neste tipo de instalacións a zona de descanso está dividida en cubículos individuais, que permiten as vacas entrar libremente para descansar, aliñados en filas paralelas ao longo dos corredores de circulación.

Á hora de avaliar o efecto do deseño da instalación no benestar teremos en conta 5 áreas:

- Área de descanso
- Área de pisos
- Área de alimentación
- Área de muxidura
- Área de ventilación

2.9.1.- Area de descanso

A importancia da area de descanso e súa implicación no benestar, na saúde e na produtividade das vacas foi obxecto de multitude de estudos. Grant y Albright (2000) mediron os tempos empregados polas vacas nas distintas actividades diarias e observaron que o descanso ocupa entre 12 e 14 horas, a inxesta de alimentos de 3 a 5 horas, a de auga 30 minutos, a rumia de 7 a 10 horas (a meirande parte durante o descanso), permanecen 30 minutos de pé e adican entre 2 a 3 horas ás interaccións sociais. O tempo de descanso é un dos que mais inflúe no rendemento produtivo, existindo unha correlación positiva entre a duración do descanso e a produción de leite, pero diversos factores de manexo interfíren no descanso.

Se o descanso é axeitado aumenta o fluxo de sangue á ubre (para producir 1kg. de leite requírese que pasen de 400-500 kg de sangue pola ubre), cara o útero grávido, aumenta a eficacia da rumia e mellora a saúde dos cascos, diminuíndo a prevalencia de coxeiras (Hassall et al., 1993; Phillips e Schofield, 1994; Galindo e Broom, 2000).

As vacas priorizan o descanso sobre calquera outro comportamento, incluso sobre a inxesta de alimentos (Metz, 1985), comprobándose que unha redución de 1,5 horas no tempo de descanso asóciase cunha redución de 45 minutos no tempo dedicado a comer (Munksgaard et al., 2005). A redución do período de descanso incrementa a concentración de cortisol, reduce a resposta á ACTH e as concentracións circulantes da hormona do crecemento (Fregonesi et al., 2007a; Munksgaard e Lovendahl, 1993; Fisher et al., 2003).

As vacas que pasan menos tempo deitadas permanecen mais tempo de pé nos corredores de piso duro, incrementándose o risco de enfermidades e lesións dos cascos (Bell e Cansados, 2000).

O comportamento de descanso vese afectado por factores diversos: superficie e material da cama (Drissler e cols., 2005; Fregonesi et al., 2007b; Tucker et al., 2003), deseño e dimensións dos cubículos (Tucker et al., 2003), densidade de poboación (Fregonesi et al., 2007a), ubicación da zona de descanso (Wagner-Storch et al., 2003), tipo de pisos (Fregonesi et al., 2004), rutinas de muxidura e distribución dos alimentos (DeVries e von Keyserlingk, 2005; Overton et al., 2002).

Cando hai mais vacas que cubículos hai vacas que non atopan lugares descanso o que reduce o tempo de descanso (Wierenga e Hopster, 1990). As vacas compiten polos postos dispoñibles e aumentan as interaccións agresivas (Fregonesi e Leaver, 2002) igualmente aumenta o tempo que algunhas vacas pasan de pé (Friend et al., 1977; Wierenga y Hopster, 1990), cun maior risco de padecer coxeiras (Galindo e Broom, 2000) e aumentan as vacas que se deitan fóra dos cubículos (González et al., 2003), especialmente nos animais de menor rango social (Wierenga, 1983). Pola contra, Fregonesi et al. (2007) non atoparon ningún efecto da sobreocupación sobre o tempo que as vacas pasaban de pé posiblemente debido á configuración dos cubículos do estudo.

Habitualmente ofréceselles alimento fresco as vacas despois da muxidura para evitar que se deiten de maneira inmediata, permitindo o peche da punta dos tetos para previr contaminacións (Blowey e Edmondson, 1995). Cando as vacas teñen menos cubículos o tempo que pasan de pé trala muxidura acórtase o que incrementa a incidencia de mamite medioambiental.

O tempo adicado a descansar varía ao longo do día, cun pico durante a mañá, antes da muxidura, e no mediodía, entre as dúas muxiduras, polo que a restrición no número de cubículos impide que todas as vacas descansen á mesma hora (Fregonesi et al., 2007a).

Cando os cubículos son confortables, a súa totalidade poden estar ocupados nalgún momento da noite, pero cando hai cubículos de sobra os mais utilizados serán os próximos á zona de alimentación e os situados no centro da corte (Schmisseur et al., 1966).

A densidade de poboación é unha parte clave da estratexia da xestión nas granxas de leite. Unha taxa de ocupación do 100% é excesiva e produce perdas na produción e problemas de saúde. Algúns autores recomentan 90 cubículos/100 animais (Radostits et al., 1994; Wathes e Charles, 1994), mentres que outros estudos indican que é posible superar o número de

cubículos nun 10% sen afectar ao tempo de descanso, xa que sempre hai animais comendo, bebendo ou paseando, polo que nunca se ocupa a totalidade do espazo de descanso. Á hora de deseñar as instalacións recoméndase planificar un cubículo por vaca, o que permite ter certa marxe no caso de incrementos puntuais.

O piso do cubículo debe proporcionar suficiente confort para estimular o acceso ao mesmo, permitir un descanso cómodo e requirir o menor mantemento posible. Independentemente do material do piso é recomendable que a cama proporcione unha superficie acolchada, absorba a humidade e contribúa á limpeza dos animais. Téñense utilizado diferentes materiais orgánicos (palla, serrín, esterco) ou inorgánicos (cemento, area, goma, colchón), sendo os mais comúns as alfombras de goma e os colchóns (Andreasen e Forkman, 2012). Á hora de seleccionar un material é importante que a superficie permita á vaca erguerse e deitarse con seguridade sen risco de esvaróns (Bickert, 2000).

As vacas de leite amosan unha clara preferencia por superficies secas e se están húmidas pasan mais tempo de pé fóra dos cubículos (Fregonesi et al., 2007b). Cando as vacas tiñan acceso a camas con serrín secado ao forno descansaban arredor de 14 h/ día, mentres o tempo de descanso era inferior a 9h/día cando só tiñan acceso a camas húmidas. Estas diferenzas eran maiores que as observadas noutros estudos nos que unicamente se comparaban diferentes superficies (Tucker et al., 2003), profundidades (Drissler et al., 2005), dimensións dos cubículos (Tucker et al., 2004), colocación da barra de retención (Tucker et al., 2005), posición da almofada (Tucker et al., 2006) ou densidades de poboación (Fregonesi et al., 2007a).

As vacas amosan distintos graos de preferencia polas diferentes superficies (Palmer e Wagner-Storch 2003; Fulwider e Palmer, 2003) e cando se lles permite elixir prefiren materiais brandos (Herlin, 1997; Norring et al., 2010). Os animais pasan mais tempo nos cubículos de palla ou area (Wander, 1971), de serrín ou de goma (Daelemans et al., 1981) que en cubículos de formigón. Os pisos de terra teñen tres veces mais tempo de ocupación que os de formigón e duplican aos de goma ou serrín (Gebremedhin et al., 1985).

Un problema provocado polos materiais orgánicos é que tenden a absorber humidade e favorecen a multiplicación das bacterias, provocando unha maior incidencia de mamite (Martín-Richard, 2006).

Actualmente non se considera aceptable utilizar unha superficie de formigón cunha pequena cantidade de material orgánico para as vacas de leite. Poden utilizarse colchonetas de diversos tipos e colchóns de goma (Haley et al., 2001; Wagner-Storch et al., 2003), sendo ben aceptados polos animais como demostra a frecuencia e o tempo de uso (Rodenburg et al.,

1994-2000). Nestes casos é necesario incorporar serrín, palla, tiras de periódico ou calquera outro material orgánico, para manter seca a superficie do colchón. A colocación de alfombras de goma nos corredores pode diminuír o tempo que as vacas pasan de pé nos cubículos, o que indica a preferencia dos animais polas superficies brandas para manterse en pé ou camiñar (Palmer e Wagner-Storch, 2003).

O material ideal para as camas é a area (Cook, 2009; Bickert, 2000) xa que é un material inerte, ofrece unha boa superficie de tracción e aporta un efecto secante. Esta última propiedade dificulta a multiplicación das bacterias reducindo a incidencia de mamite (Britten, 1994; Hogan et al., 1989; McFarland et al., 1994; Stowell, 2000; Zdanowicz et al., 2004). Ademais, asóciase a unha menor incidencia de lesións no corvexón (Fulwider et al., 2007; Vokey et al., 2001) e de coxeiras, respecto a outro tipo de superficies (Cook, 2003-2004). As vacas permanecen deitadas nos cubículos con cama de area durante períodos mais longos que nos que teñen colchóns (Cook et al., 2004; Gómez e Cook, 2010). Os principais problemas das camas de area son o mantemento (Cook, 2001), xa requiren mais man de obra, provocan bloqueos nos desaugadoiros e a acumulación nas fosas do xurro (Callejo e Jimeno, 1998), provocando un maior deterioro das instalacións, sobre todo nas bombas e nos sistemas de muxidura (Stowell, 2000). A adaptación das vacas as camas de area non é inmediata e é frecuente que inicialmente as vacas prefiran o formigón dos corredores (Manninen et al., 2002).

A ocupación dos cubículos de area depende da estación do ano, sendo maior durante o verán e menor durante o inverno (Wagner-Storch et al., 2003) debido a que a area ten menor efecto illante que os colchóns.

O material da cama ten un claro efecto na prevalencia e gravidade de determinadas lesións das abeacas sendo máxima en cubículos con alfombras de goma e colchón (Rodenburg et al., 1999), intermedia en cubículos con cama de serrín ou palla (Wechsler et al., 2000) e moi pouco frecuentes en cubículos con area (Rodenburg et al., 2000).

Outros estudos investigaron o efecto do material da cama nas lesións das patas dianteiras, observando que a inflamación dos xeonllos era menos frecuente en vacas aloxadas en cubículos con colchón que en cubículos de cemento (Pajor et al., 2000), pero non había diferenzas na aparición de cortes, abrasións ou peladuras.

Outro elemento a considerar é o efecto do material da cama sobre a saúde da ubre. As camas con material orgánico favorecen o crecemento bacteriano (Hogan et al., 1989; Bishop et al., 1981; Hogan e Smith, 1997), aumentando a probabilidade de infeccións da ubre (DeHart et al., 1975).

O mantemento regular é imprescindible para garantir a limpeza e comodidade das camas, favorecendo a saúde dos animais e a calidade do leite. A cantidade de material que contén a cama diminúe co uso e provoca cambios na súa distribución o que pode ter efectos negativos sobre o confort. Os cubículos requiren a adición regular de novo material e a cantidade e a frecuencia coa que se engade dependerá do material empregado, o deseño do cubículo, a poboación de animais e a temporada do ano. Os cubículos con colchóns ou alfombras de goma requiren a aplicación de novo material con maior frecuencia. As vacas amosan preferencia polos cubículos con mais material de cama, independentemente de cal sexa a súa base (Gebremedhin et al., 1985; Jensen et al., 1988), a maior cantidade de material de cama maiores tempos de descanso (Cook, 2004). Esta mesma situación obsérvase cando se empregan camas de area reducíndose o seu uso cando a superficie da cama se torna mais profunda (Drissler et al., 2005; Mowbray et al., 2003), o tempo de descanso diminuíu 10 min/día por cada centímetro que se reducía a profundidade. O mantemento dos cubículos de area deberá comprender entre dous e tres rastrexados ao día movendo entre 3 e 5 cm da superficie para favorecer o aireado e o secado (Martín-Richard, 2006).

En cubículos con cama orgánica recoméndase a limpeza diaria da metade do cubículo ao que se lle debe engadir novo material, non se recomenda trasladar o material da parte dianteira da cama á parte traseira, xa que este material contén bacterias.

Os cubículos teñen unha gran importancia nas estabulacións libres porque o confort das vacas depende do seu deseño. O mal deseño dos cubículos eleva a incidencia de coxeiras (Philipot et al., 1994; Faull e Hugues, 1996) e aumenta o risco de mamite, debido a que as vacas se deitan nos corredores (Kjaerstad e Simensen, 2001). As dimensión dos cubículos dependen das barreiras de separación, xeralmente tubos metálicos, e determinan o grao de aceptación e tempo de ocupación, sendo maiores os valores canto mais amplos son os cubículos (Tucker et al., 2004). As recomendacións sobre as dimensións dos cubículos foron variando ao longo do tempo e cos cambios no tamaño dos animais. Cada vez é mais común construír naves con cubículos de dimensións diferentes, axeitadas para xovenas de primeiro parto, vacas en lactación e vacas secas ou vacas con necesidades especiais, considerando as variacións no tamaño das vacas e as necesidades dentro dun rabaño (Anderson, 2007).

As dimensións a ter en conta son a lonxitude e a anchura, a altura do bordo, a altura da barra de retención do pescozo, a almofada e as especificacións de montaxe dos separadores. A dimensión de maior importancia é a lonxitude, xa que inflúe moito na aceptación do cubículo (Callejo e Jimeno, 1999). A lonxitude do cubículo ven determinada polo espazo necesario para que a vaca poida adiantar a cabeza e descargar o peso nas patas traseiras cando se ergue, se resulta insuficiente provoca rechazo e diminúen os tempos de descanso. A lonxitude

recomendada por diferentes autores varía entre 240 e 274 cm. (Hughes, 2000; Anderson, 2003; Holmes e Palmer, 2005). A industria avoga por cubículos de entre 200 a 240 cm de lonxitude nos deseños cabeza con cabeza e unha lonxitude inferior para aqueles que permiten un balanceo lateral (McFarland e Gamroth, 1994; Faull e Hugues, 1996; Bickert, 2000).

Os cubículos excesivamente curtos provocan que gran parte do terzo posterior se sitúe fóra do mesmo e que as patas e a ubre queden expostas a sufrir traumatismos. As vacas rexeitan entrar ao cubículo manténdose paradas cos membros anteriores na cama e os posteriores no corredor (“perching”). Esta postura favorece as lesións podais e as coxeiras (Flower e Weary, 2002; Bernardi et al., 2009). Pola contra, os cubículos demasiado longos favorecen a acumulación de feces e urina, obrigando a maiores traballos de mantemento para evitar problemas sanitarios da ubre.

Cando as vacas se erguen baixan a cabeza case ata o piso e despois sacúdena cara arriba, defínese como espazo de balanceo a área horizontal por diante da superficie de descanso, e defínese como zona de sacudida a área vertical que ocupan ao final do balanceo. Cando o espazo dispoñible para o balanceo e a sacudida son insuficientes a ocupación dos cubículos redúcese drasticamente.

Os cubículos cortos requiren unha apertura dianteira que permita o movemento de balanceo, e se non a teñen as vacas lánzanse lateralmente no caso de que os separadores o permitan, pero as vacas prefiren balancearse cara adiante (Anderson, 2003). Nos cubículos enfrontados cabeza con cabeza o balanceo dianteiro pode ser impedido pola presenza doutra vaca, provocando que se deiten en diagonal e se balanceen lateralmente o que afecta á limpeza dos cubículos. O obxectivo é deseñar cubículos cunha lonxitude axeitada para permitir o balanceo e unha anchura que evite que as vacas se atravesen. Non existe unha opinión unánime con respecto ao espazo necesario para garantir o balanceo e os valores propostos oscilan entre os 60 cm (Faull e Hugues 1996; Ceballos et al., 2004) e os 150 cm (Lid-Fors, 1989), con algúns valores intermedios (Cermak, 1988; Tillie, 1986). Cando as vacas están paradas requiren 300 cm para os seus movementos lonxitudinais, de xeito que a lonxitude recomendada para os cubículos resulta insuficiente, e polo tanto establécese que a lonxitude dos cubículos deberá ser de 300 cm. (Hoffman e Rist, 1975) a 305 cm (Cook, 2004).

Respecto ao ancho dos cubículos a recomendación xeral é que sexan o dobre do ancho da cadeira, o que supón entre 100 e 120 cm (Irish e Martin, 1983; McFarland e Gamroth, 1994). Se a anchura é insuficiente as vacas non ocupan o cubículos contiguos e se é excesiva os animais tenden a atravesarse ou déitanse ao revés luxando as superficies o que se traduce

nun traballo de limpeza adicional.

As recomendacións de Ceballos et al. (2004) para vacas Holstein son as seguintes: 76 cm de distancia de balanceo (o 78% da lonxitude do lombo), 300 cm de espazo lonxitudinal (o 300% da lonxitude do lombo) e 109 cm de ancho lateral (o 181% do ancho da cadeira).

Os cubículos configúranse cunha barra de retención do pescozo que obriga á vaca a manterse coas pernas traseiras preto do borde do cubículo, evitando que defequen ououriñen na praza (Tucker et al., 2005). A posición da barra de retención non afecta a outros comportamentos da vaca nin ao tempo de repouso, o que pode ser debido a que non teñen capacidade sensorial para elixir os cubículos en base á altura da barra de retención (Tucker et al., 2005).

En cubículos con colchón a barra de retención deberá estar situada na vertical da almofada, arredor de 172-182 cm do bordo do cubículo, dependendo do tamaño das vacas, e entre 121 e 127 cm por riba da superficie da cama, e en cubículos con cama de area a 167 cm do bordo e entre 111 e 127 cm. sobre a superficie da cama (Cook, 2004).

En conclusión a colocación da barra de retención de xeito menos restritivo permite as vacas manterse de pé nos cubículos, pero aumenta o risco de que as vacas defequen eouriñen na cama o que reduce a hixiene dos cubículos e da ubre. (Fregonesi et al., 2009). Pola contra, a colocación da barra de retención mais restritiva facilita a limpeza da cama dos cubículos, pero obriga ás vacas a manterse de pé sobre os pisos de formigón húmido. Os estudos de Bernardi et al. (2009) indican que os efectos negativos sobre a saúde dos cascos superan ás hipotéticas melloras na saúde da ubre, e recomendan situar a barra de retención de forma que non impida que as vacas se manteñan de pé nos cubículos.

A almofada é a barreira dianteira que delimita frontalmente o espazo de descanso e permite controlar a posición da vaca cando está deitada, desalentando o movemento da vaca cara adiante mentres descansa e diminuindo a contaminación dos cubículos (Cook, 2004; Tuckett et al., 2005; Holmes e Palmer, 2005; Anderson, 2007). Cando se coloca unha almofada o 69% das defecacións que ocorren cando as vacas están deitadas prodúcense fóra do cubículo (Tucker et al., 2005). Os elementos usados como almofada son moi diversos: bordos de formigón, correas de nylon ou tubos de metal (Zurbrigg et al., 2005) Inicialmente a almofada era unha táboa de madeira colocada en ángulo de 60º para adaptarse á forma do animal mentres descansaba. O espazo por diante da almofada enchéuse con formigón para evitar a acumulación de material da cama, pero recentemente utilízanse elementos de recheo menos ríxidos (Holmes e Palmer, 2005).

A almofada debe permitir descansar comodamente á vaca mais grande do grupo, debe permitir que as vacas estendan cara adiante as pernas dianteiras e balancearse cara adiante cando se erguen (Holmes e Palmer, 2005). Ademais, debe ter unha superficie lisa e redondeada para facilitar o movemento das pernas sobre ela e os soportes para a súa montaxe deberán situarse por debaixo da superficie da cama (Zurbrigg et al., 2005).

A altura da almofada é un factor importante para o confort das vacas, xa que almofadas moi altas ou de bordos moi agudos dificultan os movementos de balanceo da vaca ao erguerse (Nordlund e Cook, 2003; Holmes e Palmer, 2005), non deberá superar os 15 cm, sendo preferentemente de 10 cm (Nordlund e Cook, 2003). A base da almofada colócase habitualmente entre 168-182 cm do bordo do cubículo, delimitando a lonxitude da cama (Holmes e Palmer, 2005). As camas de 168 cm e almofadas altas non proporcionan espazo suficiente para vacas grandes (Tucker et al., 2006a). As vacas prefiren entrar e deitarse en cubículos sen almofada (Tucker et al., 2006a).

A interacción entre a posición da barra de retención do pescozo e a almofada resulta moi importante para a confort das vacas, de xeito que o efecto da almofada é mais pronunciado cando a barra de retención do pescozo era menos restritiva.

O nivel dos cubículos é mais elevado que o dos corredores de circulación para evitar que o esterco luxe a cama, pero a diferenza de nivel non debe dificultar a entrada e saída dos cubículos (Holmes e Palmer, 2005). Cando a altura dos cubículos é excesiva as vacas teñen dificultades para saír, producindo unha carga excesiva do peso nos tendóns flexores dos membros posteriores (Hughes, 2000). A meirande parte dos estudos recomendan unha altura do bordo entre 20 e 30 cm (Holmes e Palmer, 2005).

As características do bordo son diferentes entre os cubículos con cama de area, esterco, e os que teñen superficies con alfombras de goma ou colchóns. Os primeiros deberán ter unha anchura arredor de 12 cm para manter o material da cama no cubículo. O bordo deberá ser redondeado para evitar que a vaca descansa contra un bordo afiado cando o nivel da cama é baixo (Holmes e Palmer, 2005). Algúns autores recomendan un bordo de 20 cm de ancho e adiantar a barra de retención do pescozo esta mesma cifra para obrigar ás vacas a manterse de pé no interior dos cubículos (Nordlund, 2004).

En cubículos con colchón ou alfombras debemos ter en conta o seu espesor no calculo da altura do bordo, xa que cando se lle engade un colchón de 25 cm de espesor a un bordo de 10 cm a altura final será 35 cm (Holmes e Palmer, 2005).

O lateral dos cubículos está delimitado polos separadores, que deben conseguir que a vaca

se aliñe na cama correctamente sen restrinxir excesivamente os movementos realizados polo animal para deitarse ou erguerse. O deseño dos separadores ten cambiado nos últimos anos eliminando a pata posterior, de xeito que os separadores quedan suspendidos da parte dianteira debuxando unha elipse. Este deseño proporciona maior confort xa que as vacas deitadas dispoñen de mais espazo, porque permiten ocupar unha zona do cubículo contiguo, e evitan lesións nas costelas e nos cadrís (Blom et al., 1984). A altura dos separadores establécese en función da altura na que se producen os máximos desprazamentos laterais da cadeira. Estes desprazamentos acontecen en dúas zonas, unha alta entre 95 e 135 cm. sobre o piso, e outra baixa a 10-50 cm do piso (Ceballos et al., 2004), e suxíren que os separadores deben ubicarse a 70 cm do piso no caso do inferior e a 150 cm do superior, así evitamos que as vacas poidan quedar presas entre os separadores ou que se produzan lesións nas cadeiras.

Outro aspecto a considerar no deseño dos separadores é a cantidade de espazo que proporcionan na parte posterior dos cubículos, que permitirá que a vaca se deite, pero impedirá que as vacas se atravesen nos cubículos (Holmes e Palmer, 2005). Os separadores deberán deixar un espazo libre de 35 cm respecto do bordo do cubículo (Bickert, 2000) para permitir que ás vacas camiñen cando entran nos cubículos contiguos (Holmes e Palmer, 2005). A distancia entre a parte inferior do separador e a superficie da cama deberá ser de 28-30 cm para impedir que as vacas se arrastren por debaixo do separador cando están deitadas.

Holmes e Palmer (2005) recomendan que a base dos cubículos teña unha inclinación do 1,4%, xa que as vacas prefiren descansar costa arriba e a pendente facilita a drenaxe da urina ou do leite cara os corredores. Nas camas de area o nivel é maior na parte dianteira que na parte traseira o que proporciona unha pendente ascendente. Se ben, unha pendente excesiva pode provocar que as vacas se deiten cos pés fóra dos cubículos sobresaíndo nos corredores.

Aínda que non hai ningunha investigación que o apoie os cubículos con colchón sobre bases co 2-3% de pendente non xeran problemas.

Cando os cubículos están dispostos cabeza con cabeza permiten aforrar espazo e facilitan o balanceo cara adiante, algunhas vacas poden saír a través do cubículo que se atopa en fronte ou quedaren presas entre as barras de retención. Para evitar estas situacións pode colocarse un elemento disuasorio entre as filas de cubículos (correas, cable ou tubo), que permita ás vacas lanzárense cara adiante sen obstáculos pero que impida o paso do animal. Estes elementos deben colocarse a unha altura de 86 a 100cm.

Cando as vacas dispoñen de cubículos confortables pasan o 60% da xornada descansando, procuran comportamentos normais durante o descanso, evitan lesións, dor ou frustración, e contribúen a mellorar a limpeza dos animais.

As estabulacións ben deseñadas acurtan o período de adaptación, facilitan o acceso aos alimentos, a auga e as zonas de sombra, e contribúen a evitar lesións mellorando a saúde, a lonxevidade e o rendemento das vacas de leite.

2.9.2.- Área de pisos

Os corredores das estabulacións libres con cubículos deben cumprir unha serie de requisitos: ausencia de obstáculos que impidan o acceso a outras áreas, permitir que as vacas se crucen sen tocarse e que teñan a posibilidade de escapar ou guarecerse das vacas dominantes evitando corredores cegos (Juaristi et al., 2004). A presenza de vacas con cornos obriga a incrementar o de espazo dispoñible e as vías de escape.

Os corredores deberán ser o máis anchos posibles, pero se o espazo é restrinxido deben ter unha anchura mínima de 300 cm para o corredor de circulación e 400 cm para o corredor de alimentación. Cando son mais estreitos acumulan moito esterco e dificultan o movemento dos animais, aumentando as lesións e os conflitos (Puigdomenech, 2005).

Para facilitar o tráfico recoméndase colocar un paso transversal cada 20 cubículos, cun ancho mínimo de 375 cm se teñen bebedoiro e 250 cm se non o teñen (Juaristi et al., 2004).

Os corredores deberán estar inclinados cara a esterqueira para facilitar a limpeza, cunha pendente máxima do 1% (Juaristi et al., 2004), ou dispor de listóns na maior parte ou na totalidade do piso.

O tipo de piso dos corredores é unha das partes mais críticas da instalación, debido ao seu efecto sobre as coxeiras (Stefanowska et al.,1998), que son mais frecuentes nas estabulacións libres que nos sistemas trabados (Bergsten e Herlin, 1996; Manske et al., 2002; Cook, 2003). O tipo de piso dos corredores inflúe no confort das vacas, a locomoción e a saúde dos cascos (Vokey et al., 2001; Telezhenko e Bergsten, 2005; Vanegas et al., 2006).

A elección do piso baséase principalmente en consideracións económicas (custo e resistencia) e na optimización dos procesos de limpeza e a posibilidade de mantelo, limpo e seco evitando que sexan esvaradíos (Berry, 2006; Rushen e Passillé, 2006). A falta de hixiene e a contaminación do casco co xurro e a urina son os principais factores predispoñentes das enfermidades que afectan ao casco (Berry, 2006).

As vacas prefiren pisos brandos no corredor de alimentación, pasando mais tempo de pé diante do comedoiro (Tucker et al., 2006b). Os pisos con alfombras de goma proporcionaban vantaxes respecto ao formigón, especialmente no período do periparto (Bergsten e Frank,

1996). Se ben, o piso común nas estabulacións libres adicadas ao leite é o formigón debido á súa resistencia e durabilidade, dispoñibilidade, custo e facilidade de limpeza (Barnes, 1989; Stefanowska et al., 2001). Estes pisos resultan esvaradíos e dada a súa dureza e abrasividade predispoñen á aparición de coxeixas (Webb e Nilson, 1983; Bergsten e Frank, 1996), e reducen a expresión de certos comportamentos coma o celo, a alimentación ou a hixiene. Os pisos de formigón son demasiado abrasivos durante os 2 primeiros anos e despois mais esvaradíos (Hultgren, 2002). Diferentes autores recomendan o raiado dos pisos de formigón para proporcionar mellor agarre e unha base de apoio mais firme e evitar esvaróns o que reduce o número de lesións e facilita a expresión dos celos. O método máis empregado é o raiado en sucros paralelos, orientados na dirección da limpeza, ben sexa cunha anchura de 12,5 cm, unha profundidade de 1,15 cm e unha separación de 7 cm, ou sucros de 8 cm de ancho con profundidade media de 7,5 cm e 7 cm de separación.

Outra opción son os pisos con listóns de formigón aínda que recentemente se recubren de goma (Hultgren e Bergsten, 2001). Esta última opción proporciona unha superficie branda para mellorar a saúde dos cascos á vez que facilita a limpeza co conseguinte aforro de man de obra.

A instalación de alfombras de goma en certas áreas onde as vacas camiñan ou pasan unha cantidade significativa de tempo de pé mellora a saúde dos cascos (Jungbluth et al., 2003; Benz et al., 2002), a locomoción e o comportamento das vacas que padecen diferentes graos de coxeira (Telezhenko e Bergsten, 2005), polo que se está a converter nunha opción frecuente.

Norberg (2012) concluíu que pisos mais suaves parecen ter un impacto positivo nas vacas de leite especialmente en relación coas puntuacións de locomoción. As vacas confinadas en sistemas de estabulación que dispoñen de patios de palla tiñan menos trastornos dos cascos comparado con pisos cos listóns de formigón (Somers et al., 2003).

Os pisos brandos favorecen o excesivo crecemento dos cascos debido a que se trata dunha superficie pouco abrasiva (Kremer et al., 2006) aínda que existen opinións contrarias que indican que as taxas de crecemento neto non eran superiores (Vanegas et al., 2006). Ademais, a incidencia da coxeiras clínicas non estaba afectada polo tipo de piso cando se se fai un correcto recorte funcional dos cascos (Kremer et al., 2007). Unha posible alternativa é combinar pisos de goma e formigón nos corredores das estabulacións libres (Fjeldaas et al., 2001), aínda que as vacas coxas, que son as que necesitan pisos mais brandos, xeralmente non poden acceder a este recurso debido á dominancia das vacas sen coxeira.

Os pisos brandos melloran o benestar das vacas de leite e, a pesar de que non provocan un

incremento da produción, ou non reducen os recontos de células somáticas (Kremer et al., 2012).

O uso de pisos de goma mellora a eficiencia reprodutiva facilitando a detección do celo, reducindo intervalo parto-1ª inseminación e aumentando taxa de concepción ao primeiro servizo, esta mellora relaciónase co incremento da inxesta de materia seca (Kremer et al., 2012). Os pisos amortecidos facilitan a detección dos celos, xa que superficies con alta adherencia proporcionan un comportamento estral mais intenso e duradeiro (Larkin et al., 2003; Britt et al., 1986; De Silva et al., 1981).

A principal conclusión é que pisos cómodos melloran o benestar das vacas de leite, a saúde dos cascos (Benz, 2002; Vanegas et al., 2006), a locomoción (Telezhenko e Bergsten, 2005) e a expresión dos celos e o rendemento reprodutivo (Kremer et al., 2007; Platz et al., 2008).

2.9.3.- Área de alimentación

As vacas de leite en estabulación libre pasan a meirande parte do tempo descansando nos cubículos, pero cando están fóra dos mesmos dedican a meirande parte do tempo a comer, ocupando entre 4 e 6 horas diarias (Fregonesi et al., 2004). A produción de leite mellora cando se favorece o consumo de alimentos o que indica a importancia do deseño da área de alimentación. Ademais, o deseño deberá facilitar a distribución dos alimentos e a limpeza do comedero, aforrando tempo e man de obra, e reducir as perdas debido á selección do alimento. Un mal deseño da área de alimentación pode reducir a inxesta de alimento e aumentar os niveis de agresión fronte aos animais de menor rango, cos conseguíntes efectos negativos no benestar animal, na fertilidade e na produción (Rioja, 2009). A área de alimentación das estabulacións libres dispónse en liñas simples ou dobres, de comederos corredíos delimitando un corredor de alimentación. A zona de aporte de alimento debera ser o suficientemente ancha para facilitar a distribución mecanizada, sendo de 3 m para liñas simples e de 4 m para as dobres.

Como xa comentamos anteriormente as vacas prefiren un piso suave e brando no corredor de alimentación. A separación entre os animais e o comedero é, xeralmente, un pequeno muro con perfís metálicos que só permiten introducir a cabeza, podendo delimitar un espazo para cada animal. Cando se delimita, xeralmente utilízanse cornadizas de diferentes tipos, que poden ser autotrabantes para facilitar o manexo dos animais.

O comedero e a cornadiza deben respectar á morfoloxía e comportamento dos animais de xeito que faciliten o acceso ao alimento e eviten perdas e impidan posibles lesións.

A intensificación dos sistemas de produción animal determina a convivencia de animais en estreita proximidade formando grupos numerosos o que lles obriga a competir por uns recursos que son limitados (Val-Laillet et al., 2008), incrementando as interaccións agresivas e aumentando os niveis de estrés e de medo (Rodenburg e Koene, 2007). Estas condicións permiten incrementar a produción de leite, pero comprometen o benestar dalgúns animais, xeralmente as xovencas. Polo tanto en rabaños estabulados é importante ter en conta o tamaño do grupo, a densidade de poboación e a distribución dos recursos (Estévez et al., 2002).

Nas estabulacións libres recoméndase un espazo mínimo de 0,6 m por vaca no corredor de alimentación (Grant e Albright, 2001; Juaristi et al., 2004), aínda que algunhas investigacións indican que o espazo por vaca pode reducirse hasta 0,2 m sen que afecte á produción ou ao tempo empregado en comer (Friend et al., 1977; Collis et al., 1980).

O tamaño do animal pode definir o espazo de separación mínimo entre dous animais, de xeito que se o ancho da cadeira dunha vaca de raza Holstein pode superar os 0,5 m (Enevoldsen e Kristensen, 1997) e o corpo normalmente é lixeiramente mais ancho ca cadeira, un espazo de 0,5 m por vaca resulta claramente insuficiente. Cando o espazo dispoñible aumenta, as interaccións agresivas redúcense e aumenta o tempo de alimentación, especialmente nas vacas de menor rango (DeVries et al., 2004). O incremento do espazo de alimentación dende 0,5 a 1 m aumentaba a actividade nun 24% logo de proporcionarlles alimento fresco. Este aumento provocaba que os episodios de alimentación foran mais curtos e frecuentes, diminuíu o número de interaccións agresivas e os desprazamentos, aumentando a produción de leite, pero as diferenzas non foron estatisticamente significativas (Rioja, 2009).

A redución do espazo de alimentación non afecta ao tempo que as vacas gastaban comendo (Friend et al., 1977; Collis et al., 1980), pero algunhas non tiñan acceso ao alimento nas horas punta, véndose obrigadas a cambiar os seus patróns de alimentación para manter o consumo (DeVries et al., 2006; Ferris et al., 2006; Hosseinkhani et al., 2008), alimentándose a outras horas do día ou pola noite (Forbes, 1995).

A maioría dos gandeiros ofrecen alimento fresco unha ou dúas veces ao día, malia o recomendable é facelo con maior frecuencia para reducir a competencia e garantir unha distribución mais equitativa dos recursos (DeVries et al., 2005). A área do comedero deberá estar sempre cuberta para protexer aos animais e o alimento da choiva e das radiacións do sol. A superficie do comedero deberá ser lisa e recuberta dun material axeitado (aceiro inoxidable, baldosas, PVC, etc.) para facilitar a súa limpeza (Álvarez et al., 2010). Existen

poucos estudos ao respecto da limpeza dos comedeiros, pero sempre se deberán limpar antes dunha nova descarga. Os restos de alimento desvirtúan a ración orixinal e parte deses restos poden estar fermentados alterando o alimento fresco, isto é especialmente importante en épocas de calor ou cando se usan racións con ensilados ou bagazos.

O 87% do leite é auga polo que unha vaca de produción media-alta debería consumir entre 100-140 litros diarios de auga, variando co tipo de alimentación e a época do ano. O consumo repártese entre 5 e 10 veces, inxerindo 4-12 litros en cada ocasión nun tempo de 5 a 10 minutos. A auga debe estar limpa, a unha temperatura de entre 15º e 27º C e non conter contaminantes nin bacterias.

As vacas deben ter acceso libre á auga e estar tranquilas mentres beben, sen que se produzan aglomeracións nin teñan que realizar desprazamentos longos. A posición no bebedeiro será o mais natural posible e terá unha anchura entre 35 e 50 cm para permitir beber co pescozo lixeiramente estirado (cun ángulo de 60º entre a cabeza e o pescozo aproximadamente) afundindo o morro entre 5 e 10 cm na auga. A altura recomendable á que deben situarse os bebedeiros é de 70 ou 100 cm, se ben en zonas mais espaciaosas poderían colocarse mais abaixo sen que exista o risco de que as vacas defequen neles (Alboquers, 2006) . Se as necesidades construtivas obrigan a situar os bebedeiros a maior altura a anchura dos mesmos ten que ser maior, e se pola contra teñen que situarse mais baixos a anchura deberá ser inferior (Alboquers, 2006).

A profundidade dependerá do caudal, a maior caudal menor profundidade, xa que se requiriran menos reservas para satisfacer as necesidades dos animais. A profundidade recomendable é de 25 a 40 cm, para que os animais podan afundir o morro 5 ou 10 cm (Alboquers, 2006).

O caudal deberá ser suficiente para non ter que escoitar o ruído que fan as vacas intentando beber nun bebedeiro sen auga, permitindo a recuperación no nivel da auga mentres a inxiren a saciedade. O caudal recomendado é de 10 litros/vaca por minuto, tal que un bebedeiro para 10 vacas requirirá un caudal de 100 litros/minuto (Alboquers, 2006). Estas demandas aumentan cando as vacas saen da sala de muxidura e poden inxerir ata 10-15 litros/ minuto, de xeito que necesitaríanse 1000-1500 litros de auga para que beban 10 vacas á vez.

Aconséllanse bebedeiros de 2 m de lonxitude, para que dúas vacas poidan beber simultaneamente e dispor de un por cada 15-20 vacas (Alboquers, 2006). Se o número de puntos de auga é reducido as vacas amoréanse na zona do bebedeiro, co risco de sufrir esvaróns ou lesións, e as de menor rango social terán restrinxido o acceso a auga.

O material mais axeitado para os bebedoiros é o aceiro inoxidable xa que resulta mais fácil a súa limpeza e teñen maior durabilidade, os sistemas xiratorios de vaciado rápido, resultan mais caros, pero son mis fáciles de limpar. O plástico ou a fibra de vidro tamén presentan algunha destas vantaxes, se ben teñen outros inconvenientes, por exemplo non incorporan sistemas de volteo. O cemento ou o ferro galvanizado resultan mais económicos, pero son mais difíciles de limpar, oxídanse e facilitan a proliferación de algas (Sánchez Rodríguez, 2004).

Os mellores lugares para situar os bebedoiros son as proximidades da zona de alimentación e a saída da sala de muxidura, buscando sempre lugares espazosos para non obstruír os corredores ou a zona de cubículos. Deberán distribuírse uniformemente por toda a corte e situarse en zonas de piso formigonado e ben drenado, sempre lonxe da zona de descanso para evitar asolagamentos. Nas estabulacións libres os bebedoiros sitúanse frecuentemente nas zonas de paso entre as filas de cubículos ou entre os cubículos e o corredor de alimentación. Non deben ubicarse nas cornadizas, xa que reducen o espazo de alimentación, lúxanse e xeran humidades.

Os bebedoiros situados preto do exterior poden conxelarse no inverno impedindo o acceso a auga, aínda que existen sistemas con serpentíns de auga quente ou con quentadores eléctricos que permiten manter a temperatura. As vacas prefiren auga tépeda despois da muxidura, unha boa opción é reciclar a auga procedente das placas de refrixeración do leite.

2.9.4.- Área de muxidura

A muxidura é a actividade mais importante no proceso produtivo e os gandeiros empregan arredor do 50% do seu tempo na mesma. A xestión da muxidura debe estar encamiñada a garantir a calidade do leite, reducindo ao mínimo a contaminación microbiana, química e física.

A xestión da muxidura implica aspectos para obter o leite de forma rápida e eficaz, asegurar a saúde e o benestar das vacas e garantir a calidade do leite. Así, a muxidura debe respectar as necesidades fisiolóxicas dos animais e garantir as condicións hixiénico sanitarias.

Os animais non deben muxirse en exceso ou de maneira insuficiente para evitar danos ou dor na ubre o nas mamilas e debe resultar comfortable para garantir o benestar.

Tanto se a muxidura é manual como mecanizada débese extremar a hixiene do persoal, das ubres e dos equipos de muxidura (Barkema et al., 1999; Breen et al., 2009).

Existen dous sistemas de muxidura, en praza e en sala (Callejo, 2007; Reinemann, 2003) con

diferentes graos de mecanización:

- **Muxidura en praza:** con caldeiro ou con condución de leite, cun máximo de 4 unidades, emprégase unicamente en explotacións pequenas e con pouca capacidade de investimento. A muxidura con condución está indicada para rabaños de tamaño medio e é típica das estabulacións trabadas (propia dos países escandinavos onde o clima invernal limita a posibilidade de estabulación libre). Para facilitar o movemento das unidades entre prazas pode colocarse unha guía para colgalas e trasladalas con mais comodidade. Para necesidades puntuais a muxidura con caldeiro segue a ser unha solución práctica (por exemplo para muxir unha vaca na corte de enfermería).

- **Muxidura en sala:** cun local separado do resto de áreas da explotación é imprescindible en estabulacións libres e pode ser de distintos tipos, cada un deles coas súas vantaxes e desvantaxes.

Os tipos máis frecuentes son as de tipo espiña (normal ou con saída rápida), en paralelo, a tándem e a rotativa.

As principais diferenzas radican na entrada das vacas (de maneira individual ou por lotes) e a posición dos animais respecto do foso que determina que a muxidura sexa lateral ou traseira. Nas salas con saída rápida as vacas entran en lotes, unha tras doutra e sóltanse todas á vez levantando unha barreira dianteira que permite axilizar a saída.

Os principais tipos son:

Paralelo clásico (FLAT-BARN): As vacas entran en lotes unha tras doutra e sitúanse perpendicularmente ao foso. A muxidura é traseira e precisan unha sala de espera frontal. A sala precisa unha anchura de 11 metros, considerando un foso de 2 m, e unha distancia entre ubres de 750 mm, este sistema consegue altos rendementos de traballo (entre 30 e 60 vacas hora/home).

Tándem: As vacas entran na sala de unha en unha (sala individual) segundo se vai desocupando cada praza de muxidura e sitúanse paralelamente ao foso que ten unha profundidade de 900 mm. A muxidura é lateral o que permite observar ben aos animais durante o proceso. Cando as entradas e saídas están ben deseñadas e automatizadas pódense conseguir rendementos moi elevados (50 e 80 vacas hora/home), se ben a superficie construída por cada praza de vaca é maior (2,5 m entre ubres).

Espiña de peixe: As dimensións pódense adaptar a rabaños de tamaño moi diverso, oscilando

entre 8 (4 a cada lado do foso) ata 48 prazas (24 prazas a cada lado do foso). As vacas colócanse a ambos lados dun foso, nun ángulo que ven determinado pola porta de saída e que é aproximadamente de 35° C con respecto á liña do foso. A anchura da sala debe ser duns 5 m (foso de 2 m). Acádanse altos rendementos cando as vacas de cada quenda son dun nivel produtivo similar (ata 100 vacas por hora/home).

Espiña de peixe con saída rápida (dúas posibles modalidades: contención dianteira rotativa ou hidráulica): Os mellores rendementos acádanse cando non se subministra concentrado nelas, empréganse barras rectas, entradas frontais sen portas, patios circulares con portas de peche automático e unha axeitada rutina de muxidura.

Rotativas: En paralelo para a muxidura exterior e en espiña de peixe ou rotativa tándem para a muxidura interior; indicadas para explotacións con elevado número de vacas, obtendo rendementos elevados. As vacas entran dunha en unha e ocupan unha praza mentres a plataforma vai xirando. Precisan dunha sala de espera frontal.

Poligonais: Para rabaños moi grandes, poderíanse acadar rendementos entre 7-17% máis altos que en espiña de peixe do mesmo número de unidades de muxidura.

- **Muxidura robotizada.** Os avances tecnolóxicos dos últimos anos permitiron a muxidura automatizada mediante o emprego de robots aos que as vacas acceden libremente atraídas xeralmente por un sistema de dosificación de concentrado. O robot de muxido permite un manexo individualizado dos animais, principalmente da alimentación (Bach e Cabrera, 2017). O principal obxectivo é maximizar a capacidade produtiva diaria de cada animal (o número de litros diarios obtidos), pero iso require dunha boa xenética e axeitada nutrición. Está indicado para explotacións con máis de 40 cabezas de gando e cada vez máis se orientan á explotacións industriais (Caja e Ayadi, 2004).

O sistema de muxidura deberíase escoller segundo as características propias de cada explotación seguindo os seguintes criterios (Callejo, 2007):

- Técnicos e económicos (estudo da inversión e o rendemento esperado). Deberán analizarse as inversións necesarias para cada tipo de instalación e confrontarse cos rendementos esperados, e ambos factores co resto das circunstancias propias da explotación.

- Outros: comerciais (nalgúns casos prevalece o interese comercial dos vendedores sobre as necesidades do gandeiro), comodidade (fronte á inversión antepoñen a comodidade e a seguridade do operario na muxidura) e a moda.

Un aspecto crítico da muxidura é a limpeza, tanto na área de traballo coma na leitería a fin de obter leite de calidade, manter un horario fixo e manter unha rutina de muxido, manexar os animais con tranquilidade e realizar un mantemento periódico da maquinaria (Juaristi et al., 2004).

Nos sistemas de muxidura en sala distínguense 3 zonas con características e funcións ben diferentes: A antesala, que comunica directamente coa nave onde se aloxan as vacas; a sala de espera, zona de maior tensión para as vacas de leite (Lorenzen, 2011); a sala de muxidura propiamente dita.

O acceso á antesala deberá realizarse por corredores amplos, cun mínimo de 3 metros de ancho para lotes inferiores a 90 vacas, se o número de animais é maior deberá ampliarse ata os 5 m. A superficie mínima por vaca deberá ser de 1,3 m², o piso deberá estar raiado en dirección perpendicular ao foso de muxidura e deberá ter unha pendente do 2-3% . O espazo debe estar ben ventilado. Durante o inverno é suficiente a ventilación natural mediante aberturas de 7,5 m e de 0,25 m por debaixo dos beiriles colocando unha cada 3 m, pero no verán deberán incrementarse abrindo totalmente o lateral ou parcialmente mediante fiestras abatibles (Juaristi et al., 2004).

O deseño da sala de espera tratará de reducir o estrés previo á muxidura. Os corredores de entrada e saída deberán ser rectos, cada animal deberá dispoñer de 1,3 m², e haberá espazo suficiente para aloxar alomenos 2 ou 3 bandas de muxidura (número de prazas da sala), a pendente debe ser arredor do 3% para facilitar a limpeza, e os pisos deben estar raiados para prever esvaróns ou caídas e a iluminación será maior que a da sala de espera (Fernández Vázquez, 2005). Recoméndase instalar un sistema automático para empurrar as vacas cara a sala de muxidura, que permita reducir a superficie útil a medida que os animais van entrando na sala. Deste xeito pode axilizarse a tarefa de muxidura, malia o emprego excesivo do sistema pode provocar estrés (Juaristi et al., 2004).

A capacidade da sala de muxidura está condicionada por varios factores como son: a rutina de muxidura, o deseño da sala de espera, a distribución dos lotes de vacas en produción, o nivel de automatización da sala de muxidura, o deseño das entradas e saídas do gando, a habilidade dos operarios, o uso de sistemas mecánicos para empurrar as vacas, a existencia de retiradores automáticos das protectoras das mamilas, etc.(Fernández Vázquez, 2005).

A eficiencia da sala de muxidura pode medirse en nº vacas/hora, vacas/punto de muxidura, vaca/operario ou litros/operario. O número de vacas muxidas á hora aumenta un 10-12% nas salas de nova construción respecto as reformadas, debido a que éstas últimas non permiten un fluxo axeitado na entrada e na saída de animais (Smith et al., 2005).

A mala hixiene dos animais afecta á calidade do leite e reduce nun 20% o número de vacas muxidas á hora (Smith et al., 2005).

As salas menos eficientes son as denominadas autotandem e as mais eficientes as paralelas, superando ás de tipo espiña porque son un 35% mais curtas, o que reduce o número de animais que defecan ou ouriñan (Wagner et al., 2001).

As salas rotativas deberán contar con alomenos 50-60 postos para ser eficientes, xa que isto permite que os animais poidan estar 9 minutos muxíndose, e a súa capacidade deberá permitir a muxidura dun 90% das vacas nun so turno (Armstrong et al., 2001).

Para garantir o confort dos animais hai que procurar que a duración da muxidura sexa inferior a unha hora por lote, o que reduce o estrés dos animais por estar de pé sobre o cemento e os amoreamentos na sala de espera (Juaristi et al., 2004). O número de animais por lote deberá ser múltiplo da capacidade da sala para evitar ciclos medio baleiros, no caso das salas en espiña e en paralelo o tamaño dos grupos deberá cuadruplicar a capacidade da sala.

A complexidade da sala de muxidura (presenza de moitos elementos construtivos, maquinaria) prolonga o tempo de adaptación das vacas e incrementa o seu estrés (Juaristi et al., 2004).

No momento de escoller o tipo de sala de muxidura hai que valorar diversos factores: o número de vacas a muxir (e posibles incrementos), o número diario de muxiduras (2 ou 3), o espazo da sala de muxidura, o rendemento da sala de muxidura (nº vacas/hora, aumenta coa automatización), o tempo de muxidura esperado, a capacidade de investimento e as preferencias persoais. É moi importante ter en conta o espazo dispoñible para a sala de espera xa que afecta ao estrés dos animais (Callejo, 2007).

A sala elixida debe permitir unha entrada cada 11-12 segundos, unha muxidura cada 9 minutos (tempo no que están postas as protectoras das mamilas) e ter unha eficiencia superior ao 80%.

2.9.5.- Area de ventilación

Os animais son capaces de adaptarse ao ambiente térmico dunha área xeográfica despregando mecanismos termorreguladores para manter a homeotermia.

Cando un organismo é incapaz de responder as altas temperaturas eliminando a calor de forma activa aparece o estrés por calor. Esta situación reduce o consumo de materia seca,

aumenta as perdas de auga e minerais, altera o equilibrio ácido-base, modifica o fluxo sanguíneo aos órganos e provoca cambios bioquímicos e endocrinos (West et al., 2003; Arias et al., 2008).

A calor ten efectos adversos sobre a produción de leite e a reprodución, afectando especialmente aos animais de maior potencial produtivo (West et al., 2003). A nivel reprodutivo o estrés térmico provoca diversas alteracións na foliculoxénese, a ovulación, a duración e expresión do celo, a viabilidade espermática no tracto xenital feminino, o desenvolvemento embrionario temperá e o crecemento fetal.

Nas estabulacións modernas as vacas leiteiras pasan mais do 90% do día nas cortes, de xeito que cando se deseñan é preciso prestar especial atención a humidade e a ventilación, xa que son dous parámetros moi importantes para garantir o benestar.

A humidade relativa requirida polo gando vacún oscila entre o 65-75%, e cando se supera aparecen diversas enfermidades (mamites, metrites, problemas podais e respiratorios). Para combater o exceso de humidade as zonas formigonadas deberán ter unha pendente suficiente para facilitar a saída da auga, canlóns e baixantes para recoller as augas pluviais e, en caso de necesidade, drenaxe debaixo dos pisos.

A ventilación deberá garantir a renovación permanentemente do aire, aportando osíxeno, evacuando os gases nocivos, os malos olores, o po e os patóxenos, e facilitar o control da temperatura e da humidade ambiental. A presenza de moitas arañeiras e un signo indicativo da falta de correntes de aire nas instalacións (Juaristi et al., 2004). Unha mala ventilación provoca un acumulo de gases tóxicos (amoníaco, sulfhídrico, dióxido de carbono, etc.) que resultan prexudiciais para os animais, xa que desprazan o osíxeno e irritan as vías respiratorias. Unha mellora do sistema de ventilación pode chegar a producir un incremento do 20% na cantidade de leite producida (Lorenzen, 2011).

O obxectivo é que no interior da nave a concentración de amoníaco (NH_3) sexa inferior a 20 ppm; o dióxido de carbono (CO_2) no inverno menor a 1400 ppm e no verán menor de 350 ppm; mentres que o amonio (CH_4) debe ser inferior a 1000 ppm; e o H_2S menor de 10 ppm (Juaristi et al., 2004).

A temperatura óptima para as vacas de leite sitúase entre os 13 e 18 °C, pero na maior parte da xeografía española supéranse con facilidade os 25° C, polo tanto unha das principais preocupacións dos produtores de leite deberá ser evitar o estrés térmico (Juaristi et al., 2004). Nas estabulacións libres debe proporcionarse protección fronte á radiación solar directa e maximizar as perdas de calor por evaporación, o que se logra aumentando o fluxo de aire e

coa colocación de aspersores de auga.

Diversos aspectos do deseño contribúen a mellorar a ventilación natural: á orientación das naves, a anchura das mesmas, a altura das paredes laterais, a pendente da cuberta ou a presenza de aberturas no cume. Nos climas extremadamente cálidos é preciso instalar sistemas de refrixeración suplementarios, incluso en cortes con boa ventilación natural, para lograr un grado de confort axeitado.

En naves abertas a ventilación natural lógrase en sentido horizontal, debido á diferenza de temperaturas entre a fachada Norte e Sur, e en sentido vertical, a través da corrente ascendente do aire quente (Sánchez Rodríguez, 2004). Nos edificios pechados as entradas e saídas de aire deberán garantir unha velocidade de renovación do aire que non sexa superior aos 0,5m/s no nivel dos animais.

A velocidade de renovación do aire dependerá da temperatura externa, xa que en climas moi fríos ou durante invernos extremos será necesario reducila e incrementar a densidade animal (Callejo e Jimeno, 1999).

A mellor protección contra a radiación directa proporciona a orientación este-oeste facilitando o movemento da sombra.

O tamaño das naves e o deseño poden influir nas taxas de ventilación. A medida que aumenta a anchura da construción requírese un maior fluxo de aire a fin de proporcionar unha axeitada ventilación. Mújica (2005) recomenda unha abertura no cume de 1cm. de ancho por cada 65 cm de anchura da nave. A pendente da cuberta pode mellorar ou reducir o fluxo de aire a través das aberturas do cume.

Estabulacións onde as paredes laterais están completamente abertas teñen taxas de ventilación que exceden as recomendacións. Nas estabulacións libres as paredes laterais deberían ter entre 4-5 m. de altura cun mínimo dun 70% aberto. Polo xeral indicase que como mínimo deberían ter 3,7m. de altura e aínda que se comprobou que alturas superiores melloran a refrixeración, non se recomiendan alturas superiores aos 5m.

Recoméndase a colocación de mallas para evitar correntes de aire, preferiblemente de cor clara para deixar pasar a luz. Tamén se poden empregar placas onduladas de poliéster estratificado de cor clara ou chapa, ou outros materiais coma lonas plásticas, pacas, etc. Para unha mellor ventilación recoméndanse paredes de alomenos 3,7 m de altura e un tecido de malla cunha abertura de 5cm por cada 3 m.

Se ben a colocación de mallas presenta tamén desvantaxes. Se os cubículos se sitúan contra a parede desgástanse polo efecto das vacas ao erguerse. Neste caso as cortinas poderían protexerse con paneis metálicos, malia así restrínxese o espazo frontal dos cubículos diminuíndo o fluxo de aire. Outra opción sería deixar un corredor entre os cubículos e a parede para protexer as mallas que proporciona ás vacas mais espazo para balancearse cara adiante á vez que mellora o fluxo do aire. A principal vantaxe da instalación de cortinas é que sen representar un custo engadido moi importante, proporciona unha gran mellora no confort.

En climas cálidos son precisos equipos de refrixeración suplementarios para conseguir altos niveis de produción. Consegur un sistema de refrixeración eficaz nunha estabulación libre con cubículos esixe a colocación de ventiladores na zona de cubículos e un sistema de aspersión na zona de alimentación.

O uso de aspersores que mollan as vacas na zona de alimentación permiten reducir o estrés por calor cando a auga se evapora. Utilizar ventiladores para aumentar a circulación de aire non só contribúe ao arrefriamento do corpo na superficie das vacas senón que aumenta as taxas de evaporación movendo aire mais seco e menos húmido sobre a superficie dos animais.

A separación entre os ventiladores debe ser de entre 9m. e 12m. dependendo do tamaño dos ventiladores e deben funcionar cando a temperatura acada os 21°C. Os sistemas de aspersión deben mollar as vacas e logo apagarse permitindo así que a auga se evapore antes de comezar outro ciclo. Os aspersores deben funcionar cando a temperatura supere os 24°C.

O acceso á auga é outro factor crítico para manexar o estrés por calor, xa que a inxesta de auga aumenta a medida que aumenta a temperatura. Débese procurar un volume de auga suficiente para todas as vacas e un espazo por vaca axeitado no bebedeiro, ter en conta a ubicación dos bebedeiros e a anchura dos pasos onde se ubican, e o correcto deseño do sistema de subministro de auga.

Debe procurarse un bebedeiro en cada paso lateral, cun máximo de 25 cubículos entre cada paso. Os pasos laterais deben ter alomenos 4 m. para permitir o paso das vacas mentres outras están bebendo.

Para un mellor illamento térmico deben empregarse materiais de construción con características higrótérmicas co obxectivo de manter no interior da nave as condicións axeitadas. Entre os diferentes materiais que se poden empregar sinalamos os vexetais (cortizas, aglomerado de madeira, palla comprimida, etc.), minerais (la de vidro, la de rocha, arxilas expandidas, peroliñas, formigón celular, etc.) e de síntese (poliuretanos e poliestirenos

en placa e espuma, etc.).

Instalacións gandeiras mal illadas e con sistemas de climatización deficiente favorecen a presenza de altas concentracións de diferentes gases producidos polo gando e as súas dexeccións, proporcionando un ambiente agresivo para os elementos estruturais do edificio e un medio de vida nocivo para o gandeiro e o gando (Juaristi et al., 2004).

En sitios fríos, a presenza de vapor de auga por condensación nos teitos e paredes é un marcador das pontes térmicas e dos elementos peor illados, o que favorece a degradación dos materiais da construción (formigón e metais principalmente) que a longo prazo provocan a ruína da construción .

Garantir unha boa iluminación, con períodos de 16-18 horas de luz continuada e 6-8 horas de escuridade contribúen a obter respostas positivas na produción de leite (entre 8-10%) que se observan ao mes dende o inicio do tratamento (Juaristi et al., 2004).

Debe aproveitarse a luz natural durante o día, colocando placas translúcidas no teito (10% da superficie total do mesmo), quedando ben iluminados os comedeiros e bebedeiros (Buxadé, 1998). A iluminación artificial emprégase como complemento da natural nos días máis escuros e durante a noite. A elección do tipo de luz (fluorescente, lámpada de vapor de sodio, etc) debe facerse de acordo co rendemento e a altura da montaxe máis axeitada para a nave (Lorenzen, 2011).

CAPÍTULO 2. OBTETIVOS

O obxectivo deste estudo foi determinar o benestar animal que aportan as granxas de vacún de leite na Provincia de Lugo e a súa implicación na produción e na reprodución, co fin de detectar as debilidades e fortalezas das explotacións leiteiras, e establecer pautas de mellora que permitan mellorar a rentabilidade e a viabilidade das explotacións.

Para acadar este obxectivo xeral plantexáronse os seguinte obxectivos específicos:

- 1.- Avaliar o grao de benestar animal que aportan as explotacións (en cubículos) de gando vacún leiteiro da provincia de Lugo. Detectar as principais debilidades e as fortalezas.
- 2.- Determinar como inflúe o nivel de benestar na reprodución.
- 3.- Determinar como inflúe o nivel de benestar na produción.
4. Determinar como inflúen as instalacións e o manexo na prevalencia de coxeiras.

CAPÍTULO 3. MATERIAIS E MÉTODOS XERAIS

Para determinar o benestar animal que aportan as granxas de vacún de leite realizáronse visitas a un número significativo de establos ubicados na Provincia de Lugo e recopiláronse datos relacionados cos animais e co sistema produtivo, as instalacións e ou seu mantemento, que de seguido se describen.

1.- GRANXAS

O estudo levouse a cabo en 187 granxas leiteiras da provincia de Lugo, situada en Galicia no noroeste de España, de importante tradición leiteira

As granxas nas que se levou a cabo o estudo estaban distribuídas por todo o territorio da provincia de Lugo, se ben estaban concentradas nas comarcas de maior tradición leiteira: A Mariña, Terra Chá, comarca de Meira, Lugo, comarca de Sarria e a Ulloa. Algunhas outras estaban situadas no sur da provincia, na comarca de Lemos cunha menor intensidade gandeira.

As granxas seleccionáronse a través dos veterinarios colaboradores responsables do control reprodutivo nas granxas de leite da provincia. O noso obxectivo era involucrar tantas granxas como fose posible naquelas comarcas con maior densidade de explotacións de leite.

As granxas seleccionadas utilizaban a estabulación libre, sistema habitual na zona do estudo, xa que a tendencia é que os sistemas trabados tendan a desaparecer. Na maioría das granxas (160) as vacas permanecían en estabulación permanente e só nunhas poucas (27) os animais tiñan acceso ao pasto ou a patios de terra por curtos períodos ou durante o bo tempo.

As vacas foron en todos os casos de raza Holstein, e non había en ningunha das explotacións femias doutras razas. O número medio de vacas en lactación por explotación foi de 55 (rango: 10-240), e o número total de vacas avaliadas foi de 9228 vacas. O número medio de lactacións foi de $2,5 \pm 0,5$ (rango: 1,7-4,9 e todas as granxas contaban con salas de muxido convencionais realizando dúas muxiduras diarias.

As granxas utilizadas utilizaban carros mesturadores e o mesmo tipo de materias primas para a elaboración das racións alimenticias. Polo xeral, as racións estaban baseadas na administración de forraxes, ensilado de millo e ensilado de herba, suplementados con concentrados e a cantidade axustábase tendo en conta a produción.

Todas as explotacións foron visitadas nunha única ocasión e sempre por un mesmo avaliador encargado da recollida dos datos.

2.- RECOMPILACIÓN DE DATOS

2.1.- *Datos obtidos da observación dos animais*

Os datos incluídos neste apartado están relacionados coa condición física e o comportamento dos animais. En cada granxa avalíouse o 80% dos animais para cada un dos parámetros especificados na Táboa 1.

Estas medidas recompiláronse durante a mañá arredor da primeira muxidura. En primeiro lugar trabáronse todas as vacas e determinouse en cada unha delas a condición corporal, as lesións nas abeacas e a hixiene. Posteriormente fóronse soltando de forma controlada para avaliar as coxeiras observándoas dende unha distancia media de 3 metros.

Tal e como indicamos anteriormente estes parámetros rexistráronse polo mesmo avaliador unha vez en cada unha das granxas.

Os valores correspondentes á condición corporal (CC) determináronse nunha escala do 1 ao 5 con intervalos de 0,25 puntos de acordo cos criterios establecidos por Ferguson et al., (1994). Para cada individuo relacionáronse os valores obtidos para a CC e os días en leite (DIM) segundo o establecido polo departamento de extensión de PennState University (2017). A partir desta correlación determinouse para cada unha das granxas a proporción de vacas con CC normal, baixa ou alta en relación cos DIM.

Para a puntuación da hixiene utilizouse a escala proposta por Cook (2002) que establece valores do 1 ao 4, na que 1 representa o nivel mais alto de limpeza e 4 o mais baixo. Para cada vaca puntuouse de forma separada a hixiene da rexión da perna, a ubre e o flanco. En cada unha das granxas calculouse de forma separada a proporción de vacas con sucidade nas patas, a ubre e os flancos (é dicir, puntuacións iguais o superiores a 3 para calquera das tres medidas consideradas)

As lesións nas abeacas rexistráronse coma presentes ou ausentes, e non se consideraron diferentes graos de intensidade. Estas lesións avaliáronse nas articulacións dos tarsos e calculouse a porcentaxe de vacas con lesións (rabuños, inchazóns, abrasións ou traumatismos) nunha ou nas dúas extremidades

As coxeiras cualificáronse segundo os criterios descritos por Sprecher et al. (1997) nunha escala do 1 ao 5, donde se lles outorgou unha puntuación de 1 as vacas sans e de 5 as vacas con coxeiras graves.

Táboa 1. Puntuacións dos indicadores de benestar animal.

PARÁMETRO	Niveis	DESCRIPCIÓN	REFERENCIAS
Condición corporal	1	Delgadeza extrema	Ferguson et al. (1994)
	2	Delgadeza	
	3	Condición corporal (CC) óptima	
	4	Engraxamento	
	5	Obesidade extrema	
Puntuación da coxeira	1	Marcha normal co lombo recto. Pasos largos e confiados.	Sprecher et al. (1997)
	2	Marcha lixeiramente anormal. Lombo arqueado durante a marcha	
	3	Lombo arqueado durante a marcha e en estación. Pasos curtos nunha ou mais extremidades. Arrastra o membro oposto ao afectado.	
	4	Lombo arqueado durante a marcha e en estación. Favorece unha ou mais extremidades, pero soporta o peso nelas. Arrastra de xeito evidente o membro oposto ao afectado.	
	5	Lombo arqueado de xeito pronunciado. Rexeita moverse, e non carga o peso sobre a extremidade afectada.	
Puntuación da hixiene parte inferior das extremidades/ubre/parte superior das extremidades e flancos	1	Limpo. Con pouca o ningunha mancha de esterco	Cook (2002)
	2	Limpo. Só con lixeiras salpicaduras de esterco	
	3	Luxado. Placas de esterco ben marcadas	
	4	Moi Luxado. Grandes placas de esterco	
Lesións nas abeacas	Non	Sen lesións	
	Si	Perda de pelo, úlceras ou inchazón	

2.2.- Datos obtidos da observación das instalacións

Outro grupo de datos estaban relacionados co sistema produtivo, as instalacións e o seu mantemento.

Os datos recollidos, detallados na Táboa 2, consideran cinco áreas das instalación: área de descanso, área de circulación, área de alimentación, área de ventilación e outros aspectos relativos ao sistema produtivo e o manexo dos animais. Cada un dos parámetros foi avaliado de acordo coa súa adaptación ás exixencias para garantir o benestar animal.

Para cuantificar as diferentes medidas de distancias utilizáronse un medidor láser ou unha cinta métrica en función da maior o menor magnitude.

Táboa 2. Parámetros cuantificados relativos ao deseño das instalacións nas granxas avaliadas

ÁREA	OBJECTIVO BENESTAR			REFERENCIAS
	PARÁMETRO	SI	NON	
Área de descanso	Sobrepoboación	≤100	>100	Fregonesi et al. (2007a)
	Sala de corentena	Existe	Non existe	Laurence (2014)
	Sala de partos	Existe	Non existe	Vasseur et al. (2010)
	Cama seca	Existe	Non existe	Fregonesi, et al. (2007b)
	A superficie da cama está nivelada	Si	Non	Drissler et al. (2005)
	Frecuencia de mantemento da cama (diarias)	≥2	<2	Drissler et al. (2005)
	Material da cama	Area/palla/colchón	Goma/cemento	Tucker and Weary (2001)
	Carbonato de calcio	Sí	Non	Fregonesi et al. (2007b)
	Ancho do cubículo	117-127cm	<117>127cm	Cook y Nordlund (2005); Hulsén (2007); Córdoba et al. (2012)
	Lonxitude ata a almofada	178–183 cm	<178/>183 cm	Cook and Nordlund (2005); Anderson (2007); Hulsén (2007)
	Altura da almofada	<15cm	15cm	Cook and Nordlund (2005); Hulsén (2007); Córdoba et al. (2012)
	Lonxitude total do	>270 cm	270 cm	Anderson (2007);

	cubículo			Hulsen (2007); Córdoba et al. (2012)
	Distancia ata a barra de retención do pescozo	178–183 cm	<178/>183 cm	Cook y Nordlund (2005); Anderson (2007); Córdoba et al. (2012)
	Altura da barra de retención do pescozo	117-127 cm	<117/>127 cm	Cook y Nordlund (2005); Anderson (2007); Hulsen (2007); Córdoba et al. (2012)
	Altura do bordo do cubículo	15-20 cm	<15/>20 cm	Anderson (2007); Córdoba et al. (2012)
Área de circulación	Ancho dos pasos laterais entre cubículos	≥250cm Sen bebedoiro ≥420 cm con abrevaderos	<250 cm Sen bebedoiro <420 cm con abrevaderos	Pereira et al. (2003)
	Ancho do corredor de alimentación	≥420 cm	<420 cm.	Pereira et al. (2003)
	Ancho do corredor traseiro	≥300cm	<300 cm	Pereira et al. (2003)
	Superficie dos corredores raída	Si	Non	Juaristi et al (2004); Telezhenko et al. (2007)
	Piso de goma	Si	Non	Telezhenko y Bergsten (2005); Telezhenko et al. (2007); Fjeldaas et al. (2011)
	Corredores cegos	Non	Si	Juaristi et al. (2004); Mulling et al. (2006)
	Pisos esvaradíos	Non	Si	Juaristi et al. (2004); Telezhenko et al. (2007)
	Pisos con listóns	Non	Si	Telezhenko y Bergsten (2005); Fjeldaas et al. (2011)
	Fosa de xurro debaixo da nave	Non	Si	
Animais	Acumulación de esterco nos corredores	Non	Si	Mulling et al. (2006)
	Presenza de ectoparásitos	Non	Si	Hulsen (2007)

	Presenza de moscas	Non	Si	Juaristi et al. (2004); Hulsen (2007)
	Presenza de vacas con cornos	≤ 1	> 1	Fraser et al. (2013)
	Presenza de vacas con amputación do rabo	Non	Si	Fraser et al. (2013)
	Distancia zona de fuga	≤ 75 cm	> 75 cm	Juaristi et al. (2004)
	Presenza de zonas con amoreamentos	Non	Si	Hulsen (2007)
	Acceso restrinxido aos recursos	Non	Si	Hulsen (2007)
	Recorte preventivo de cascos	≥ 1 /ano	Non	Lagger (2007); Cook et al. (2016)
	Colocación de pediluvios	Si	Non	Lagger (2007); Cook et al. (2016)
	Presenza de obxectos que aportan benestar (cepillos rascadores)	Si	Non	Hulsen (2007)
Alimentación	Superficie do comedero lisa e limpa	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Limpeza do comedero	≥ 1 /día	< 1 /día	Juaristi et al. (2004)
	Dispoñibilidade continua de alimento	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Comedero con sombra	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Comedero cuberto	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Altura do comedero	10-15cm	$< 10 / > 15$	Anderson (2007); Hulsen (2007); Trillo et al. (2017)
	Análise da auga	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Limpeza dos bebedeiros	≥ 1 /día	< 1 /día	Juaristi et al. (2004)
	Tipo de bebedeiro	De volteo	De volteo e fixos/ Só fixos	Juaristi et al. (2004)
	Lonxitude de bebedeiro/vaca	≥ 8 cm/vaca	< 8 cm/vaca	Trillo et al. (2017)

	Bebedeiro á saída da muxidura	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Ancho da trabadiza	≥60 cm	<60 cm	Trillo et al. (2017)
Ventilación	Orientación	Este-Oeste	Outras	Juaristi et al. (2004)
	Correntes de aire cara os animais	Si, lixeiras	Non / Si excesivas	Juaristi et al. (2004)
	Condensación	Non	Si	Juaristi et al. (2004)
	Illamento do teito	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Altura das paredes laterais	≤ 4 m.	>4 m.	Juaristi et al. (2004)
	Aberturas laterais	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Colocación de mallas laterais	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Altura do cume	≥60 m.	<60 m.	Juaristi et al. (2004)
	Sistemas de ventilación forzada	Si	Non	D'Emilio et al. (2017)
	Humidade	Non	Si	Juaristi et al. (2004)
	Presenza de arañeiras (escasa ventilación)	Non	Si	

2.3.- Parámetros reprodutivos

Os datos reprodutivos dos 12 meses anteriores obtivéronse dos rexistros facilitados polos veterinarios responsables do programa de control reprodutivo en cada unha das granxas. Os parámetros considerados foron os seguintes: intervalo parto-primeira inseminación artificial (IA), taxa de concepción na primeira IA, intervalo parto-concepción, taxa de detección de celo, fertilidade global, taxa de eliminación

2.4.- Parámetros produtivos

Os datos incorporados ao Programa de Control Leiteiro de Galicia, facilitados polos veterinarios, permitiron obter os seguintes datos: recuento de células somáticas (valor medio de células somáticas dos 12 meses anteriores), produción de leite por vaca e día (litros/vaca/día) e porcentaxes de graxa e proteína (valores medios dos 12 meses anteriores).

3.- ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os datos foron analizados mediante o programa SPSS versión 20.0 para Windows (SPSS INC, Chicago, IL, USA), considerando significativos os valores de $p \leq 0,05$.

Para a análise dos datos relacionados co benestar, os parámetros que cumpriron co obxectivo puntuáronse con 0 e os que non cumpriron co 1. Para cada un dos parámetros calculouse a porcentaxe de granxas que cumpriron co obxectivo. Despois, ordenáronse os parámetros segundo a porcentaxe e calculáronse os cuartiles. Os parámetros incluídos entre o 0% e o 25% (primeiro cuartil) foron clasificados coma os principais erros, mentres que os comprendidos entre o 75% e o 100% (cuarto cuartil) caracterizáronse coma as principais fortalezas das granxas da rexión do estudo.

Para determinar a influencia das instalacións as granxas foron cualificadas en función das medidas especificadas na Táboa 2, e asignóuselles unha puntuación de 0 se cumprían co obxectivo e de 1 se non o cumprían. A suma das puntuacións recibidas para cada granxa correspondía co número de parámetros que incumprían o obxectivo; e polo tanto, as puntuacións baixas relaciónanse con instalacións ben deseñadas. A puntuación total de cada granxa utilizouse para dividilas en quintiles (Táboa 3) a fin de conseguir: (1) ter un número suficiente de granxas en cada grupo, e (2) que as gandeirías do grupo 1 (consideradas granxas de alto rendemento) e as do grupo 5 (consideradas granxas con peor rendemento) estiveran o suficientemente alonxadas, de xeito que se puideran detectar as diferenzas.

As medidas baseadas nos animais e os parámetros produtivos e reprodutivos nas granxas do grupo 1 foron comparadas coas dos restantes grupos mediante ANOVA e a proba t de Dunnett. A proba exacta de Fisher utilizouse para comparar as medidas baseadas nas instalacións entre os grupos de granxas con mellor e peor rendemento. Tamén se usou ANOVA para comparar as medidas baseadas na produción e os parámetros reprodutivos entre granxas con ou sen saída ao exterior.

Para analizar as puntuacións de locomoción fíxose unha primeira exploración calculando a media, a desviación estándar, a mediana, e os máximos e mínimos. Asímesmo, fixéronse tamén uns histogramas coas diferentes puntuacións para analizar a distribución dos datos.

No que se refire aos factores de risco, en primeiro lugar, realizouse unha regresión lineal múltiple utilizando a porcentaxe de vacas con puntuación 1 de podoloxía (vacas sans ou sen coxeira) como variable dependente e a puntuación de cada unha das áreas, xunto coa porcentaxe de lesións nas extremidades como variables independentes.

Coas variables independentes con $p < 0,1$ na análise anterior, realizouse unha regresión lineal múltiple, esta vez utilizando o método “stepwise” para reducir variables no modelo final. A variable dependente foi a mesma que no caso anterior, pero as variables independentes foron todos os aspectos de benestar incluídos en cada área seleccionada.

Finalmente, cos aspectos de benestar definitivamente relacionados coa podoloxía, realizouse unha ANOVA dun factor (aspecto de benestar: cumpre/non cumpre) e a porcentaxe das 5 puntuacións de podoloxía en cada explotación. No caso das lesións ao tratarse dunha variable continua, realizouse unha correlación de Pearson.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSIÓN

ARTIGO I

Relación entre a calidade das instalacións, os indicadores de benestar animal e o desempeño reprodutivo e produtivo en gandeirías de leite no noroeste de España.

Sonia Verdes, Yolanda Trillo, Ana I. Peña, Pedro G. Herradón, Juan J. Becerra & Luis A. Quintela (2020) Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain, Italian Journal of Animal Science, 19:1, 319-329,

DOI: 10.1080/1828051X.2020.1743784

Sonia Verdes participou no deseño experimental, a recollida e análise de datos e na elaboración do manuscrito

RESUME

O obxectivo do presente estudo foi avaliar o efecto do confort das instalacións sobre os indicadores do benestar animal, así coma sobre os parámetros produtivos e reprodutivos en 187 granxas de leite no noroeste de España

En cada unha das granxas avaliáronse 58 parámetros relacionados coas instalacións e o manexo, e utilizáronse para clasificar as 187 granxas en 5 grupos (do 1 : Mellores granxas até 5 : Peores granxas). Os indicadores de benestar animal determinados sobre o animal e os parámetros produtivos e reprodutivos foron comparados e entre os distintos grupos de granxas. A puntuación para as coxeiras obtida nas mellores granxas (67% das vacas presentaban unha marcha normal) difería significativamente ($p < .005$) coa do grupo 4 (55%) e do grupo 5 (53%). A proporción de vacas con patas e ubres luxadas foi menor ($p < .05$) nas mellores granxas (80% e 31% respectivamente) que nos grupos 4 (92% e 51%) e 5 (95% e 56%). Outros indicadores de benestar baseados nos animais non foron diferentes entre grupos de granxas. A taxa de detección de celos foi maior ($p < .001$) nas mellores granxas (56,5%) que nos grupos 4 (51%) e 5 (47%), e a produción de leite/vaca/día foi significativamente superior ($p < .001$) nas mellores granxas (34,4 l) fronte aos grupos 3 (31,2 l), 4 (30,5 l) e 5 (27,4 l). Os restantes parámetros reprodutivos e produtivos non presentaron diferenzas entre os grupos de granxas. As medidas baseadas nas instalacións comparáronse só entre as mellores e as peores granxas. Nas mellores granxas, a maioría dos parámetros baseados nas instalacións cumpriron os obxectivos de benestar animal, mentres que nas peores granxas só uns poucos parámetros baseados nas instalacións cumpriron cos obxectivos de benestar.

ASPECTOS A DESTACAR:

Avaliáronse cincuenta e oito parámetros relacionados coas instalacións e co manexo en 187

granxas de leite.

As granxas mellores (é dicir as mellores puntuacións) tiñan unha menor incidencia de coxeiras e de sucidade nas patas e ubres luxadas que as peores.

As granxas con valores mais elevados tiveron taxas de detección de celos mais altas e unha maior produción de leite/vaca/día cas granxas de baixa puntuación.

PALABRAS CLAVE: Vacas de leite, “cow confort”, puntuación da condición corporal, puntuación da hixiene, puntuación das coxeiras.

INTRODUCCIÓN.

O benestar animal tense convertido nun tema de gran interese para os cidadáns da UE e a lexislación en materia de benestar animal na produción gandeira moderna revísase con frecuencia.

As industrias gandeiras non só son sensibles ao benestar dos animais da granxa, en parte porque as malas condicións de benestar se asocian a miúdo cunha redución do rendemento produtivo dos animais, senón porque para conseguir ser competitivos tamén precisan proxectar unha imaxe de que os seus produtos se obteñen de forma amigable (Hemsworth e Coleman, 2011).

A opinión pública europea percibe que, fronte as galiñas poñedoras e os porcos, as vacas de leite se crían en condicións que respectan o seu benestar (Comisión Europea 2005).

Debido a que a opinión pública pode influír para determinar as decisións lexislativas sobre os estándares de benestar animal, esta pode ser a causa de que non exista normativa específica relativa ao benestar animal nas granxas de leite.

Entre os factores que inflúen no benestar animal o mais evidente, se cadra, e a calidade é confort que aportan as instalacións, que pode diferir enormemente dunhas granxas a outras nunha rexión ou un país.

É sobradamente coñecido que as condicións de benestar inaxeitadas causan estrés crónico e numerosos problemas de saúde nas granxas de leite (Abeni and Bertoni, 2009), se ben a avaliación sistemática dos aspectos relacionados co benestar animal, incluído o “confort” das instalacións, non se fai de xeito rutineiro polos veterinarios e polo tanto, cando o “confort” das vacas é pobre ou insuficiente pode pasar inadvertido.

A avaliación das condicións de benestar animal ofrece unha oportunidade para abordar cuestións éticas e mellorar o rendemento produtivo das granxas de leite (Abeni and Bertoni, 2009), xa que a falta de confort impide o pleno desenvolvemento do potencial produtivo das vacas.

Diferentes estudos amosaron que algúns aspectos relacionados coas instalacións e o manexo, poden influír na saúde dos animais, a lonxevidade e o rendemento reprodutivo e produtivo (Cook e Reinemann, 2007; Erina et al.2008). Bach et al. (2008) atoparon que a cantidade de leite producida difería considerablemente entre rabaños de características xenéticas semellantes e alimentados coa mesma ración. No citado estudo, os factores non relacionados coa dieta (é dicir os derivados das prácticas de xestión) eran responsables dun 56% da variación na produción de leite non atribuíble á dieta.

A industria láctea dos países desenvolvidos tense caracterizado por altos custes de produción e un produto final de baixo prezo, e os gandeiros, polo tanto, operan con estreitas marxes de beneficio. Neste contexto, a pesares de que se coñece dende hai moito tempo a existencia dunha relación positiva entre o confort dos animais e a produtividade, os gandeiros son a miúdo reacios a construír novas instalacións ou renovar as existentes (Grant e Miner, 2015), a menos que estean convencidos de que o custe final resulte rendible. Coma a produción de leite se ve afectada por múltiples variables, estimar o impacto que a mellora das instalacións pode ter na produtividade gandeira é unha tarefa difícil, esta pode ser a razón para non emprender reformas ou melloras, xa que non se coñecen os beneficios que aportan.

No presente estudo, avaliáronse de forma obxectiva e cuantitativa o nivel de confort proporcionado polas instalacións e algunhas prácticas de manexo nun número representativo de granxas de leite situadas na provincia de Lugo, que é a provincia con maior importancia en España en canto a produción leiteira. Así, comparáronse os indicadores baseados no benestar dos animais e o rendemento produtivo e reprodutivo entre granxas con diferentes niveis de “confort”. As prácticas de alimentación e os antecedentes xenéticos non foron tidos en conta, se ben eran similares en todas as granxas da rexión. O obxectivo final do estudo foi determinar se a saúde do rabaño e a produción diferían entre as granxas con mellores ou peores instalacións e/ou xestión, e cuantificar a magnitude da diferenza. Mais concretamente, os obxectivos específicos do estudo foron:

1. Avaliar e puntuar 58 parámetros baseados nas instalacións, incluíndo tanto medidas das instalacións coma a avaliación dalgunhas prácticas de manexo, en 187 explotacións leiteiras da provincia de Lugo.
2. Determinar se a calidade das instalacións estaba relacionada con: (i) medidas de benestar baseadas nos animais (puntuación da condición corporal , puntuación das coxeiras, lesións das abeacas e hixiene), (ii) rendemento reprodutivo (intervalos entre celos, fertilidade, taxas de detección de celo, taxas de eliminación), e (iii) parámetros produtivos (reconto de células somáticas, produción de leite e porcentaxes de graxa e proteína do leite).

MATERIAIS E MÉTODOS.

Granxas

O estudo desenvolveuse en 187 granxas leiteiras da provincia de Lugo (Galicia, noroeste de España). Unha proporción substancial (19%) das 844.000 vacas de leite rexistradas en España no 2015 pertencía a granxas da provincia de Lugo.

As granxas foron escollidas a través dos veterinarios responsables do control reprodutivo nas granxas de leite da rexión.

Só se incluíron no estudo as granxas con sistemas de estabulación libre, xa que as granxas con sistemas trabados soen ser instalacións antigas e cada vez son menos frecuentes na zona do estudo. Na maioría das granxas (160) as vacas permanecían todo o ano estabuladas e non tiñan acceso ao pasto. Todas as granxas tiñan vacas de raza Holstein; non había outras razas presentes nas granxas. O número medio de vacas por explotación foi de 55 (rango: 10-240), e avaliáronse un total 9228 vacas de leite. A media de partos por explotación foi de $2,5 \pm 0,5$ (rango: 1,7-4,9). Todas as granxas muxían dúas veces ao día e todas tiñan salas de muxido convencionais.

Non se avaliou o manexo nutricional, se ben todas as granxas da rexión utilizaban o mesmo tipo de materias primas para a elaboración das racións, e utilizaban carros mesturadores. En xeral, as racións baseábanse en ensilados de millo e herba suplementados con concentrados, que se axustaban segundo a produción.

As granxas foron visitadas unha vez por un mesmo avaliador, para recoller os datos que se especifican de seguido.

Recompilación de datos

Parámetros reprodutivos

Os datos reprodutivos correspondentes aos 12 meses previos obtivéronse dos rexistros facilitados polos veterinarios responsables do control reprodutivo en cada unha das granxas. Consideráronse os seguintes parámetros: intervalo parto-primeira inseminación artificial (IA), taxa de concepción na primeira IA, intervalo parto-concepción, taxa de detección de celo, fertilidade media e taxa de eliminación

Parámetros produtivos

Obtivéronse os seguintes datos de produción de leite dos rexistros do Programa de Control Leiteiro de Galicia, facilitados polos veterinarios: recuento de células somáticas (SCC; valor medio de los 12 meses previos), produción de leite por vaca e día (L/vaca/día) e porcentaxes de graxa e proteína (valores medios dos 12 meses anteriores).

Medidas baseadas nas instalacións

As medidas baseadas nas instalacións consideradas especificáanse na Táboa I.1. Os parámetros das instalacións que cumpriron co obxectivo de benestar cualificáronse con 0 puntos, mentres que os que non cumpriron co obxectivo cualificáronse cun punto. As medidas de distancias tomáronse cun medidor láser ou unha cinta métrica para distancias pequenas. A recompilación de datos nas diferentes áreas das instalacións fíxose seguindo sempre a mesma orde.

Medidas baseadas nos animais

En cada granxa avalíouse o 80% das vacas para cada un dos parámetros especificados na Táboa I.2.

As medidas baseadas nos animais recompiláronse durante a mañá, arredor da primeira muxidura. Antes do comezo da avaliación trabáronse todas as vacas. Primeiramente valorouse a condición corporal (CC) para cada unha das vacas, as lesións nas abeacas e a hixiene, e logo fóronse soltando para valorar as coxeiras dende unha distancia media de 3 metros. Cada un destes parámetros rexistrouse unha vez en cada unha das granxas, e todas as medicións foron realizadas polo mesmo avaliador.

Para a puntuación da condición corporal (CC) tívose en conta unha escala do 1 ao 5 con intervalos de 0,25 puntos (Ferguson et al., 1994). Para cada vaca relacionáronse os datos relativos á CC e os días en leite (DIM) segundo os obxectivos propostos por PennState Extensión (2017). Para cada unha das granxas determinouse a proporción de vacas con CC normal, alta ou baixa en relación cos DIM.

Para a puntuación da hixiene tívose en conta unha escala do 1 ao 4, segundo o modelo proposto por Cook (2002), na que 1 representa o nivel de limpeza mais alto e 4 o mais baixo. A hixiene da rexión da perna, a ubre e o flanco puntuouse separadamente para cada vaca. En cada unha das granxas calculouse separadamente, a proporción de vacas con patas, ubre e flancos luxados (é dicir, puntuación 3 ou 4 para calquera das 3 medidas).

As lesións nas abeacas rexistráronse coma presentes ou ausentes, e non se consideraron diferentes graos de lesión.

Avaliáronse as articulacións dos tarsos de cada vaca do rabaño. Para a análise utilizouse a porcentaxe de vacas con lesións (rasguños, inchazóns, abrasións ou traumatismos) nunha ou nas dúas extremidades

As coxeiras cualificáronse segundo o descrito por Sprecher et al. (1997) nunha escala do 1 ao 5, outorgando unha puntuación de 1 as vacas sans e de 5 as vacas con coxeiras graves.

Análise estatística

As granxas foron cualificadas para cada un dos parámetros especificados na Táboa I.1 en función das medidas baseadas nas instalacións, e asignóuselles unha puntuación de 0 se cumprían o obxectivo e unha puntuación de 1 senón o cumprían. A suma das puntuacións recibidas por cada unha das granxas correspondía co número de parámetros que non cumprían o obxectivo; e polo tanto, as puntuacións baixas relaciónanse con instalacións de boa calidade. A puntuación total que recibiu cada granxa utilizouse para dividir as granxas en cinco grupos e para o cálculo dos quintiles (Táboa I.3). As granxas dividíronse en quintiles a fin de conseguir: (1) ter un número suficiente de granxas en cada grupo, e (2) que as gandeirías do grupo 1 (consideradas granxas de alto rendemento) e as do grupo 5 (consideradas granxas con peor rendemento) estiveran o suficientemente alonxadas, de xeito que se puideran detectar as diferenzas.

As medidas baseadas nos animais e os parámetros produtivos e reprodutivos nas granxas do grupo 1 foron comparadas coas dos outros grupos mediante ANOVA e a proba t de Dunnett. A proba exacta de Fisher utilizouse para comparar as medidas baseadas nas instalacións entre os grupos de granxas con mellor e peor rendemento. Tamén se usou ANOVA para comparar as medidas baseadas na produción e os parámetros reprodutivos entre granxas con ou sen saída ao exterior.

RESULTADOS

A puntuación mais baixa das obtidas para as medidas baseadas nas instalacións, foi de 6 dos 58 puntos posibles e a mais alta de 39. Os rangos das puntuacións nos cinco grupos de explotacións, así coma o tamaño medio das explotacións, o número de partos, e a porcentaxe de granxas onde os animais tiñan acceso ao pasto, amósanse na Táboa I.3.

A comparación das medidas baseadas nos animais e os parámetros relativos á produtividade e o rendemento reprodutivo foi semellante nas fincas con mellor desempeño, se ben os outros grupos de granxas amosaron diferenzas significativas ao respecto dos seguintes elementos: puntuación das coxeiras, hixiene das patas e da ubre, taxa de detección de celos e produción diaria de leite por vaca (Táboa I.4). A proporción de vacas con marcha normal (1 punto) foi maior nos grupos de granxas con mellor rendemento ca nos outros grupos (67% en relación co 55-54 % nos grupos 4 e 5 respectivamente), así coma a proporción de vacas con ubres luxadas (31% en relación ao 49-56% nos grupos 3-5). A taxa de detección de celos foi maior no grupo de mellor desempeño (56,5% en relación a 51-47% nos grupos 4-5). Finalmente, a produción diaria de leite por vaca foi maior no grupo de maior rendemento (34 l en relación a 31-27 l nos grupos 3-5).

Táboa I. 1. Obxectivos a cumprir (puntuación cero) para os diferentes parámetros baseados nas instalacións das granxas avaliadas

ÁREA	PUNTUACIÓN			REFERENCIAS
	PARÁMETRO	0	1	
	Sobrepoboación	≤100	>100	Fregonesi, Tucker, et al.(2007)
Área de descanso	Sala de corentena	Si	Non	Laurence (2014)
	Sala de partos	Si	Non	Vasseur et al. (2010)
	Cama seca	Si	Non	Fregonesi, Veira, et al. (2007)
	Superficie da cama nivelada	Si	Non	Drissler et al.(2005)
	Mantemento da cama	≥2	<2	Drissler et al.(2005)
	Material da cama	Area/palla/colchón	Goma/cemento	Tucker e Weary (2001)
	Carbonato de calcio	Si	Non	Fregonesi, Veira, et al. (2007)
	Ancho do cubículo	117-127cm	<117>127cm.	Cook y Nordlund (2005); Hulsén (2007); Córdoba et al.(2012)
	Lonxitude ata a almofada	178–183 cm.	<178/>183 cm.	Cook e Nordlund (2005); Anderson (2007); Hulsén (2007)
	Altura da almofada	<15cm.	15cm.	Cook e Nordlund (2005); Hulsén (2007); Córdoba et al. (2012)
	Lonxitude total do cubículo	>270 cm.	270cm.	Anderson (2007); Hulsén (2007); Córdoba et al.(2012)
	Distancia ata a barra de retención do pescozo	178–183 cm.	<178/>183 cm.	Cook e Nordlund (2005); Anderson (2007); Córdoba et al.(2012)
	Altura da barra de retención do pescozo	117-127 cm.	<117/>127 cm.	Cook e Nordlund (2005); Anderson (2007); Hulsén (2007); Córdoba et

				al.(2012)
	Altura do bordo do cubículo	15-20 cm.	<15/>20 cm.	Anderson (2007); Córdoba et al. (2012)
Área de circulación	Ancho dos pasos laterais entre cubículos	≥250cm. Sen bebedoiro ≥420 cm. con bebedoiro	<250 cm. Sen bebedoiro <420 cm.con bebedoiro	Pereira et al. (2003)
	Ancho do corredor de alimentación	≥420 cm	<420 cm.	Pereira et al. (2003)
	Ancho do corredor traseiro	≥300cm.	<300 cm.	Pereira et al. (2003)
	Superficie dos corredores raiada	Si	Non	Juaristi et al. (2004); Telezhenko et al. (2007)
	Piso de goma	Si	Non	Telezhenko y Bergsten (2005); Telezhenko et al. (2007); Fjeldaas et al. (2011)
	Corredores cegos	Non	Si	Juaristi et al.(2004); Mulling et al.(2006)
	Pisos esvaradíos	Non	Si	Juaristi et al.(2004); Telezhenko et al.(2007)
	Pisos con listóns	Non	Si	Telezhenko y Bergsten (2005); Fjeldaas et al.(2011)
	Fosa de xurro debaixo da nave	Non	Si	
	Acumulación de esterco nos corredores	Non	Si	Mulling et al.(2006)
Animais	Presenza de ectoparásitos	Non	Si	Hulsen (2007)
	Presenza de moscas	Non	Si	Juaristi et al. (2004); Hulsen (2007)
	Presenza de vacas con cornos	≤1	>1	Fraser et al. (2013)
	Presenza de vacas con amputación do	Non	Si	Fraser et al. (2013)

	raboi			
	Distancia zona de fuga	≤ 75 cm.	> 75 cm.	Juaristi et al. (2004)
	Presenza de zonas con amoreamentos	Non	Si	Hulsen (2007)
	Acceso restrinxido aos recursos	Non	Si	Hulsen (2007)
	Recorte preventivo de cascos	≥ 1 /ano	Non	Lagger (2007); Cook et al. (2016)
	Colocación de pediluvios	Si	Non	Lagger (2007); Cook et al. (2016)
	Presenza de obxectos que aportan benestar (cepillos rascadores)	Si	Non	Hulsen (2007)
Alimentación	Superficie do comedero lisa e limpa	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Limpeza do comedero	≥ 1 /día	< 1 /día	Juaristi et al. (2004)
	Disponibilidade continua de alimento	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Comedero con sombra	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Comedero cuberto	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Altura do comedero	10-15cm	$< 10 / > 15$	Anderson (2007); Hulsen (2007); Trillo et al. (2017)
	Análise da auga	Si	Non	Juaristi et al. (2004)
	Limpeza dos bebederos	≥ 1 /día	< 1 /día	Juaristi et al. (2004)
	Tipo de bebedero	De volteo	De volteo e fixos/ Só fixos	Juaristi et al. (2004)
	cm. de bebedero/vaca	≥ 8 cm./vaca	< 8 cm./vaca	Trillo et al. (2017)
	Bebedero á saída da muxidura	Si	Non	Juaristi et al. (2004)

	Ancho da trabadiza	≥60 cm.	<60 cm.	Trillo et al. (2017)
Ventilación	Orientación	Este-Oeste	Outras	Juaristi et al. (2004)
	Correntes de aire cara os animais	Sí, lixeiras	Non / Sí excesivas	Juaristi et al. (2004)
	Condensación	Non	Sí	Juaristi et al. (2004)
	Illamento do teito	Sí	Non	Juaristi et al. (2004)
	Altura das paredes laterais	≤ 4 m.	>4 m.	Juaristi et al. (2004)
	Aberturas laterais	Sí	Non	Juaristi et al. (2004)
	Colocación de mallas laterais	Sí	Non	Juaristi et al. (2004)
	Altura do cume	≥60 m.	<60 m.	Juaristi et al. (2004)
	Sistemas de ventilación forzada	Sí	Non	D'Emilio et al. (2017)
	Humidade	Non	Sí	Juaristi et al. (2004)
	Presenza de arañeiras (escasa ventilación)	Non	Sí	

Cando se compararon as medidas baseadas nos animais a produtividade e o rendemento reprodutivo, entre granxas con saída ao pasto (n=27) e aquelas granxas onde os animais permanecen estabulados todo o ano (n 160), atopáronse diferenzas significativas nalgúns parámetros: a proporción de vacas con puntuación 2 para coxeira foi maior ($p < 0,05$) nas explotacións con saída ao pasto ($31,7 \pm 17,4\%$ fronte a $26 \pm 12,8\%$); as porcentaxes de vacas con marcha normal ou con puntuacións de coxeira máis altas non diferían. Tamén a proporción de vacas coas patas e as ubres sucias (94% e 57%, respectivamente) foi maior ($p < 0,05$) en granxas con saída ao pasto que en aquelas onde os animais permanecen estabulados todo o tempo (84 % e 40%, respectivamente). Malia, o recuento de células somáticas no leite ($191,2 \pm 45,5$ vs. $242,3 \pm 91,6$ 103 células/ml) e as taxas de eliminación ($19,5 \pm 10,3$ vs. $24,4 \pm 10,9\%$) foron menores en explotacións con acceso ao exterior.

No que respecta ás medidas baseadas nas instalacións, as principais diferenzas atopadas entre as explotacións con maior (grupo 1) e peor rendemento (grupo 5) (Táboa I.5) asociáronse co mantemento e o tipo de material da cama, o tipo de piso, as dimensións e a limpeza dos corredores, o coidado dos animais, a accesibilidade á auga e aos alimentos, e as condicións ambientais da granxa. Malia que as dimensións dos cubículos non foron diferentes entre estes dous grupos de explotacións, non resultaban axeitados para ningún dos dous

grupos.

DISCUSIÓN

Os resultados deste estudo indicaron unha diferenza de 33 puntos, dos 58 posibles, entre a granxa de mellores características (con 6 puntos) e a granxa das peores (con 39 puntos). Se ben, a distancia entre os dous grupos, o de mellores características (entre 6-20 puntos) e o das peores granxas (entre 20-39 puntos) foi mais estreita, isto complica a identificación das diferenzas existentes entre os grupos de granxas situadas no medio. Esta foi a razón pola que os parámetros baseados nas instalacións só se compararon entre o grupo de granxas mellor e de peor rendemento.

Hixiene

As proporcións de vacas con puntuacións de hixiene >2 para patas, ubres e flancos, en todos os grupos de granxas incluídos no presente estudo (Táboa I.4), foron superiores aos indicados por Cook e Reinemann (2007), tanto para o 25% de granxas de mellores características (47 %, 11 % y 8 % para patas, ubre e flancos, respectivamente) coma para as granxas intermedias (59%, 19% y 15%, para patas, ubre e flancos, respectivamente). Aínda que as puntuacións da hixiene estaban lonxe de ser óptimas en calquera dos grupos de granxas do presente estudo, houbo diferenzas significativas entre as granxas mellores e aquelas dos grupos 3, 4 e 5. Isto probablemente estaba relacionado coa mellor calidade do material da cama e o seu mantemento e con mellores prácticas de limpeza nas granxas de mellores características.

As áreas de descanso e corredores limpos contribúen á limpeza das vacas (Cook e Reinemann, 2007) e a unha menor incidencia de enfermidades dos cascos, debido á que a humidade e a sucidade provoca abrandamento dos cascos o que os fai mais propensos a sufrir danos e infectarse (Mülling et al., 2006; Lager 2007). Unha alta incidencia de coxeiras contribúe, á súa vez, á mala hixiene das camas e dos animais, xa que as vacas coxas tenden a permanecer mais tempo deitadas cas vacas sans (Ito et al., 2010).

Táboa I. 2. Puntuacións dos indicadores de benestar animal.

PARÁMETRO	Niveis	DESCRICIÓN	REFERENCIAS
Condición corporal	1 2 3 4 5	Delgadeza extrema Delgadeza Condición corporal (CC) óptima Engrasamento Obesidade extrema	Ferguson et al. (1994)
Puntuación da coxeira	1 2 3 4 5	Marcha normal co lombo recto. Pasos largos e confiados. Marcha lixeiramente anormal. Lombo arqueado durante a marcha Lombo arqueado durante a marcha e en estación. Pasos curtos nunha ou mais extremidades. Pode ser evidente un lixeiro afundimento das uñas da extremidade posterior oposta á afectada Lombo arqueado durante a marcha e en estación. Favorece unha ou mais extremidades pero soporta o peso nelas. Lombo arqueado de xeito pronunciado. Rexeita moverse, e non carga o peso sobre a extremidade afectada.	Sprecher et al. (1997)
Puntuación da hixiene parte inferior das extremidades/ubre/parte superior das extremidades e flancos	1 2 3 4	Limpo. Con pouca o ningunha mancha de esterco Limpo. Só con lixeiras salpicaduras de esterco Sucio. Placas de esterco ben marcadas Moi sucio. Grandes placas de esterco	Cook (2002)
Lesións nas abeacas	Non Si	Sen lesións Perda de pelo, úlceras ou inchazón	

Táboa I 3. Distribución (N, %), tamaño medio (número de vacas en lactación), nº de partos e proporción de granxas con acceso ao exterior, dentro dos grupos de explotacións establecidos en función das puntuacións nas instalacións consideradas.

Grupos de granxas (en función da puntuación baseada nas instalacións)	N	%	Tamaño medio da granxa (media $\pm$ sd)	N.º de partos (media $\pm$ sd)	Granxas con acceso ao pasto N (%)*
Granxas de alto rendemento (<21)	61	32.6)	60.9 $\pm$ 36.4	2.5 $\pm$ 0.3	5 (8.2)
Grupo 2 (21–22)	17	9.1	60.8 $\pm$ 41.0	2.5 $\pm$ 0.4	2 (11.8)
Grupo 3 (23–25)	43	23.0	66.7 $\pm$ 46.9	2.5 $\pm$ 0.5	4 (9.3)
Grupo 4 (26–29)	38	20.3	44.8 $\pm$ 22.5	2.5 $\pm$ 0.6	6 (15.8)
Granxas de peor desempeño (>29)	28	15.0	35.6 $\pm$ 12.7	2.7 $\pm$ 0.5	10 (35.7)
TOTAL	187	100	55.1 $\pm$ 36.3	2.5 $\pm$ 0.5	27 (14.4)

(%)*: porcentaxe relativa ao número de granxas por cada grupo

É coñecido que a mala hixiene das vacas está asociada cunha elevada incidencia de mamite, xa que o esterco e o material de cama son as principais fontes de *E. coli* e *Streptococcus* ambientais (*S. uberis*, *S. dysgalactiae*, *Enterococcus spp*) (Cook e Reinemann, 2007). Malia que non houbo diferenzas ao respecto dos recontos de células somáticas entre os grupos de granxas incluídos no presente estudo, probablemente sexa porque as porcentaxes de vacas sucias eran elevadas en todos os grupos considerados. Naquelas granxas con saída ao exterior, había mais vacas con patas e ubre sucias, se ben, os recontos de células somáticas foron mais baixos que nas granxas onde os animais permanecían en estabulación permanente. E, aínda que non hai unha explicación obvia para isto, a sucidade das vacas que tiñan acceso ao pasto pode deberse a manchas de terra ou lodo e non esterco, que se considera a principal fonte de contaminación.

Táboa I. 4. Indicadores de benestar animal, medidas reprodutivas e produtivas (medias $\pm$ sd) nos cinco grupos de granxas.

	Granxas de alto rendemento	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Granxas con peor rendemento	p Valor
Condición corporal (%)						
Axeitada	57.2 $\pm$ 13.0	60.9 $\pm$ 15.7	53.0 $\pm$ 13.8	53.6 $\pm$ 19.2	52.4 $\pm$ 12.9	0.224
Baixa	34.6 $\pm$ 14.4	31.3 $\pm$ 17.1	40.6 $\pm$ 15.7	38.1 $\pm$ 19.0	40.1 $\pm$ 16.4	0.173
Alta	8.2 $\pm$ 6.3	7.8 $\pm$ 12.1	6.4 $\pm$ 7.1	8.3 $\pm$ 9.2	7.4 $\pm$ 8.4	0.835
Puntuación da coxeira (%)						
1	66.6 $\pm$ 16.2	68.3 $\pm$ 13.4	64.8 $\pm$ 17.6	55.2 $\pm$ 15.8**	53.9 $\pm$ 19.5**	0.001
2	23.3 $\pm$ 12.2	23.7 $\pm$ 12.0	24.9 $\pm$ 14.4	32.6 $\pm$ 13.0**	32.6 $\pm$ 14.4 *	0.002
3	6.4 $\pm$ 5.3	6.9 $\pm$ 5.2	7.1 $\pm$ 6.5	7.7 $\pm$ 6.6	9.6 $\pm$ 9.1	0.314
4	3.0 $\pm$ 4.5	1.1 $\pm$ 1.5	2.6 $\pm$ 3.1	3.4 $\pm$ 4.4	3.5 $\pm$ 5.7	0.330
5	0.7 $\pm$ 1.6	0.1 $\pm$ 0.2	0.8 $\pm$ 1.4	1.0 $\pm$ 2.7	0.3 $\pm$ 1.0	0.338
Vacas sucias (%)						
Parte inferior da perna	79.8 $\pm$ 25.6	83.7 $\pm$ 18.8	87.2 $\pm$ 18.6	91.9 $\pm$ 8.6*	95.4 $\pm$ 6.6*	0.033
Ubre	30.8 $\pm$ 23.9	35.1 $\pm$ 27.4	48.9 $\pm$ 28.3**	51.3 $\pm$ 28.3**	56.0 $\pm$ 20.3**	0.001
Parte superior da perna e flanco	38.1 $\pm$ 30.2	28.2 $\pm$ 22.9	42.2 $\pm$ 25.9	39.6 $\pm$ 26.3	42.8 $\pm$ 26.3	0.554
Lesións nas abeacas (%)	22.2 $\pm$ 21.7	21.2 $\pm$ 18.9	17.3 $\pm$ 24.1	23.1 $\pm$ 23.0	28.7 $\pm$ 25.8	0.368
Parámetros reprodutivos						
Intervalo parto-1º IA (d)	76.8 $\pm$ 11.3	84.3 $\pm$ 11.3*	81.4 $\pm$ 10.5	77.0 $\pm$ 10.3	82.5 $\pm$ 10.0	0.018
Fertilidade á 1º IA (%)	32.7 $\pm$ 8.7	33.9 $\pm$ 11.6	33.1 $\pm$ 10.9	32.7 $\pm$ 12.3	30.7 $\pm$ 11.9	0.892
Intervalo parto-concepción (d)	145.3 $\pm$ 23.5	149.4 $\pm$ 24.4	151.6 $\pm$ 22.5	150.0 $\pm$ 32.0	157.3 $\pm$ 38.5	0.465
% de detección de celos	56.5 $\pm$ 7.0	52.7 $\pm$ 8.9	53.1 $\pm$ 9.0	51.4 $\pm$ 9.2*	46.7 $\pm$ 8.5**	0.000
Fertilidade media (%)	32.7 $\pm$ 6.4	34.3 $\pm$ 8.4	34.7 $\pm$ 9.2	35.0 $\pm$ 9.7	35.6 $\pm$ 9.9	0.575
Taxa de eliminación	24.7 $\pm$ 9.6	21.4 $\pm$	23.9 $\pm$ 9.3	25.3 $\pm$ 10.8	20.3 $\pm$ 11.7	0.337

(%)		16.2				
Producción						
L/vaca/día	34.4 ± 3.8	33.7 ± 5.6	31.2 ± 5.1**	30.5 ± 4.0**	27.4 ± 2.3**	0.000
L/vaca/ día normalizado ao 4% de graxa/ 3,3% de proteína	35.3 ± 4.3	34.9 ± 5.7	32.8 ± 5.6	31.1 ± 4.3**	28.1 ± 3.6**	0.000
Células somáticas (x10 ³ cel/mL)	217.1 ± 62.5	264.7 ± 119.3	225.2 ± 81.1	264.2 ± 110.9	244.9 ± 90.7	0.114
% Graxa	3.8 ± 0.8	3.8 ± 0.6	3.9 ± 0.5	3.7 ± 0.3	3.6 ± 0.9	0.556
% Proteína	3.3 ± 0.1	3.3 ± 0.1	3.3 ± 0.1	3.3 ± 0.1	3.3 ± 0.2	0.997

*p < 0,05 e ** p < 0,01: para comparación coas explotacións de mellor rendemento

Puntuación da coxeira

Segundo Juaristi et al. (2004), os produtores de leite deben aspirar a que as puntuacións das coxeiras se distribúan da seguinte maneira: >75% de vacas con marcha normal, <15% con coxeira leve, <9% de vacas moderadamente coxas, <0.5% das vacas coxas e <0,5% gravemente coxas. Ningún dos cinco grupos de granxas que se consideraron neste estudo cumpriron ese obxectivo (Táboa I.4), o que indica que as coxeiras son un aspecto ao que os gandeiros da rexión non prestan demasiada atención. Se ben, a proporción de vacas con puntuación 1, 2 e 3 diferiron significativamente entre o grupo de alto rendemento e os grupos 4 e 5. Tales diferenzas poden estar relacionadas co material da cama, o piso, as prácticas de hixiene, as axeitadas dimensións dos corredores e a aplicación de medidas preventivas. Na maioría das granxas de alto rendemento observáronse cinco medidas que contribúen a previr as enfermidades dos cascos (Táboa I.5). Para unha axeitada saúde dos cascos, as vacas deben permanecer arredor de 12 horas diarias descansando para minimizar o estrés dos cascos e a incidencia de coxeiras (Mülling et al., 2006; Erina et al. 2008). Nese senso, son factores esenciais as axeitadas dimensións dos cubículos (Mülling et al., 2006; Espejo e Endres 2007), e o mantemento dunha cama limpa e seca e comfortable, (Mülling et al., 2006; Fregonesi et al. 2007).

O 90% das granxas incluídas neste estudo amosaron deficiencias relativas as dimensións dos cubículos, se ben as camas estaban limpas e o material de cama era de maior calidade no grupo de granxas con mellores características cas granxas do grupo 5. Ademais, aínda que a diferenza non foi significativa, o 25% das granxas con mellor rendemento e o 40% das do grupo 5 tiñan menos dun cubículo por vaca. É coñecido que unha densidade de poboación superior ao 100% está asociada a unha diminución dos tempos de descanso e a presenza de zonas de amoreamentos nos corredores (Fregonesi et al., 2007; Hill et al. 2009; Krawczel et al. 2010), o que predispón a aparición de coxeiras.

As vacas e xovencas coxas son as mais afectadas pola sobrepoboación xa que son menos competitivas. Outro aspecto importante relacionado coa saúde dos cascos é o tipo de piso e a limpeza e dimensións dos corredores (Mülling et al., 2006). Nas granxas con estabulación libre as vacas recorren longas distancias (ata 1km. por día) para acceder aos comedeiros, os bebedeiros, e as salas de muxido (Fjeldaas et al., 2011). O tipo de piso, así coma o estado de conservación e a hixiene determina o confort que aporta, a capacidade de abrasión, o nivel de humidade e o grao de contaminación. O 74% das granxas incluídas no presente estudo tiñan pisos de cemento texturados (raiados ou ranurados), e só unhas poucas granxas de alto rendemento tiñan pisos de goma, que se ten informado que favorecen á saúde dos cascos (Telezhenko et al., 2007), se ben o escaso efecto abrasivo da goma (Kremer et al., 2007) pode favorecer a aparición de enfermidades nos cascos se non se recortan con frecuencia. Os pisos de cemento tenden a ser mais esvaradíos (Mülling et al., 2006) ca os pisos raiados que ofrecen unha superficie áspera e abrasiva. Malia, a capacidade abrasiva do cemento non debe ser tan alta coma para provocar un desgaste excesivo dos pezuños nin tan baixo que favoreza o excesivo crecemento dos cascos e os esvaróns (Mülling et al., 2006).

Táboa I. 5. Proporções (expresadas coma porcentaxe) das granxas con mellores e peores puntuacións que cumprían cos obxectivos establecidos para as diferentes medidas avaliadas nas instalacións.

Área	Parámetro	% Granxas de alto rendemento (n = 61)	% Granxas de peor desempeño (n= 28)	P Valor
Descanso	Densidade de poboación	72.1	57.1	0.124
	Sala de corentena	23.0	10.7	0.141
	Corral de parto	77.0	46.4	0.005
	Cama seca	90.2	42.9	0.000
	Superficie da cama nivelada	88.5	57.1	0.001
	Mantemento da cama	95.1	53.6	0.000
	Material de cama	67.2	28.6	0.001
	Carbonato cálcico	70.5	35.7	0.002
	Ancho do cubículo	50.8	14.3	0.001
	Lonxitude ata a almofada	29.5	21.4	0.299
	Altura da almofada	26.2	46.4	0.051
	Lonxitude total do cubículo	9.8	7.1	0.512
	Distancia dende o bordo á	8.2	14.3	0.297

	barra de retención			
	Altura da barra de retención	37.7	28.6	0.276
	Altura do bordo	24.6	10.7	0.107
Circulación	Ancho dos pasos laterais entre cubículos	9.8	25.0	0.063
	Ancho do corredor de alimentación	62.3	7.1	0.000
	Ancho do corredor traseiro	70.5	17.9	0.000
	Superficie dos corredores raiada	91.8	21.4	0.000
	Piso de goma	8.2	0.0	0.143
	Corredores cegos	60.7	25.0	0.002
	Pisos esvaradíos	95.1	28.6	0.000
	Pisos con listóns	95.1	25.0	0.000
	Fosa de xurro debaixo da nave	100.0	53.6	0.000
	Acumulación de esterco nos corredores	98.4	67.9	0.000
Vacas	Presenza de ectoparásitos	78.7	64.3	0.120
	Presenza de moscas	95.1	89.3	0.278
	Presenza de vacas con cornos	44.3	21.4	0.031
	Presenza de vacas con rabo	93.4	78.6	0.048
	Distancia zona de fuga	95.1	82.1	0.061
	Estrés por acceso restrinxido aos recursos	95.1	57.1	0.000
	Presenza de zonas con amoreamentos	91.8	71.4	0.016
	Recorte preventivo de cascos	73.8	46.4	0.012
	Colocación de pediluvios	93.4	57.1	0.000
	Presenza de obxectos que aportan benestar	52.5	78.6	0.016
Alimentación	Superficie do comedero lisa e limpa	45.9	3.6	0.000
	Limpeza do comedero	100.0	96.4	0.315
	Dispoñibilidade continua de alimento	100.0	96.4	0.315
	Comedero con sombra	73.8	50.0	0.026

	Comedeiro cuberto	100.0	92.9	0.097
	Altura do comedeiro	50.8	28.6	0.040
	Análise da auga	93.4	92.9	0.618
	Limpeza dos bebedeiros	50.8	7.1	0.000
	Tipo de bebedeiro	78.7	14.3	0.000
	cm. de bebedeiro/vaca	73.8	57.1	0.094
	Bebedeiro á saída da muxidura	75.6	32.1	0.003
	Ancho da trabadiza	82.0	60.7	0.031
Ventilación	Orientación	31.1	35.7	0.423
	Correntes de aire cara os animais	91.8	75.0	0.038
	Condensación	98.4	50.0	0.000
	Illamento do teito	21.3	0.0	0.005
	Altura das paredes laterais	91.8	46.4	0.000
	Aberturas laterais	95.1	39.3	0.000
	Colocación de mallas laterais	41.0	0.0	0.000
	Altura do cume	98.4	71.4	0.000
	Sistemas de ventilación forzada	31.1	7.1	0.010
	Humidade	100.0	67.9	0.000
	Presenza de arañeiras	96.7	35.7	0.000

Os parámetros e números que se amosan en negriña indican diferenzas significativas entre os dous grupos de granxas.

Os pisos con listóns tenden a ser menos abrasivos e mais esvaradíos que os pisos de cemento (Telezhenko y Bergsten, 2005). Os listóns poden desalinearse e dificultar a marcha dos animais.

A limpeza dos corredores resulta esencial para a saúde dos cascos e para evitar esvaróns. As dimensións dos corredores deberían permitir que dúas vacas que se cruce non se toquen. Os corredores estreitos ou cegos, cando existen vacas dominantes, poden favorecer situacións estresantes e movementos bruscos de evitación que poden provocar lesións nos cascos (Mülling et al., 2006).

A maioría das granxas de mellores puntuacións no presente estudo aplicaban medidas para a prevención das enfermidades dos cascos. Estas incluían o recorte funcional dos cascos e a utilización regular de pediluvios, o que podería explicar en parte que as granxas do grupo 1 teñan puntuacións mais baixas (é dicir mellores) respecto ás coxeiras (Lagger, 2007) que os grupos 4 y 5, nos que ditas medidas se aplicaban con menor frecuencia. As granxas con saída

ao exterior era mais frecuente que se atoparan nos grupos 4 e 5 que nos outros grupos (Táboa I.3). Ter un área no exterior para que as vacas camiñen axuda a manter a saúde dos cascos, así coma camiñar cara os pastos ou patios evitaría o desgaste excesivo e o sobrecrecemento dos pezuños causado polos pisos de cemento, a prolongada exposición dos pezuños á humidade e ao esterco típico das granxas onde os animais permanecen todo o tempo estabulados. Malia, no presente estudo, nalgunhas granxas, permitían que as vacas saíran ao exterior por curtos períodos de tempo todos os días ou durante o bo tempo, se ben algúns patios non estaban ben drenados. Por iso, a suma das deficientes instalacións e/ou o seu mal manexo podería explicar que as granxas con saída ao exterior teñan peores puntuacións de coxeiras que as que están en estabulación permanente.

É coñecido que as coxeiras diminúen a inxesta de materia seca e a condición corporal (Bach et al., 2007) e o rendemento reprodutivo e a produción de leite (Huxley, 2013), dando lugar a importantes perdas económicas. Segundo Liang et al. (2017), os custos medios asociados a unha vaca coxa nunha granxa de leite son de arredor de 160 € para as vacas primeirizas e de 300€ para as múltiparas, o que inclúe as perdas de produción, a redución da fertilidade e os custes do tratamento.

Reproducción e produción de leite.

A taxa de detección de celos e a produción de leite foron significativamente mais altas nos grupos de granxas con mellor desempeño ca nos grupos 4 e 5. Este achado pode estar asociado coa maior incidencia de coxeiras nos grupos 4 e 5. As vacas coxas senten dor e móvense menos cas vacas sans, afectando así ao consumo de materia seca e diminuindo a posibilidade de detectar os síntomas do celo. Polo tanto, a coxeira pode ter un efecto significativo na detección de celos e a produción de leite (Cha et al., 2010). A diferenza entre a produción de leite entre as mellores e as peores granxas foi de 7 l/vaca/día. As diferenzas na produción poden deberse a diferenzas na xenética e á alimentación. É probable que as granxas mais grandes con instalacións modernas e boas prácticas de manexo teñan tamén animais de maior mérito xenético, se ben podería ser moi variable entre as granxas de cada grupo, polo que neste estudo non podemos especular ao respecto da influencia da xenética na produción de leite. Aínda que as racións das diferentes granxas non foron avaliadas, probablemente non diferían demasiado, xa que practicamente todas as granxas contaban co asesoramento dun nutrólogo, aínda que o manexo da alimentación era mellor nas granxas con mellores características que nas do grupo 5.

Manter o comedoiro seco e limpo, a dispoñibilidade continua de alimento e suficiente espazo por vaca nos comedoiros e bebedeiros favorecen o consumo óptimo de materia seca (Grant et al., 2010). Comedoiros non axeitados ou de difícil acceso poden dar lugar a unha inxesta de alimento e auga insuficientes ou desequilibradas, sendo mais prexudicadas as vacas e

xovencas coxas, xa que non poden competir. Aínda que non se avaliou neste estudo, é moi probable que as boas prácticas de manexo da alimentación para evitar rechazos incrementen a inxesta de materia seca e a produción de leite (Bach et al., 2008).

Outros factores relacionados coas instalacións, coma o nivel de confort dos cubículos poden afectar tamén á produción de leite, xa que os tempos de descanso se reducen cando os cubículos son pouco confortables (Espejo e Endres, 2007; Fregonesi et al., 2007). Durante os períodos de descanso, o fluxo de sangue á glándula mamaria aumenta nun 21,6% o que mellora a produción de leite (Erina et al., 2008). Tal como se indicou previamente a densidade de poboación > 100% asóciase cunha diminución dos tempos de descanso e da produción de leite (Hill et al., 2009).

Os sistemas de ventilación inadecuados poden resultar insuficientes para contrarrestar o estrés por calor durante o verán (Bernabucci et al., 2014; De Rensis et al., 2015). É coñecido que o estrés por calor reduce os comportamentos de alimentación, descanso e rumia das vacas e, polo tanto, o consumo de alimento e a produción de leite (Tapki e Sahin 2006). A maioría das mellores granxas contaban con instalacións deseñadas para favorecer unha boa ventilación e evitar a humidade e a condensación, estas instalacións eran menos frecuentes nas granxas de peor desempeño.

CONCLUSIÓN

O presente estudo amosou que o confort e a calidade das instalacións diferían significativamente entre as diferentes granxas leiteiras que participaron no estudo, se ben algunhas deficiencias eran comúns en todos os grupos de granxas. A maioría das granxas, tanto no grupo de mellor rendemento coma nos outros grupos, tiñan cubículos con dimensións insuficientes, e unha parte importante de granxas (25-40%) tiñan menos dun cubículo por vaca. As proporcións de vacas coxas foi alta en todos os grupos de granxas, variando entre o 33% e o 46%. Instalacións inaxeitadas e mantemento insuficiente asociáronse cunha hixiene significativamente peor nas patas e na ubre e cunha menor taxa de detección de celos e unha menor produción de leite. As diferenzas observadas na produtividade entre os distintos grupos de fincas, aínda que se debía unicamente a aspectos relacionados coas instalacións, debe servir coma incentivo para os gandeiros para emprender reformas e/ou cambios nas prácticas de manexo para mellorar o "cow comfort". Por outra banda, as coxeiras e as medidas de hixiene poden utilizarse coma indicadores rápidos de instalacións inaxeitadas.

REFERENZAS

Abeni F, Bertoni G. 2009. Main causes of poor welfare in intensively reared dairy cows. *Ital J Anim Sci.* 8 (sup1): 45–66.

Anderson N. 2007. Free stall dimensions. INFO Sheet. Ontario: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs; p. 15. Bach A, Dinares M, Devant M, Carre X. 2007. Associations between lameness and production, feeding and milking.

Bach A, Dinares M, Devant M, Carre X. 2007. Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *J Dairy Res.* 74(1):40–46.

Bach A, Valls N, Solans A, Torrent T. 2008. Associations between non-dietary factors and dairy herd performance. *J Dairy Sci.* 91(8):3259–3267.

Bernabucci U, Biffani S, Buggiotti L, Vitali A, Lacetera N, Nardone A. 2014. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci.* 97(1):471–486. Cha E, Hertl JA, Bar D, Grohn YT. 2010. The cost of different € types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Prev Vet Med.* 97(1):1–8.

Callejo, A. & Jimeno, V. (1999). “Claves de los alojamientos para vacas lecheras”. *Mundo Ganadero.* 111: 40-47.

Cook NB, Hess JP, Foy MR, Bennett TB, Brotzman RL. 2016. Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. *J Dairy Sci.* 99(7):5879–5891.

Cook NB, Nordlund KV. 2005. An update on dairy cow freestall design. *Bov Pract.* 39:29–36.

Cook NB, Reinemann DJ. 2007. A toolbox for assessing cow, udder and teat hygiene. Proceedings of the 46th Annual Meeting of the National Mastitis Council, 21-24 January. San Antonio (TX): National Mastitis Council; [accessed 2017 May 26].

Cook NB. 2002. The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder health. Proceedings of the 35th Annual Convention of American Association Bovine Practitioners, September 26-28; Madison (WI): Frontier Printers Inc; p. 97–103.

Cordoba JD, Castillo MP, Ormeño N, Acosta G, Tadich N. 2012. Descripción de los cubículos

utilizados en granjas lecheras en el sur de Chile y su relacion con el confort de las vacas. Arch Med Vet. 44(1):75–80.

D’Emilio A, Porto SM, Cascone G, Bella M, Gulino M. 2017. Mitigating heat stress of dairy cows bred in a free-stall barn by sprinkler systems coupled with forced ventilation. J Agric Eng. 48(4):190–195.

De Elía, M. (2002). Etología y comportamiento del bovino. Disponible on line: (https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/45-etologia_y_comportamiento.pdf)

De Rensis F, Garcia-Ispuerto I, Lopez-Gatius F. 2015. Seasonal heat stress: clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. Theriogenology. 84(5): 659–666.

Drissler M, Gaworski M, Tucker CB, Weary DM. 2005. Freestall maintenance: effects on lying behavior of dairy cattle. J Dairy Sci. 88(7):2381–2387.

English, P., Burgess, G., Segundo R. e Dunne J. (1992). Stockmanship. Improving the Care of the Pig and Other Livestock. Ipswich: Farming Press.

Erina S, Stanciu G, Csiszter LT, Acatincai S, Tripon I, Baul S, Gavojdian D. 2008. Study on the resting behavior in Romanian Black and White primiparous cows. Sci Pap Anim Sci Biotechnol. 41:398–402.

Espejo LA, Endres MI. 2007. Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns. J Dairy Sci. 90(1):306–314.

European Commission. 2005. Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals. Special Eurobarometer. Brussels: European Commission 229; p. 14–17.

Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. J Dairy Sci. 77(9):2695–2703. Fjeldaas T, Sogstad ÅM, Østerås O. 2011. Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in freestalls with slatted concrete, solid concrete or solid rubber flooring in the alleys. J Dairy Sci. 94(3):1243–1255.

Fraser D, Duncan IJ, Edwards SA, Grandin T, Gregory NG, Guyonnet V, Hemsworth PH, Huertas SM, Huzzey JM, Mellor DJ, Mench JA, et al. 2013. General principles for the welfare of animals in production systems: the underlying science and its application. Vet J. 198(1):19–27.

Fregonesi JA, Tucker CB, Weary DM. 2007. Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J Dairy Sci.* 90(7): 3349–3354.

Fregonesi JA, Veira DM, Von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2007. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *J Dairy Sci.* 90(12):5468–5472.

González, J.V.M. e Villalobos, P. (2007). Bioseguridad y estrategias de control del ganado vacuno. *Producción animal* 22 (230): 4-16.

Grandin T. (2000). *Livestock handling and transport*. CABI, Wallingford.

Grant R, Miner WH. 2015. *Economic benefits of improved cow comfort*. St. Charles (MO): Novus International.

Grant RJ, Tylutki T, Krawczel P. 2010. Modeling the influence of management on dry matter intake in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 84(E-suppl.1):468.

Hemsworth PH, Coleman GJ. 2011. *Farm animal welfare: assessment, issues and implications*. In: Paul H. Hemsworth and Grahame J. Coleman (Eds.), *Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals*. 2nd ed. Oxfordshire, UK: CAB International; p. 21–46.

Hill CT, Krawczel PD, Dann HM, Ballard CS, Hovey RC, Falls WA, Grant RJ. 2009. Effect of stocking density on the short-term behavioural responses of dairy cows. *Appl Anim Behav Sci.* 117(3–4):144–149.

<http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkMachine/Cleaning/07%20NMC%20Hygiene%20Toolbox%5B1%5D.pdf>

Hulsen J. 2007. *Cow signals (el lenguaje de las vacas)*. 1st ed. Madrid, Spain: Ediciones Técnicas Reunidas SL; p 96.

Huxley JN. 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livest Sci.* 156(1–3):64–70.

Ito K, Von Keyserlingk MAG, LeBlanc SJ, Weary DM. 2010. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *J Dairy Sci.* 93(8):3553–3560.

Juaristi JL, Bach A, Rodríguez P. 2004. *Cuadernos de campo: cow comfort*. Zaragoza, España: Laboratorios Merial; p. 221.

Ketelaar-de Lauwere, C. C., e Ipema, A. H. (2000). Cow behaviour under different types of cow traffic. In: *Robotic Milking*: 181.

Krawczel PD, Klaiber LB, Butzler RE, Klaiber LM, Mooney CS, Dann HM, Grant RJ. 2010. Short-term overcrowding affects the lying and social behaviour of lactating Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 93(E-suppl.1):789.

Kremer PV, Nueske S, Scholz AM, Foerster M. 2007. Comparison of claw health and milk yield in dairy cows on elastic or concrete flooring. *J Dairy Sci.* 90(10):4603–4611.

Lagger J. 2007. Estrategias de bienestar animal para prevenir lesiones podales en vacas lecheras. *Veterinaria Argentina.* 24:588–602.

Laurence M. 2014. 13 Biosecurity and beef cattle health, husbandry and welfare. In: David Cottle and Lewis Kahn (Eds.), *Beef Cattle Production and Trade*. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing; p. 251–289.

Liang D, Arnold LM, Stowe CJ, Harmon RJ, Bewley JM. 2017. Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *J Dairy Sci.* 100(2):1472–1486.

Metz, J.H.M. and Wierenga, H.K. (1987). Behavioural criteria for the design of housing systems for cattle. EN: H.K. Wierenga y D.J. Peterse (eds) *Cattle Housing Systems, Lameness and Behaviour*, pp:14-25. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.

Mulling CK, Green L, Barker Z, Scaife J, Amory J, Speijers M. 2006. Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. *Proceedings of the 24th World Buiatric Congress, 15-19 October. World Association for Buiatrics: Nice, France; p. 531–543.*

PennState Extension. 2017. Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management: dairy. [accessed 2017 May 25]. <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/body-condition-scoring/body-conditionscoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>.

Pereira JM, Barrasa M, Gonzalez JJ. 2003. Parametrización dimensional de alojamientos de ganado vacuno lechero. *Proceedings of the VII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, October 8-10, 2003, Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra; p. 1431–1440.*

Puigdomenech, F.A. (2005). Puntos clave en la gestión de ganaderías de vacuno lechero (en línea). Mundo Ganadero. 16(177): 6-11.

Saavedra, X.R.D. (2008). A importancia do recorte funcional dos pezuños no gando vacún leiteiro. AFRIGA. 72: 70-77.

Sager, R.L. (2000). Agua para bebida de bovinos. Reedición de la serie técnica nº126, INTA EEA San Luis.

Sánchez Rodríguez, M. (2004). Instalaciones y equipos para las empresas de vacuno de leche. Manual de instalaciones para explotaciones lecheras. Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía. Mairena del Aljate. Sevilla

Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology. 47(6):1179–1187.

Tapki I, Sahin A. 2006. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. Appl Anim Behav Sci. 99:1–11.

Telezhenko E, Bergsten C. 2005. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. Appl Anim Behav Sci. 93(3–4):183–197.

Telezhenko E, Lidfors L, Bergsten C. 2007. Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. J Dairy Sci. 90(8):3716–3724.

Trillo Y, Quintela LA, Barrio M, Becerra JJ, Vigo M, Peña AI, Herradon PG. 2017. Description of measurable parameters related to animal welfare in free-stall and tie-stall farms in Northwestern Spain. Arch Zootec. 66(254): 203–213.

Tucker CB, Weary DM. 2001. Stall design: enhancing cow comfort. Adv Dairy Technol. 13:155–168.

Vasseur E, Borderas F, Cue RI, Lefebvre D, Pellerin D, Rushen J, Wade KM, de Passill e AM. 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. J Dairy Sci. 93(3):1307–1316

ARTIGO II

Avaliación das granxas do Noroeste de España: Principais debilidades e fortalezas das instalacións

Verdes S, Yáñez U, Trillo Y, Herradón PG, Peña AI, Becerra JJ and Quintela LA. *Housing assessment in farms in the Northwest of Spain: main facility weaknesses and strengths.* *Journal of Dairy Research* <https://doi.org/10.1017/S0022029922000309>

Sonia Verdes participou no deseño experimental, na recollida e análise de datos e na elaboración do manuscrito

RESUME

O obxectivo deste artigo de investigación foi avaliar e describir a situación actual respecto dos erros nas instalacións das explotacións leiteiras da provincia de Lugo (Galicia, España).

Avaliamos as instalacións de 168 granxas con sistemas de estabulación libre, incluíndo un total de 9228 vacas de leite. Avaliáronse parámetros relacionados coa área de descanso, a área de circulación, a área de alimentación, a área de ventilación e a área de muxidura, así coma características relativas ao manexo dos animais. As medidas tomáronse utilizando un medidor láser ou unha cinta métrica. Realizouse unha enquisa para recompilar información sobre os protocolos de limpeza e preventivos nas granxas. Os nosos resultados amosan que a maioría das granxas non compren cos obxectivos ao respecto das medidas dos cubículos, o ancho dos corredores, o tipo de piso ou a presenza de currais de corentena, o que pode ter un impacto negativo na saúde e na produtividade dos animais. Polo tanto, para maximizar estes parámetros e a rendibilidade das explotacións, as recomendacións que expoñemos neste estudo poden resultar útiles como guía á hora de deseñar novas granxas ou reformar as instalacións existentes.

Palabras clave: gando leiteiro, rendibilidade da explotación, instalacións, benestar animal, "cow comfort".

INTRODUCCIÓN

O benestar animal do gando leiteiro tense convertido nunha cuestión importante, xa que se correlaciona directamente coa produción das vacas e, en consecuencia, coa rendibilidade das explotacións (Verdes et al., 2020). Tendo en conta a situación actual do sector lácteo con elevados custos de produción e baixos prezos do leite, o benestar animal pode marcar a diferenza entre obter ou non ganancias. Se unha vaca non acadar un axeitado estado de benestar animal, non desenvolverá todo o seu potencial produtivo.

Na bibliografía poden atoparse numerosas referencias sobre como diferentes aspectos das instalacións leiteiras e o seu uso inflúen na saúde, a lonxevidade, o rendemento reprodutivo e a produción dos animais (Molina et al., 2019; Verdes et al., 2020; Bugueiro et al., 2021). Polo tanto se queremos mellorar o benestar animal nas granxas de leite, é importante ter en conta o deseño das instalacións e o manexo do rabaño.

Aínda que podería resultar comprensible que as instalacións antigas non cumpran cos estándares precisos para conseguir axeitadas condicións de benestar animal, sorprende ver como as granxas de recente construción tampouco o conseguen.

Neste contexto, coñecer os principais erros nas instalacións dentro dunha determinada rexión pode supoñer unha importante vantaxe á hora de deseñar o construír novas granxas e reformar as existentes.

Diante desta circunstancia, o obxectivo desta investigación foi examinar e describir a situación actual das explotacións leiteiras da provincia de Lugo (Galicia, España) ao respecto dos erros nas instalacións, polo que este estudo pode resultar útil como guía para emendalos ou evitalos co fin de que os animais acaden un estado de benestar axeitado e, en consecuencia, mellorar o rendemento do rabaño.

MATERIAIS E MÉTODOS

Granxas

De xaneiro a decembro de 2015 avaliamos o benestar dos rabaños en 168 granxas de leite situadas no Noroeste de España (provincia de Lugo, Galicia). Esta provincia conta co maior censo de gando vacún leiteiro de España. Das 844.000 vacas de leite que se rexistraron no censo de 2015 en España, 360.000 (43%) estaban de Galicia e 161.000 (19%) na provincia de Lugo. Así mesmo, das 6799 mil toneladas de leite producidas en España nese ano, 2.722 (40%) producíronse en Galicia (MAPA, 2015a, b).

As granxas seleccionáronse entre os clientes de veterinarios colaboradores responsables do control reprodutivo nas granxas de leite da provincia. O noso obxectivo era involucrar tantas granxas como fose posible naquelas comarcas con maior densidade de explotacións de leite.

Só se incluíron granxas con sistemas de estabulación libre. E se ben aínda existen granxas con sistemas trabados, soen ser antigas e a tendencia é a desaparecer. O número total de vacas de leite do estudo foi de 9.228, cunha media de 55 (10-240) animais de por explotación

Recollida de datos

Un mesmo avaliador visitou cada unha das granxas nunha única ocasión, e tódolos datos se recompilaron seguindo sempre a mesma orde. Os parámetros baseados nas instalacións con respecto a área de descanso, a área de circulación, a área de alimentación, a área de ventilación e a área de muxidura, así coma as características referidas ao manexo dos animais, avaliáronse como describíronse previamente Juaristi e al. (2004) e Verdes et al. (2020). As medidas lineais tomáronse cun medidor láser ou unha cinta métrica. Así mesmo realizouse unha enquisa para recompilar información relativa á muxidura, o rabaño, as rutinas de limpeza e os protocolos de recorte funcional de cascos.

Análise estatística

Para a análise dos datos, os parámetros que cumpriron co obxectivo de benestar puntuáronse con 0, e por outro lado, os que non cumpriron co obxectivo puntuáronse con 1. Para cada un dos parámetros calculouse a porcentaxe de granxas que cumpriron co obxectivo. Despois, ordenáronse os parámetros segundo a porcentaxe e calculáronse os cuartiles. Os parámetros incluídos entre o 0% e o 25% (primeiro cuartil) foron clasificados coma os principais erros, mentres que os comprendidos entre o 75% e o 100% (cuarto cuartil) caracterizáronse coma as principais fortalezas das granxas da rexión do estudo. Todos os datos analizáronse utilizando SPSS versión 20.0 para Windows (SPSS Inc, ChicagoIL, EE.UU.).

RESULTADOS

Os factores incluídos no primeiro e no cuarto cuartil amósanse na Táboa II.1. As medidas dos cubículos, incluíndo a lonxitude total (5,7%), a distancia dende o bordo do cubículo e a barra de retención do pescozo (24,9%), a distancia entre a almofada e o bordo do cubículo (5,7%), a altura do bordo do cubículo (15,5%); a anchura dos pasos laterais (16,6%), e a presenza de pisos de goma (4,1%); o piso raído ou a colocación de pisos de goma na sala de espera da muxidura (7,9%), e a presenza de currais de corentena (13,5%) son os parámetros para os que a maior parte das granxas nun cumpren os obxectivos marcados.

Do contrario, entre as principais fortalezas atopamos, a cama, coa presenza dunha cama seca (76,6%), unha superficie da cama nivelada (80,3%) e unha frecuencia do mantemento da cama ≥ 2 veces por día (80,8%); respecto ao mantemento dos corredores, observamos, presenza de pisos esvaradíños (76,6%), presenza de esterco nos corredores (87,6%) e presenza das fosas de puríns debaixo das naves (89,1%); no referente ao manexo dos animais observamos, sobrepoboación (77,2%), a colocación de pediluvios (80,3%), estrés por escaseza de recursos (82,9%), presenza de vacas coa cola (87,6%) zona de fuxida (89,6%) e presenza de moscas (95,3%); diversos parámetros relacionados coa área de alimentación, incluíndo o ancho das trabadizas (82,9%), a análise da auga (86%), a limpeza do comedero (98,4%), a continua dispoñibilidade de alimento (99%) e a presenza de cuberta na zona de

alimentación (99%); e o mantemento dun entorno axeitado ao respecto da presenza, de telarañas (80,8%) e de aperturas laterais (81,3%), a altura das paredes laterais (82,4%) e do cume (86%), a presenza de condensación (87,6%), de correntes de aire cara as vacas (89,6%) ou dun exceso de humidade (93,8%).

DISCUSIÓN

En xeral, os resultados deste estudo amosan que, se ben a maioría das explotacións da provincia de Lugo teñen condicións axeitadas ao respecto do mantemento das instalacións e o manexo dos animais, aínda quedan varios aspectos susceptibles de ser mellorados respecto das dimensións e dos materiais empregados nas explotacións, incluídas as de recente construción.

Entre os principais erros observados, cabe destacar que os cubículos resultan pequenos, o que incide notablemente no tempo de descanso dos animais. En consecuencia, as vacas diminúen a frecuencia de uso dos cubículos ou utilizan outros lugares para deitarse, incluídos os corredores (Cook–Norlung, 2004). Este feito ten un impacto negativo na hixiene dos animais. A presenza de sucidade nas ubres ou nos cuartos traseiros provocada polo descanso fora dos cubículos, resulta un factor de risco que favorece a aparición de mamite (de Pinho et al., 2012) e afecta á hixiene do leite e á termorregulación (Bugeiro et al., 2018). Así mesmo, Molina et al. (2019) observaron a existencia dunha correlación entre os animais mais limpos e unha menor produción de leite. Ademais segundo Grant (2004) as vacas deben estar deitadas entre 12 e 14 horas ao día; o que non só favorece a inxesta de materia seca e o fluxo sanguíneo á glándula mamaria, senón que tamén beneficia a saúde dos cascos (Calamari et al. 2009). Os períodos de descanso insuficientes diminúen o consumo de alimento, a produción de leite e poden favorecer á aparición de coxeiras e lesións nos cascos (Tucker et al., 2021).

Na maioría dos casos os pasos laterais non permitían o cruce de dous animais. Nese senso, é importante resaltar que entre os animais dun rabaño existen relacións de dominancia, e que as interaccións agresivas aumentan cando se impoñen limitacións de espazo (Fregonesi et al., 2007). Como consecuencia, as vacas subordinadas poden ser intimidadas e inhibirse ao acceso a un determinado recurso (por exemplo, o comedero, os cubículos ou os cepillos mecánicos), mostrando un comportamento de submisión ou evitación, ao estar os seus movementos bloqueados polas vacas dominantes (Cook & Nordlund, 2004).

Outro inconvinte das instalacións encontrado na maioría das granxas foi a ausencia de pisos de goma ou superficies raiadas na sala de espera da muxidura, nos corredores ou nos pasos laterais. O uso de pisos de goma ten sido amplamente documentado na bibliografía. Ao respecto, Boyle et al. (2007) suxeriron que as vacas prefiren manterse de pé sobre superficies

cómodas, mais non atoparon un efecto beneficioso da utilización de pisos de goma sobre a saúde dos cascos, a expresión dos celos e o rendemento reprodutivo. Malia, outros investigadores afirmaron que as vacas aloxadas en instalacións con pisos de goma presentan un restablecemento mais temperá da actividade estral durante o posparto, o que se traduce nun acurtamento do período necesario para que as vacas quedan preñadas e do intervalo entre partos, malia que non observaron ningún efecto sobre a produción de leite (Kremer et al., 2012). Ao respecto da saúde dos cascos, Oehme et al. (2009) observaron unha redución da carga mecánica cando os animais se manteñen de pé e camiñan sobre pisos de goma en comparación con pisos de cemento, o que pode reducir a presenza de lesións nos cascos inducidas mecanicamente. Ademais, Telezhenko et al. (2017) avaliaron en distintas instalacións gandeiras a resistencia ao deslizamento de diversos tipos de piso; concluíndo que se reduce o risco de esvaróns cando as vacas camiñan sobre unha superficie mais branda, como é o caso das alfombras de goma, donde os pezuños teñen mellor agarre, proporcionando unha marcha significativamente mellor.

Para acadar unha bioseguridade axeitada, as granxas precisan dun plan no que se deben considerar todos os riscos potenciais e definir estratexias para manexar as enfermidades (Dargatz et al., 2002). Entre estas estratexias, deberá considerarse coidadosamente a introdución de novos animais, xa que poden ser portadores de enfermidades ben sexa da granxa de orixe ou adquiridas nos mercados ou durante o transporte (Laurence, 2014). Polo tanto, para evitar a propagación de posibles patóxenos non só é necesario un tempo de corentena, senón tamén unha separación física. É por ese motivo polo que se recomenda encarecidamente un período de corentena e un curral de corentena que permita diminuír a cantidade de patóxenos (Laurence, 2014). Malia, poucas explotacións da provincia de Lugo dispoñen dun curral de corentena, o que pode afectar negativamente ao benestar das vacas que conforman o rabaño ao respecto do seu estado sanitario. Bugueiro e col. (2018) indicaron que a xestión das enfermidades é un aspecto crítico a considerar nas explotacións de Galicia, polo que se debe animar aos gandeiros a incluír novos plans de control sanitario a fin de mellorar a prevención de enfermidades.

Os nosos resultados foron diferentes aos obtidos por Molina et al. (2019), quen observaron puntuacións "excelente" e "mellorada" (segundo o protocolo Welfare Quality®) na avaliación das instalacións das granxas do sur de España. Isto pode explicarse polas diferenzas nos protocolos que se seguiron á hora de avaliar as instalacións, xa que non consideraron as dimensións dos cubículos nin o tipo de piso. Pola contra, Bertocchi et al. (2018) afirman que a presenza de cubículos de dimensións e deseño desaxeitados, así coma o tipo de piso dos corredores eran dos principais defectos das instalacións das granxas italianas.

Doutro xeito, é importante sinalar que o mantemento das instalacións resulta axeitado na maioría das granxas. Mais do 75% das granxas incluídas neste estudo manteñen a superficie da cama seca e nivelada, e a frecuencia con que se limpan os cubículos é suficiente. Ademais o subministro de alimento e auga resulta axeitado en case todas as granxas ao respecto da análise da auga, a limpeza e presenza de cuberta no comedeiro e a dispoñibilidade de alimento. Ademais, na maioría das granxas o entorno resultaba axeitado ao respecto das instalacións, o mantemento dos corredores, a presenza de moscas e a ubicación da fosa de puríns. Como se discutiu anteriormente, a hixiene é un aspecto clave para o éxito do rabaño, xa que afecta á saúde das vacas e á produción de leite (de Pinho et al., 2012; Bugueiro et al., 2018 ; Molina et al., 2019). Ademais, non só a capacidade produtiva e a saúde se ven afectados pola hixiene, senón tamén pola axeitada cobertura das necesidades básicas coma a alimentación, e a dispoñibilidade de auga (Bugueiro et al.2021).

Finalmente cómpre sinalar que na maioría das granxas o manexo dos animais resulta axeitado, en aspectos tales como a sobrepoboación, a presenza de pediluvios, estrés, zona de fuga e presenza de vacas con rabo. Sobre esta cuestión, Bova et al. (2014) afirmaron que certas prácticas de manexo, coma as condicións das instalacións, poden actuar coma importantes factores estresantes, xa que poden afectar severamente á saúde e produción das vacas; e polo tanto, deben considerarse esenciais para o benestar animal.

En conclusión, os principais erros observados nas explotacións da provincia de Lugo, ao respecto da avaliación das instalacións e o benestar animal, son as dimensións dos cubículos e dos pasos laterais, os materiais empregados nos pisos e a ausencia de corrais de corentena. O deseño das instalacións debe ser considerado coidadosamente, xa que está directamente relacionado coa saúde e a produtividade das vacas. Polo tanto, para maximizar ambos parámetros e, en consecuencia, os beneficios da explotación, as recomendacións que aportamos neste estudo poden ser útiles como guía á hora de construír unha nova granxa ou reformar as xa existentes.

Táboa II. 1: Proporcións dos principais erros e fortalezas (expresadas en porcentaxes) observadas nas explotacións do noroeste de España

	<i>Variable</i>	<i>% de granxas que compren obxectivo</i>
Principais debilidades	Pisos de goma ^b	4,1
	Lonxitude total do cubículo ^a	5,7
	Distancia dende o bordo a barra de retención ^a	5,7
	Piso de goma na sala de espera ^f	7,9
	Illamento do teito ^e	10,4
	Sala de corentena ^a	13,5
	Altura do bordo dos cubículos ^a	15,5
	Ancho dos corredores ^b	16,6
	Distancia dende a almofada ata o bordo ^a	24,9
Principais fortalezas	Piso esvaradío ^b	76,2
	Cama seca ^a	76,7
	Aglomeracións de vacas ^c	77,2
	Superficie nivelada da cama ^a	80,3
	Pediluvios ^c	80,3
	Mantemento da cama ^a	80,8
	Arañeiras ^e	80,8
	Abertura lateral ^e	81,3
	Altura da parede lateral ^e	82,4
	Estrés por recursos escasos ^c	82,9
	Ancho da trabadiza ^d	82,9
	Análise de auga ^d	86
	Altura do cume ^e	86
	Acumulación de esterco nos corredores ^b	87,6
	Vacas con rabo ^c	87,6
	Condensación ^e	87,6
	Fosa do xurro debaixo da nave ^b	89,1
	Zona de fuga ^c	89,6
	Correntes cara os animais ^e	89,6
	Humidade ^e	93,8
	Presenza de moscas ^c	95,3
	Limpeza do comedero ^d	98,4
	Dispoñibilidade continua de alimento ^d	99
	Comedero cuberto ^d	99

a: zona de descanso; b: zona de circulación; c: zona de vacas; d: zona de alimentación; e: zona de ventilación; f: zona de muxido

REFERENZAS

Bertocchi L, Fusi F, Angelucci A, Bolzoni L, Pongolini S, Strano RM, Ginestreti J, Riuzzi G, Moroni P, Lorenzi V (2018) Caracterización de peligros, promotores del bienestar y medidas basadas en animales para la evaluación del bienestar de las vacas lecheras: obtención de la opinión de expertos. *Medicina veterinaria preventiva* 150, 8-18.

Bova TL, Chiavaccini L, Cline GF, Hart CG, Matheny K, Muth AM, Voelz B, Kesler D y Memili E (2014) Estresores ambientales que influyen en la fisiología de hormonas y sistemas en el ganado. *Biología reproductiva y endocrinología* 12, 58.

Boyle LA, Mee JF y Kiernan PJ (2007) El efecto de los pasillos de caucho frente a los de hormigón en los cubículos sobre la salud de las uñas y la reproducción de vacas lecheras pluríparas. *Ciencia aplicada del comportamiento animal* 106, 1-12.

Bugueiro A, Diéguez FJ y Pedreira J (2018) Estudio sobre los principales problemas de bienestar de las vacas lecheras de la región de Galicia (NO de España). *Junta de Comportamiento Animal y Biometeorología* 6, 84-89.

Bugueiro A, Fouz R y Diéguez FJ (2021) Asociaciones entre Bienestar Agrícola, Producción de Leche y Desempeño Reproductivo en Rebaños Lecheros del Noroeste de España. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 24, 29-38.

Calamari L, Calegari F, Stefanini L (2009) Efecto de diferentes superficies de establos libres sobre parámetros conductuales, productivos y metabólicos en vacas lecheras. *Ciencias aplicadas del comportamiento animal* 120, 9-17.

Cook NB y Nordlund KV (2004) Necesidades de comportamiento de la vaca en transición y consideraciones para el diseño de instalaciones con necesidades especiales. *Clínicas veterinarias Food Animal Practice* 20, 495-520.

Dargatz DA, Garry FB y Traub-Dargatz JL (2002) Una introducción a la bioseguridad de las operaciones de ganado. *Las Clínicas Veterinarias Food Animal Practice* 18, 1-5.

De Pinho M, Borin D, Yoshida P, Zampolli M, Donizete B y Langoni H (2012) Relaciones entre la condición de la punta del pezón, la limpieza de la ubre y la mastitis subclínica bovina. *Investigación en Ciencias Veterinarias* 93, 430-434.

Fregonesi JA, Tucker CB y Weary DM (2007) El exceso de ganado reduce el tiempo de reposo en las vacas lecheras. *Journal of Dairy Science* 90, 3349-3354.

Grant RJ (2004) Incorporación del comportamiento de las vacas lecheras en herramientas de manejo. Actas de la Conferencia de nutrición de Cornell para fabricantes de piensos, 19.-21.10.2004. Ithaca, Nueva York (EE. UU.), Págs. 65-96.

Juaristi JL, Bach A, Rodríguez P (2004) Cuadernos de campo: comodidad de la vaca [Cuadernos de campo: comodidad de la vaca]. Zaragoza, España: Laboratorios Merial, pág.221.

Kremer PV, Scholz AM, Nüske S y Föster M (2012) ¿Importan las alfombras? - Comparación de características de fertilidad y producción de leche en vacas lecheras sobre pisos de caucho u hormigón. Archiv fur Tierzucht 55, 438-449.

Laurence M (2014) 13 Bioseguridad y salud, cría y bienestar del ganado vacuno. En Cottle D y Kahn L (eds). Producción y comercio de ganado vacuno. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, págs. 251-289.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2015a) Encuestas de efectivos de ganado bovino. Disponible online: https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/informebovino2015_tcm30-423113.pdf [21/07/2021].

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2015b) Cuadros de producción de leche de vaca en las explotaciones desglosadas por CCAA. Disponible online: https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cuadrocuadrosdeproducciondelechedevacaenlasexplotacionesdesglosadasporccaa_tcm30-103606.pdf [21/07/2021].

Molina L, Agüera E, Maroto-Molina F y Pérez-Marín CC (2019) Evaluación del bienestar en explotación del ganado lechero en el sur de España y sus efectos sobre los parámetros reproductivos. Revista de investigación de productos lácteos 86, 165-170.

Oehme B, Grund S, Munzel J y Mülling CKW (2019) Efecto cinético de diferentes condiciones del suelo en la planta de las garras de vacas lecheras de pie y caminando. Journal of Dairy Science 102: 10119-10128.

Telezhenko E, Magnusson M y Bergsten C (2017) Marcha de vacas lecheras en suelos con diferente deslizamiento. Revista de ciencia láctea 100, 1-10.

Tucker CB, Jensen MB, de Passillé AM, Hänninen L y Rushen J (2021) El tiempo de reposo y el bienestar de las vacas lecheras. Journal of Dairy Science 104, 20-46.

Verdes S, Trillo Y, Peña AI, Herradón PG, Becerra JJ y Quintela LA (2020) Relación entre calidad de instalaciones, indicadores de bienestar animal y medidas de desempeño reproductivo y productivo en explotaciones lecheras del noroeste de España. *Revista italiana de ciencia animal* 19, 319-329.

ARTIGO III

As coxeiras no gando de leite no noroeste de España: prevalencia e factores de risco a nivel de rabaño.

Sonia Verdes participou no deseño experimental, na recollida e análise de datos en la elaboración do manuscrito

RESUMO

O obxectivo deste estudo foi determinar as prácticas de manexo e/ou os aspectos relacionados coas instalacións vinculados coa prevalencia de coxeiras nas explotacións leiteiras de Lugo (Galicia, noroeste de España). Para o estudo, avaliáronse un total de 9.228 vacas en lactación agrupadas en 187 explotacións leiteiras con sistemas de estabulación libre. A coxeira foi puntuada nunha escala do 1 ao 5 segundo o descrito por Sprecher et al. (1997), onde ás vacas sans se lles asignou unha puntuación de 1 e ás vacas gravemente coxas unha puntuación de 5. A porcentaxe de animais avaliados en cada explotación oscilaba entre o oitenta e o cen por cento. Cada unha destas medicións rexistrouse unha vez para cada rabaño e todas as puntuacións foron feitas polo mesmo avaliador. Os datos referidos ao deseño das instalacións e as prácticas de manexo foron recollidos mediante unha inspección da granxa e unha entrevista ao gandeiro. A prevalencia de vacas con puntuación superior a 1 foi do 34,9%, cun intervalo entre o 0% e o 80%. Para determinar os factores de risco das coxeiras Realizáronse dúas análises de regresión lineal múltiple. O primeiro, agrupando en 5 grupos os datos recollidos (zona de descanso, zona de circulación, vacas, zona de alimentación e zona de ventilación) mais as lesións das abecadas. O segundo, con todos os parámetros incluídos nos grupos máis influentes no primeiro análise. O resultado final é que os parámetros que máis influen na redución de vacas con puntuación de locomoción 1 foron, os pisos esvaradíos ($p<0,01$), a distancia de retirada inferior a 75 cm. ($p<0,01$) e as lesións nas abecadas ($p<0,05$). O modelo permitiu explicar o 14,5% da varianza ($r^2=0,145$).

PALABRAS CLAVE: Vacas de leite, laminite, puntuación de locomoción, benestar animal, instalacións, manexo

INTRODUCCIÓN.

A locomoción é un compoñente moi importante do comportamento natural e do benestar das vacas de leite (Applied Animal Behaviour Science 93 (2005) 183–197). A coxeira é unha alteración da locomoción consecuencia da dor producida por unha lesión nas extremidades, principalmente nos cascos. As vacas coxas pasan máis tempo deitadas, ocupan menos tempo en comer e non acadan unha interacción eficaz co medio ambiente (Warnick e col., 2001).

As coxeiras representan a terceira fonte de perdas económicas nas explotacións, despois da infertilidade e a mamite, e recoñécese coma un problema de benestar animal nos rabaños de vacún de leite (Saavedra, 2008). Nun estudo realizado en España no 2017, o 40% das vacas

avaliadas presentaban algún grao de coxeira e o custo medio estimado era de 95 €/vaca/ano (Charfeddine e Pérez-Cabal, 2017). Por tanto, as coxeiras no gando de leite son un problema grave de benestar e unha causa de importantes perdas económicas nas granxas (Alban et al., 1995). Estas perdas prodúcense pola diminución da produción de leite (Warnick et al., 2001; Green et al., 2002; Hernández et al., 2002; Charfeddine e Perez-Cabal, 2017), a diminución de peso, a morte do animal, o sacrificio prematuro (Warnick e col., 2001), a diminución do valor cárnico (Van Arendonk et al., 1984), a diminución da fertilidade (Lucey et al., 1986; Sprecher et al., 1997; Hernández et al., 2001; Melendez et al., 2003) e da taxa de concepción (Alawneh et al., 2011), os altos custos dos tratamentos (Sogstad et al., 2006) e os honorarios profesionais e da man de obra destinada a administrar estes tratamentos (Acuña et al., 2004).

A prevalencia de coxeiras nos países desenvolvidos oscila entre o 1,2%, dun estudo realizado en 34 granxas holandesas, e o 22%, dun estudo en 53 granxas británicas (Smits et al., 1992; Whay et al., 2002).

Acuña et al. (2004) indican que debemos considerar a existencia dun problema cando a porcentaxe de vacas coxas supera o 15%, considerando vacas coxas aquelas que acadan ou superan unha puntuación de 3 (Sprecher e col., 1997). Considérase inaceptable o 20% de vacas do rabaño coxas, sendo o ideal que o 90% acaden o grao 2 ou menos e o 3% acade o grao 4.

A maioría das coxeiras asóciase ao mal deseño e a construción das instalacións, ou son consecuencia dun ineficiente mantemento das mesmas (Fraser e Broom, 1997). O deseño dos cubículos é moi importante na presentación de coxeiras en vacas estabuladas (Baggott, 1982; Tadich, 2003). Diversos estudos amosaron que os cubículos de reducidas dimensións estaban asociados a peores puntuacións de locomoción (Faull et al., 1996). A dispoñibilidade dun número insuficiente de cubículos tamén se correlacionaba negativamente coa puntuación da locomoción (Bowell et al., 2003).

Outro dos aspectos críticos das instalacións é o deseño dos corredores e o tipo de piso, debido ao seus efectos sobre o aparato locomotor do gando (Stefanowska et al., 1998). Os pisos dos corredores non deben ser esvaradíos, deben ser resistentes e manterse secos e limpos (Rushen e Passillé, 2006). Os pisos cómodos melloraran a saúde dos cascos (Benz, 2002; Vanegas et al., 2006) o benestar e o rendemento reprodutivo, facilitando a actividade dos animais, a locomoción e a expresión dos celos (Kremer et al., 2012; Platz et al., 2008). A maioría das explotacións leiteiras están equipadas con pisos duros e pouco flexibles nos corredores o que afecta negativamente á saúde dos cascos (Frankena et al., 1991; Grant e Albright, 1995) e aumenta a incidencia de lesións podais (Manske, 2002). A dureza, abrasividade e deslizamento dos pisos de formigón actúan como factores de risco na

aparición de lesións nos cascos e das coxeiras (Bergsten e Frank, 1996), pola contra os pisos de goma melloran a saúde e a locomoción das vacas (Benz, 2002; Vockey et al., 2001; Vanegas et al., 2006).

A falta de hixiene representa un factor de risco para as enfermidades infecciosas e para as coxeiras, xa que a humidade e falta de hixiene nos cascos son factores predispoñentes para a dermatite interdixital (Frankena et al., 1993; Rodríguez-Lainz et al., 1996).

Os corredores e accesos deben permitir o tráfico das vacas en sentido circular, polo que resulta esencial evitar os corredores cegos, o que evita os efectos negativos das situacións de dominancia (Juaristi e col., 2004). Os corredores terán a máxima amplitude que permita o espazo dispoñible, xa que cando son estreitos acumulan esterco, dificultan o tráfico de animais e aumentan o risco de lesións e de problemas de competencia (Puigdomenech, 2005).

O obxectivo do estudo foi determinar a prevalencia de coxeiras nas explotacións leiteiras da provincia de Lugo (Galicia, noroeste de España) e os factores de risco que poden incrementala derivados das prácticas de manexo e/ou deseño das instalacións.

MATERIAIS E MÉTODOS

No estudo participaron 187 explotacións leiteiras da provincia de Lugo, ubicada no noroeste de España, zona de importante tradición leiteira. As granxas foron seleccionadas a través dos veterinarios responsables do control reprodutivo e só se tiveron en conta as que tiñan un sistema de estabulación libre, xa que son os mais frecuentes na zona do estudo. As vacas permanecían estabuladas durante todo o ano na meirande parte delas e só nunhas poucas os animais saían as veces ao pasto durante curtos períodos de tempo ou cando o clima era favorable. A media de vacas en lactación por explotación foi de 55 (rango: 10-240), e avaliáronse un total de 9.228 vacas en lactación. Todas as granxas realizaban dúas muxiduras ao día nunha sala de muxido convencional. Non se avaliou a xestión da alimentación, pero todas as explotacións da comarca tendían a utilizar o mesmo tipo de materias primas para a elaboración das racións empregando carros mesturadores. As explotacións foron visitadas en nunha única ocasión e sempre polo mesmo avaliador, recollendo os datos que se especifican de seguido.

Prácticas de manexo e medidas das instalacións.

Os parámetros avaliados en este apartado agrupáronse en 5 apartados: áreas de descanso, de circulación e de alimentación, aspectos relacionados coas vacas e ventilación.

As medidas recollidas en cada unha das áreas foron:

Área de descanso: Dimensións dos cubículos, material da cama, limpeza e mantemento da mesma, existencia de salas de partos e de corentena.

Área de circulación: Dimensións dos corredores, tipo de piso, limpeza, existencia de corredores cegos e acceso ao exterior (pasto ou patios de terra).

Área de alimentación: Dimensións do comedero e das trabadizas, condicións e limpeza do comedero.

Aspectos relacionados coas vacas: Presenza de ectoparásitos e moscas, vacas con cornos, vacas con rabo, distancia de retirada, presenza de obxectos de enriquecemento ambiental, recorte funcional de cascos e colocación de pediluvios.

Ventilación: Dimensións das paredes, altura do cume, tipo de teito e presenza de materiais illantes, sistemas de ventilación e outros aspectos indicadores da ventilación (orientación da nave, condensación, presenza de arañeiras, olor a amoníaco).

Para tomar as medidas das distancias utilizouse un medidor láser, ou un flexómetro no caso de distancias curtas.

A recompilación de datos nas diferentes áreas das instalacións fíxose seguindo sempre a mesma orde.

Cada un dos parámetros que cumpriron cos obxectivos de benestar fixados pola bibliografía (Verdes et al., 2020) recibiron 0 puntos, mentres que os que non o cumpriron recibiron 1 punto. A puntuación final de cada unha das cinco áreas avaliadas foi o resultado da suma das puntuacións individuais, de xeito que canto menor era a puntuación mellores condicións de benestar aportaban as instalacións.

Puntuación das coxeiras

A locomoción avaliouuse a través de medidas directas sobre o 80 ou 100% dos animais de cada unha das 187 explotacións que participaron no estudo. Para puntuar a coxeira tomáronse coma referencia os esquemas adaptados por Sprecher et al. (1997) utilizando unha escala do 1 ao 5. Deste xeito, as vacas con puntuación 1 presentaban unha marcha normal e o lombo recto tanto en estación coma camiñando. Os animais con puntuación 2 presentaban un andar lixeiramente alterado co lombo arqueado, considerando a existencia dunha leve coxeira. Os animais puntuados con 3 manifestaban unha coxeira moderada e presentaban o lombo arqueado tanto na estación, como camiñando, daban pasos curtos ao andar e arrastraban lixeiramente o membro oposto ao afectado. Con 4 puntos anotáronse as vacas con coxeira grave que presentaban o lombo arqueado en estación e ao andar, daban pasos curtos e arrastraban claramente o membro oposto ao afectado. Finalmente asignáronselles 5 puntos

as vacas moi ou severamente coxas, que presentaban arqueamento pronunciado do lombo e que rexeitaban moverse e/ou apoiar o membro afectado.

Cada unha destas puntuacións rexistrouse en cada rabaño nunha única ocasión e todas as puntuacións foron realizadas polo mesmo avaliador.

En cada unha das explotacións determinouse a porcentaxe de vacas incluídas en cada unha das puntuacións de coxeira, finalmente agrupáronse todas as vacas con puntuación igual ou superior a 2 para obter a porcentaxe total de vacas coxas en cada unha das explotacións e as que tiñan unha puntuación igual ou superior a 3 para obter a porcentaxe total de vacas con coxeiras clínicas.

Análise estatística

Os datos foron analizados mediante o programa SPSS versión 20.0 para Windows (SPSS INC, Chicago, IL, USA), considerando significativos os valores de $p \leq 0,05$.

En primeiro lugar fíxose unha exploración dos datos relativos as puntuacións de locomoción calculando a media, a desviación estándar, a mediana, e os máximos e mínimos. Así mesmo, fíxose tamén un histograma coas diferentes puntuacións para analizar a distribución dos datos.

No que se refire aos factores de risco, en primeiro lugar, realizouse unha regresión lineal múltiple utilizando a porcentaxe de vacas con puntuación 1 de podoloxía (vacas sans) como variable dependente e a puntuación de cada unha das áreas, xunto coa porcentaxe de lesións nas extremidades como variables independentes.

Coas variables independentes con $p < 0,1$ na análise anterior, realizouse unha regresión lineal múltiple, esta vez utilizando o método “stepwise” para reducir variables no modelo final. A variable dependente foi a mesma que no caso anterior, pero as independentes foron todos os aspectos de benestar incluídos en cada área seleccionada.

Finalmente, cos aspectos de benestar definitivamente relacionados coa podoloxía, realizouse unha ANOVA dun factor (aspecto de benestar: cumpre/non cumpre) e a porcentaxe das 5 puntuacións de podoloxía en cada explotación. No caso das lesións ao tratarse dunha variable continua, realizouse unha correlación de Pearson.

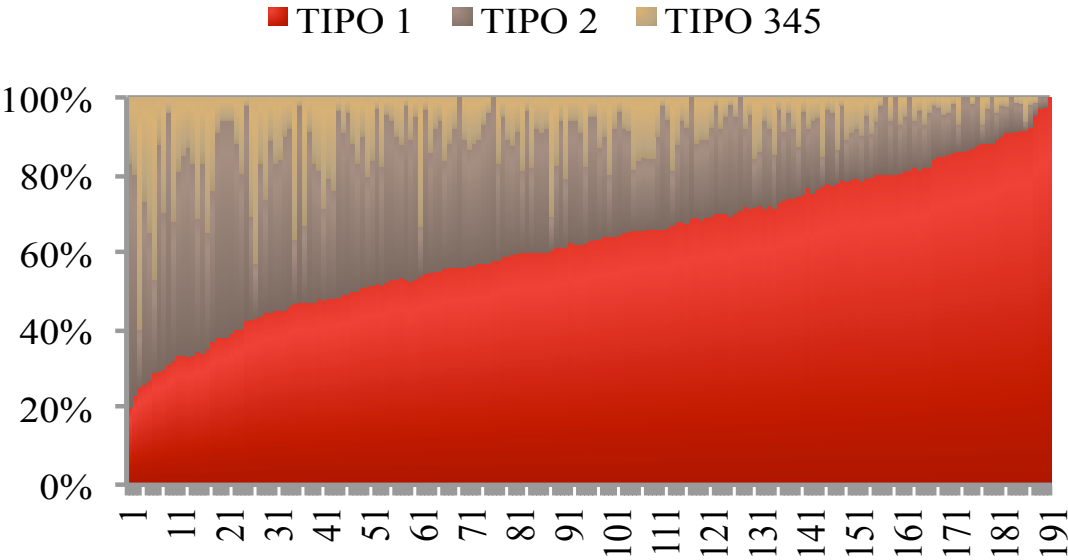
RESULTADOS

A análise das puntuacións de locomoción obtidas das granxas (Táboa III.1, Gráficas III.1 e III.2), amosou unha media e unha mediana de vacas con puntuación 1 do 62,2% e do 62% respectivamente, se ben o seu rango foi moi amplo (20% na peor explotación e 100% na mellor). Esta situación repítese coas restantes puntuacións, cuns rangos moi amplos que indican grandes diferenzas entre explotacións. No que se refire a vacas con coxeira clínica

(puntuacións 3, 4 e 5) a media é de 19,3%, aínda que a mediana é do 8%, isto débese a que os datos nas puntuacións 1 e 2 seguen unha distribución normal, mentres que o resto está desprazada a esquerda. Neste caso, o rango vai do 0% ao 60%.

Táboa III. 1.- Resultados do análise descritivo das puntuacións de locomoción.

PUNTUACIÓN	Media±Desviación Std.	Mediana	Máximo	Mínimo
1	62,2±17,5	62,0	100,0	20,0
2	26,9±13,7	26,0	65,0	0,0
3	7,3±6,5	6,0	35,0	0,0
4	2,3±4,2	1,6	27,0	0,0
5	0,6±1,7	0,0	13,0	0,0
3+4+5	19,3±9,8	8,0	60,0	0,0
2+3+4+5	37,8±17,4	37,8	80,0	0,0



Gráfica III. 1.- Representación gráfica das porcentaxes de vacas con puntuación 1, 2 e 3 a 5 en función da explotación.

As variables que mais influíron sobre a porcentaxe de vacas sans foron as puntuacións obtidas para as áreas de circulación e de vacas e a porcentaxe de lesións (Táboa III.2).

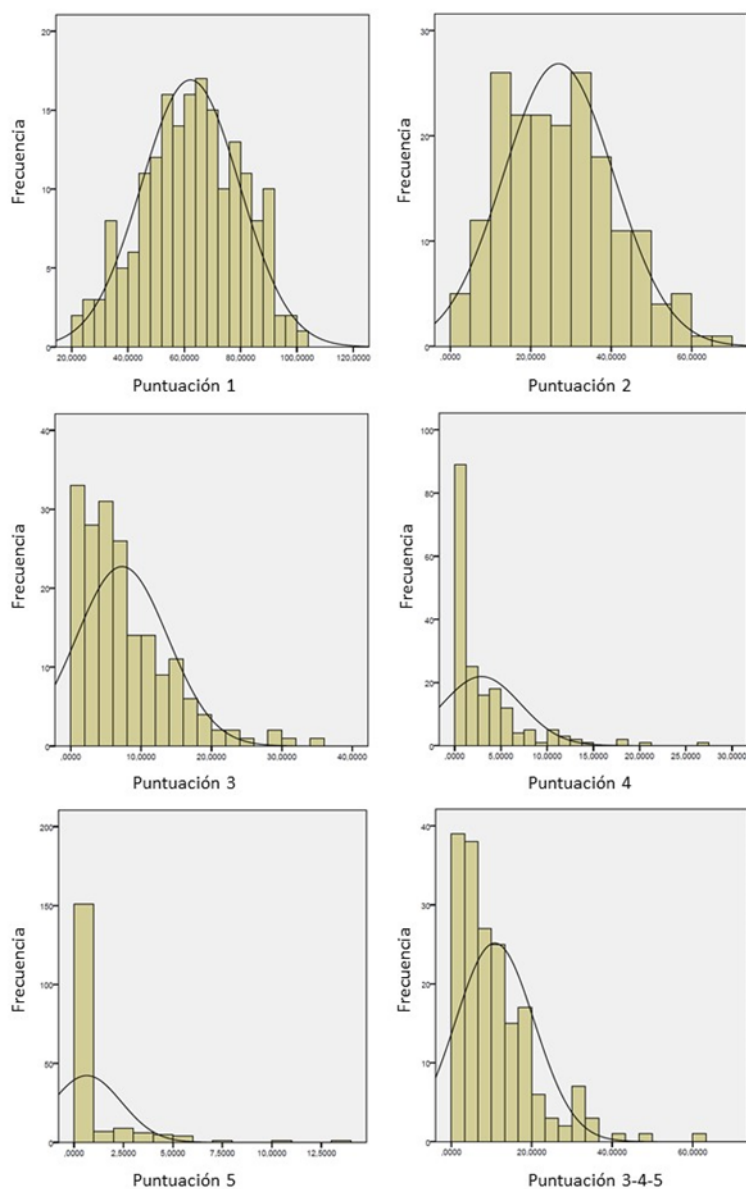
Táboa III. 2. Resultados da análise de regresión lineal múltiple no que se avalían as áreas que influen na porcentaxe de vacas con puntuación de locomoción 1 (vacas sans). R^2 Axustada : 0,137

VARIABLES	COEFICIENTE ESTANDARIZADO	SIGNIFICACIÓN
PUNTUACIÓN DESCANSO	-,007	,926
PUNTUACIÓN CIRCULACIÓN	-,299	,001
PUNTUACIÓN VACAS	-,127	,077
PUNTUACIÓN VENTILACIÓN	,019	,821
PUNTUACIÓN ALIMENTACIÓN	-,013	,869
LESIONS	-,205	,005

Cando se analizaron cada unha das variables incluídas nestas áreas e as lesións (Táboa III.3) observouse que as que se correlacionaban directamente coa porcentaxe de vacas sans eran: os pisos esvaradíos, a distancia de retirada e as lesións. Así, este era maior cando as instalacións non presentaban pisos esvaradíos; a distancia de retirada era maior e a porcentaxe de lesións era menor.

Táboa III. 3. Resultados da análise de regresión lineal múltiple na que se avalían os parámetros que influen na porcentaxe de vacas con puntuación de locomoción 1 (vacas sans). R^2 Axustada : 0,145.

VARIABLES	COEFICIENTES ESTANDARIZADOS	SIGNIFICACIÓN
PISOS ESVARADÍOS	-,304	,000
DISTANCIA DE RETIRADA <75CM	-,195	,005
LESIONS	-,148	,031



Gráfica III. 2.- Distribución das explotacións en función das puntuacións de locomoción.

Nas Gráficas III.3 e III.4 pódese ver a influencia da presenza ou non de pisos esvaradíos, a distancia de retirada ou as lesións afectan na porcentaxe de animais incluídos nas distintas puntuacións de locomoción.

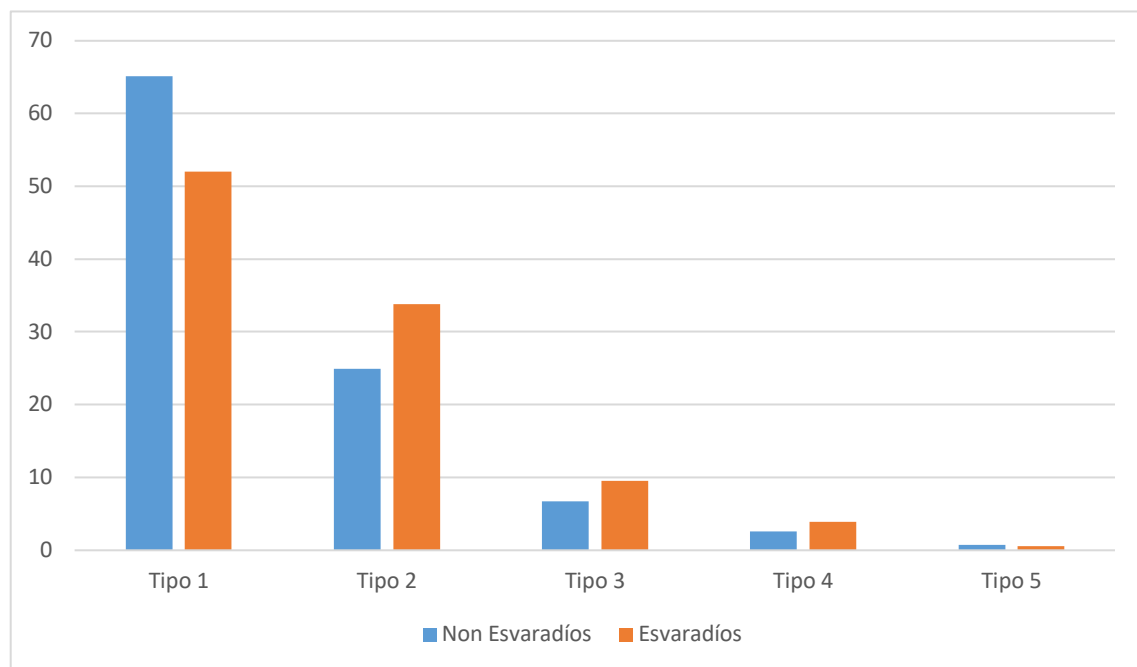


Gráfico III. 3. Puntuación da coxeira (expresada en %) en relación coa presenza ou non de pisos esvaradíos

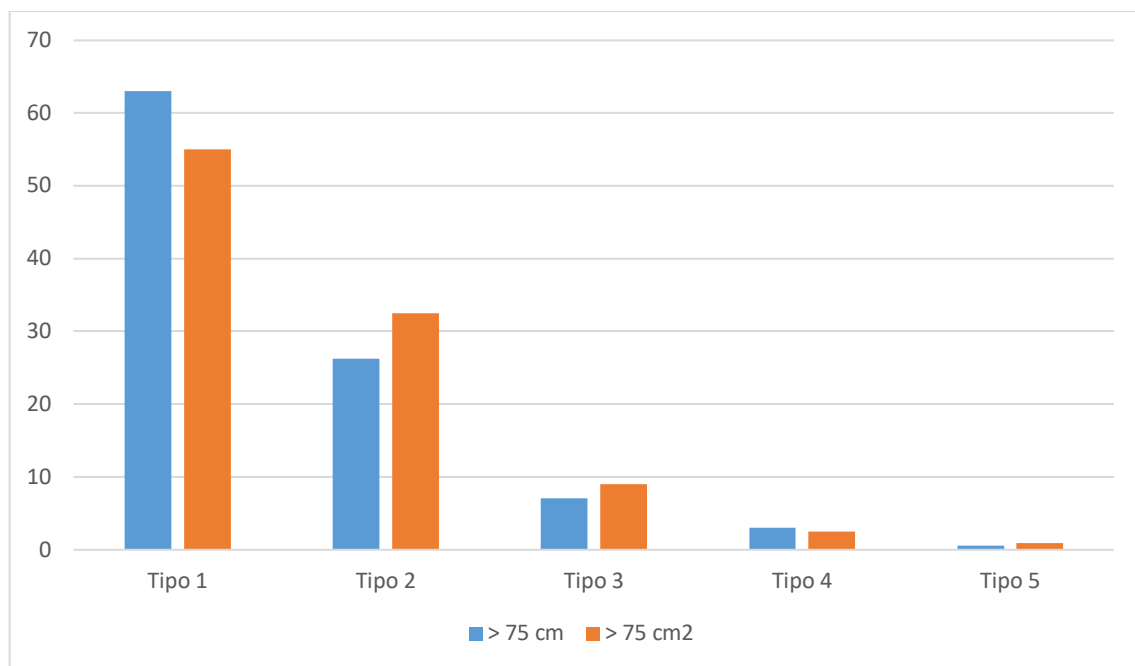


Gráfico III. 4. Puntuacións das coxeiras (expresada en porcentaxes) en relación coa distancia de retirada

Finalmente o incremento de lesións nas abecadas reduce significativamente a porcentaxe de vacas sans (coef. correlación: -0,22; $p < 0,01$).

DISCUSIÓN

A avaliación da locomoción nas granxas participantes neste estudo amosou que un 62,21% dos animais non presentaban ningún tipo de coxeira (puntuación 1), mentres que as vacas coxas, considerando aquelas que reciben unha puntuación de locomoción igual ou superior a 3, representaban un 19,3%.

A incidencia de laminite observada nas granxas avaliadas atópase dentro do rango descrito na bibliografía en diferentes rexións do mundo, que oscila entre un 9% e un 46% (Whay e col., 2003; Tadich et al., 2005). Así mesmo, a incidencia foi moi variable entre explotacións, coincidindo tamén co reseñado na literatura, existindo grandes diferenzas entre granxas dunha mesma rexión (Flor, 2006).

Diferentes estudos realizados en EE.UU en vacas en estabulación libre (Espejo e col., 2006) indicaron que aproximadamente o 20% dos animais están coxos nalgún momento da súa vida

o que pode reducir a produtividade da explotación, debido aos efectos sobre as condutas de descanso, locomoción e alimentación. A incidencia de lesións podais en Estados Unidos é alta, podendo afectar ao 51% das vacas (Shearer et al., 2005). Chapinal et al. (2014) observaron diferenzas na prevalencia de coxeiras entre as granxas do noroeste dos Estados Unidos (54,8%), as de Columbia (27,9%) e as de California (30,8%). No Reino Unido estimouse unha prevalencia entre o 21% (Clarkson et al., 1996) e o 36% (Leach et al., 2010) e dun 31,8% en granxas de Inglaterra e Gales (Griffiths et al., 2018). Nos Países Baixos observouse que máis do 70% das vacas tiñan trastornos nos cascos (Somers et al., 2005). Pola contra, os estudos realizados en Nova Zelandia en animais en pastoreo os valores medios de vacas coxas oscilaban entre o 5 e o 10%, aínda que nalgúñas granxas a porcentaxe de vacas tratadas de lesións podais se aproxime ao 50% (Cherterton, 2004).

As grandes diferenzas observadas entre diferentes estudos e entre explotacións dun mesmo país ou rexión, poden ser debidas aos criterios empregados para definir as coxeiras, debido a diferenzas para definir aspectos tales coma “marcha irregular” ou “locomoción imperfecta” (Green et col., 2002).

Hai que destacar que o número de rabaños avaliados na maioría dos estudos foi moi inferior ao número de granxas analizadas no noso 187, fronte a 61 (Griffiths et al., 2018), 19 (Amory et al., 2006), 27 (Barker et al., 2009), 28 (Sadiq et al., 2020), 23 (Pérez-Cabal e Alenda, 2014), 24 (Dembele et al., 2006) e 61 (Griffiths et al., 2018).

Os deste estudo indican claramente que os valores medios para unha determinada rexión teñen un valor moi limitado, xa que o rango de valores de vacas coxas, é moi grande, oscilando entre o 0% e o 80%.

Existen grandes discrepancias en canto a cal é a porcentaxe aceptable de animais coxos nunha explotación. Algúns autores indican que debe considerarse a existencia dun problema cando supera o 15% (Acuña e al., 2004), mentres que o Programa de Auditoría de Benestar Animal (AWAP) dos Estados Unidos, recomenda que a porcentaxe de vacas coxas sexa inferior ao 3%, considerando vaca coxa a que ten 3 ou mais puntos (Sprecher e col., 1997). Segundo o traballo de Juaristi et al. (2004) os produtores de leite deben aspirar a que as puntuacións das coxeiras se distribúan da seguinte maneira: >75% de vacas con marcha normal, <15% con coxeira leve, <9% de vacas moderadamente coxas, <0.5% das vacas coxas e <0,5% gravemente coxas.

Os resultados do noso estudo superan en case 5 puntos porcentuais o valor considerado normal por Acuña et al. (2004), que é o mais elevado dos tres estudos mencionados anteriormente, o que pode indicar a existencia dun problema nas granxas da nosa rexión.

A maioría dos problemas nas patas asóciase co deseño das instalacións e o seu deficiente mantemento (Fraser e Broom, 1997). Para diminuír o risco de aparición de coxeiras deberemos considerar 6 áreas de actuación: o confort dos animais, a hixiene, a integración social e física, o fluxo das vacas, a dieta, e o coidado dos cascos (recorte funcional e aplicación de pediluvios).

Os resultados do presente estudo amosaron unha influencia significativa das características da zona de circulación na prevalencia de coxeiras. Os aspectos relacionados co deseño das instalacións que dificultan o normal fluxo das vacas (corredores cegos, pasos estreitos, acceso restrinxido aos recursos), provocan amoreamentos en determinados puntos, aumentan os conflitos entre animais e os movementos bruscos, etc. Estas situacións favorecen a aparición de danos nos cascos debido á exposición da dermis á elevada presión mecánica local (Hinterhofer et al., 2005;). Por tanto, nas estabulacións libres con cubículos o deseño dos corredores deberá facilitar a limpeza e garantir o libre acceso dos animais á auga, o alimento e á cama, evitando o contacto nos cruces de vacas e facilitar que os animais poidan escapar ou guarecerse.

Un dos parámetros relativos á área de circulación, que mostrou influencia negativa na porcentaxe de vacas sans e coxas foi a presenza de chans esvaradíos, concordando co publicado previamente por outros autores. Esta pode ser unha das causas da elevada incidencia de vacas coxas na nosa rexión, xa que nun estudio previo detectouse que o 25% das granxas presentaban pisos esvaradíos nos corredores (Verdes et al., 2022). Numerosos autores indican que o tipo de piso dos corredores inflúe de maneira significativa na locomoción das vacas e a saúde dos cascos (Vockey et al., 2001; Telezhenko e Vanegas et al., 2006), sendo o factor máis importante na aparición de laminite en xovencas (Bergsten e Frank, 1996). Numerosos estudos comprobán que o confort dos pisos inflúe no comportamento das vacas, un piso brando no corredor de alimentación incrementa o tempo que pasan diante do comedero (Tucker et al., 2005). Os pisos máis suaves melloran as puntuacións de locomoción (Telezhenko e Bergsten, 2005) e a expresión do seu comportamento natural (Benz, 2002). As características do piso deben permitir que se manteñan secos e limpos, evitando que sexan esvaradíos (Rushen e Passillé, 2006).

Os pisos de cemento incrementan a incidencia de coxeiras debido a unha maior incidencia de lesións nos cascos (Vokey et al., 2001). Malia, son habituais nas estabulacións libres, debido á súa resistencia, durabilidade, custe e facilidade de limpeza (Stefanowska et al., 2002). Se ben, resultan máis beneficiosos que os pisos con listóns (Cook e Nordlund 2009) e que os pisos cun baixo coeficiente de fricción, dado que aumentan o risco de esvaróns (Webb e Nilsson 1983). A antigüidade da construción inflúe sobre os efectos dos pisos de formigón, xa que durante os primeiros dous anos resultan excesivamente abrasivos e, posteriormente,

fanse mais esvaradíos (Hultgren, 2002) e por esta razón, algúns autores recomendan o raiado dos pisos de formigón.

Diferentes estudos concluíron que os factores a nivel do rabaño, que incrementaban o risco de padecer coxeiras eran a alta densidade de poboación, os pisos de formigón, os pisos con sucidade e a falta de medidas preventivas como o recorte funcional dos casos (Sadiq et al., 2020). Malia, no noso caso non amosaron efectos significativos na porcentaxe de vacas sans, a pesar de que entre o 25% e o 75% das granxas non cumprían cos estándares para estes parámetros, salvo no caso da acumulación de esterco no corredor que non o cumpría pouco mais dun 10% das granxas (Verdes et al., 2022).

Os nosos resultados amosan que a distancia de fuga se correlacionaba directamente coa prevalencia de coxeiras. Así a maior distancia de retirada maior foi a porcentaxe de vacas sans, e viceversa, a menor distancia de retirada asóciase a unha maior porcentaxe de vacas con puntuacións 2 e 3, e polo tanto, maior prevalencia de coxeiras. Estes datos resultan lóxicos tendo en conta a alteración na locomoción provocada pola coxeira nas vacas de leite e concordan cos obtidos noutros estudos previos. As vacas que padecen coxeiras sofren dor o que provoca que eviten o movemento e altera a zona de fuga (Whay et al., 2003). Se ben, outros autores sinalaron a ausencia correlación entre o grao de coxeira e a distancia de fuga (Mülleder et al., 2003).

O terceiro parámetro que inflúe nas coxeiras é a presenza de lesións nas abecadas. Este problema está relacionado coas dimensións dos cubículos o tipo de cama e o mantemento da mesma (Gieseke et al., 2020; Brenninkmeyer, et al., 2013). Este é un problema a solucionar nas granxas da Provincia de Lugo, xa que tan so unha pequena porcentaxe cumpre coas dimensións mínimas exixidas a un cubículo (Verdes et al., 2022), o que pode explicar a elevada incidencia deste problema nas granxas da rexión, situada arredor do 20% (Verdes et al., 2020).

Algúns autores indican a existencia dunha correlación entre as lesións nas abecadas as coxeiras (Rahaman et al., 2021), pero tamén observaron que non presentan coxeiras tódalas vacas con lesións nas abecadas, unicamente as padecen as que teñen lesións severas (edema e/ou supurativas) (Klaas et al., 2003). No noso estudo non diferenciamos lesións leves de severas o que nos impide coñecer o efecto da gravidade da lesión. A conclusión dunha revisión exhaustiva realizada por Ter Wee et al. (1989)) é o 90% das coxeiras están asociadas con lesións dos cascos e solo o 10% con lesións das abecadas (rango entre 7,8 e 13,6%).

Finalmente debemos ter en conta que as lesións nas abecadas poden causar coxeiras de forma indirecta, xa que o dor dificulta os movementos de deitarse e levantarse, incrementando o tempo que permanecen deitadas o que favorece o desenvolvemento de lesións nas extremidades e coxeiras (Brenninkmeyer et al., 2013). É importante resaltar que o impacto dos factores de

risco sobre as lesións das abecadas depende do tamaño e peso dos animais (Haskell et al., 2006) polo que, en condicións similares, uns animais poden ter mais problemas que outros.

CONCLUSIÓN

A proporción de vacas coxas foi elevada en todas as explotacións leiteiras analizadas, cunha prevalencia 34,9%, se consideramos como coxas vacas as que teñen puntuacións iguais o superiores a 2.

A frecuencia de aparición de coxeiras depende de aspectos relacionados coas instalacións e o manexo. A puntuación obtida para a zona de circulación inflúe negativamente nas coxeira e, dentro desta zona, os parámetros con maior influencia foron os chans esvaradíños, a presenza de corredores cegos e a ausencia de pisos de goma.

Polo tanto, para previr as coxeiras nas explotacións leiteiras con sistemas de estabulación libre, os gandeiros deben prestar especial atención ao tipo de piso e á súa limpeza, especialmente nas zonas de circulación e garantir o libre movemento das vacas por toda a explotación.

REFERENZAS

Acuña R, Alza D, Nordlund K e Ramos J. 2004. Cojeras del bovino. Fisiopatología y profilaxis. Editorial Inter- Médica.

Alawneh JI, Laven RA, Stevenson MA. 2011 The effect of lameness on the fertility of dairy cattle in a seasonally breeding pasture-based system. Journal of Dairy Science, 94, 5487-5493.

Alban L. 1995. Lameness in Danish dairy cows: frequency and possible risk factors. Prev. Vet. Med., 22, 213–225.

Amory JR, Kloosterman P, Barker ZE, Wright JL, Blowey RW, Green LE. 2006. Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in The Netherlands. J Dairy Sci 89:1509–1515.

Baggott D. 1982. Hoof lameness in dairy cattle. In Practice 4, 133-140.

Barker ZE, Amory JR, Wright JL, Mason SA, Blowey RW, Green LE. 2009. Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales. J Dairy Sci 92: 1971–8.

Benz, B. 2002. Elastische Beläge für Betonspaltenböden in Liegeboxenlaufställen. PhD Thesis. Univ. Hohenheim, Stuttgart, Germany.

Bergsten, C. e B. Frank. 1996. Sole haemorrhages in tied heifers in early gestation as an indicator of laminitis: Effects of diet and flooring. *Acta Vet. Scand.* 37: 375-382.

Bowell VA, Rennie LJ, Tierney, Lawrence AB, Haskell, MJ. 2003. Relationships between building design, management system and dairy cow welfare. *Animal Welfare* 12:547-552.

Brenninkmeyer, C., Dippel, S., Brinkmann, J., March, S., Winckler, C., e Knierim, U. 2013. Hock lesion epidemiology in cubicle housed dairy cows across two breeds, farming systems and countries. *Prev Vet Med*, 109(3-4), 236-245.

Bruijnjs, M.R.N., Hogeveen, H. e Stassen, E.N. (2010) . Avaliación das consecuencias económicas dos trastornos do pé en vacún de leite mediante un modelo de simulación estocástica dinámica. *J. Dairy Sci.* 93: 2419–2432.

Chapinal N, Liang Y, Weary DM, Wang Y, von Keyserlingk MAG. 2014. Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China. *J Dairy Sci* (97:4309–4316.

Charfeddine, N., Perez-Cabal, M.A., 2017. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish holstein cows. *J. Dairy Sci.* 100, 653–665.

Cherterton R. 2004. Linking farm physical conditions, herd management and cow behaviour to the distribution of foot lesions causing lameness in pasture-fed dairy cattle in New Zealand

Clarkson MJ, Downham DY, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, Merritt JB, Murray RD, Russell WB, Sutherst J E & Ward WR. (1996) Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Vet Rec* 138, 563-567

Cociñeiro NB, 2009. Proc. En Four-State Dairy Nutrition and Management Conference, Dubuque, Iowa, USA, p 99.

Cook N., Nordlund KV. 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Vet. J.*, 179, pp. 360-369

Dembele I, Spinka M., Stehulova I, Panama, J., Firla, P. 2006. Factors contributing to the incidence and prevalence of lameness on Czech dairy farms. *Czech J. Anim. Sci.* 51 (3), 102–109.

Espejo LA, Endres MI. Salfer JA. 2006. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestalls barns in Minnesota *J. Dairy Sci.* 3052-3058

Faull, W. B., J. W. Hughes, M. J. Clarkson, D. Y. Downham, F. J. Manson, J. B. Merritt, R. D. Murray, W. B. Russell, J. E. Sutherst, e W. R. Ward. 1996. Epidemiology of lameness in dairy cattle: The influence of cubicles and indoor and outdoor walking surfaces *Vet. Rec.* 139:130–136.

Flor, E. 2006. Claudicaciones en vacas de rebaños lecheros de la Décima Región Chile: Prevalencia, lesiones y factores de riesgo. Tesis Magíster en Ciencias mención Salud Animal. Fac. de Cs. Veterinarias, Universidad Austral de Chile

Frankena K, Stassen EN, Noordhuizen JP, Goelema JO, Schipper J, Smelt H, Romkema H. 1991. Prevalence of lameness and risk indicators for digital dermatitis during pasturing and housing of dairy cattle. *Proc. Annu. Symp. Soc. Vet. Epid. Prev. Med*, London, UK . 107-118.

Fraser, A.F., Broom, D.B., 1997. *Farm animal behaviour and welfare*. CAB International, London, UK.

Gieseke, D, Lambertz, C e Gauly, M. 2020. Effects of cubicle characteristics on animal welfare indicators in dairy cattle. *animal*, 14(9), 1934-1942.

Grant, R. J., and J. L. Albright. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2791–2803.

Green, L. E., V. J. Hedges, Y. H. Schukken, R. W. Blowey, and A. J. Packington. 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85:2250–2256.

Griffiths BE, Grove White D and Oikonomou G (2018) A CrossSectional Study Into the Prevalence of Dairy Cattle Lameness and Associated Herd-Level Risk Factors in England and Wales. *Front. Vet. Sci.* 5:65. doi: 10.3389/fvets.2018.00065

Haskell MJ, Rennie LJ, Howell VA, Bell MJ and Lawrence AB 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 4259–4266.

Hernandez J, Shearer JK e Webb DW. 2001. Effect of lameness on the calving-to- conception interval in dairy cows *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 218, 1611-1614

Hernandez J, Shearer JK e Webb DW. 2002 Effect of lameness on milk yield in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 220: 640-644

Hinterhofer C, Ferguson JC, Apprich V, Haider H, Stanek C. 2005. A finite element model of the bovine claw under static load for evaluation of different flooring conditions. *N.Z. Vet. J.*; 53: 165-170

Hultgren J 2002. Foot/leg and udder health in relation to housing changes in Swedish dairy herds, *Prev Vet Med*, 53, 167-189.

Juaristi, J.L.; Bach, A. and Rodríguez, P. 2004. *Cow comfort*. Cuaderno de campo Ivomec. Ed. Merial. Barcelona. España. 221 pp.

Klaas, I C; Rousing, T; Fossing, C; Hindhede, J; Sørensen, J T. Anim. Welfare, 12 (2003). Is lameness a welfare problem in dairy farms with automatic milking systems?. 12, 599-603

Kremer PV, Scholz AM, Nüske S and Föster M (2012) Do mats matter? –comparison of fertility traits and milk yield in dairy cows on rubber or concrete flooring. Archiv fur Tierzucht 55, 438–449

Leach, K.A., Whay, H.R., Maggs, C.M., Barker, Z.E., Paul, E.S., Bell, A.K., Main, D.C.J. (2010). Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding barriers to lameness control on dairy farms. Res. Vet. Sci. 89, 311–317.

Lucey S, Rowlands, GJ, Russell AM. 1986. The association between lameness and fertility in dairy cows Vet. Rec., 118 . 628-631

Manske T. (2002): Hoof lesions and lameness in Swedish dairy cattle: Prevalence, risk factors, effects of claw trimming and consequences for productivity. [Ph.D. thesis.] Skara, Swedish University of Agricultural Sciences.

Müllerder C, J Troxler, S Waiblinger. 2003. Methodological aspects for the assessment of social behaviour and avoidance distance on dairy farms. Animal Welfare 12, 579-584.

Pérez-Cabal MA, Alenda R. 2014. Clinical lameness and risk factors in a Spanish Holstein population. Livest Sci 164:168–74.

Platz, S., F. Ahrens, J. Bendel, H. H. D. Meyer, and M. H. Erhard. 2008. What happens with cow behaviour when replacing concrete slatted floor by rubber coating: A case study. J. Dairy Sci. 91:999–1004.

Puigdomenech, F.A. (2005). Puntos clave en la gestión de ganaderías de vacuno lechero (en línea). Mundo Ganadero. 16(177): 6-11.

Rahaman, I., Samanta, R., Ghosh, C. P., & Datta, S. (2021). Dairy cattle welfare assessment- importance and significance: A review. The Pharma Innovation Journal 10(2): 226-231

Rodríguez-Lainz A, Hird DW, Carpenter TE e Read DH. 1996. Case-control study of papillomatous digital dermatitis in Southern California dairy farms. Prev Vet Med, 28, 2, 117-131.

Rushen J de Passillé AM. 2006. Effects of Roughness and Compressibility of Flooring on Cow Locomotion, Journal of Dairy Science, 89, 8, 2965-2972.

Saavedra, X.R.D. (2008). A importancia do recorte funcional dos pezuños no gando vacún leiteiro. AFRIGA. 72: 70-77.

Sadiq MB, Ramanoon, SZ, Shaik Mossadeq WM, Mansor R, Syed-Hussain SS.2020. Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. *Animals* 10, 1515.

Shearer JK, Van Amstel S e Gonzalez A. (2005). *Manual of foot care in cattle*. W. D. Hoards and Sons Company, Fort Atkinson, WI.

Smits, M. C. J., K. Frankena, J. H. M. Metz, and J. P. T. M. Noordhuizen. 1992. Prevalence of digital disorders in zero-grazing dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 32:231–244.

Sogstad, Å.M., Østerås, O., Fjeldaas, T., Nafstad, O., 2006. Bovine claw and limb disorders related to reproductive performance and production diseases. *J. Dairy Sci.* 89, 2519–2528.

Somers JGCI, Frankena K, Noordhuizen-Stassen EN, Metz JHM. 2005. Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Prev Vet Med* 71:11–21.

Sprecher, D. J., D. E. Hostetler, and J. B. Kaneene. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47:1179–1187.

Stefanowska J, Swierstra D, van den Berg JV, Metz JHM. 2002. Do cows prefer a barn compartment with a grooved or slotted floor? *J. Dairy Sci.*, 85, 79-88

Stefanowska, J., Smits, M.C.J., Braam, C.R., 1998. Impact of floor surface on behaviour, locomotion and foot lesions in cattle. IMAG-DLO report 98-09, Wageningen, The Netherlands, 68 pp.

Tadich N, Kruze J, Locher G, Green LE. 2003. Risk factors associated with BMSCC greater than 200 000 cells/ml in dairy herds in southern Chile. *Prev Vet Med*, 58, 15-24.

Telezhenko, E., & Bergsten, C. 2005. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 93(3-4), 183–197.

Ter Wee E., Wierenga, H.K., Smiths, A.C., Smits, M.C.J., 1989. Claw and leg disorders in cattle in relation to the design and construction of floors. Report B-345. VIO “Schoonoord”, Zeist, Netherlands.

Tucker CB, Weary DM, Fraser D. 2005. Influence of Neck-Rail Placement on Free-Stall Preference, Use, and Cleanliness. *Journal of Dairy Science*, 88, 2730-2737,

Van Arendonk JAM, Stokvisch PE, Korver S, Oldenbroek JK. 1984. Factors determining the carcass value of culled dairy cows. *Livestock Production Science*. 11, 4, 391-400.

Vanegas J, Overton M, Berry S.L, Sisco WM, 2006. Effect of Rubber Flooring on Claw Health in Lactating Dairy Cows Housed in Free-Stall Barns. *Journal of Dairy Science*, 89, 4251-4258,

Verdes S, Trillo Y, Peña AI, Herradón PG, Becerra JJ and Quintela LA. 2020. Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain. *Italian Journal of Animal Science* 19, 319–329.

Verdes S, Yáñez U, Trillo Y, Herradón PG, Peña AI, Becerra JJ e Quintela LA. 2022. Housing assessment in farms in the Northwest of Spain: main facility weaknesses and strengths. *Journal of Dairy Research* <https://doi.org/2F10.1017%2FS0022029922000309>

Vokey FC, Guard CL, Erb HN, Galton DM. 2001. Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a freestall barn. *J. Dairy Sci.*, 84, 2686-2699

Warnick, L. D., D. Jansen, C. L. Guard, and Y. T. Gröhn. 2001. The effect of lameness on milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1988–1997.

Webb NG e Nilsson C, 1983. Flooring and injury—an overview. in *Farm Animal Housing and Welfare*. S. H. Baxter, M. R. Baxter and J.A.D. MacCormack, ed. Martinus Nijhoff, The Hague 226–259.

Whay, H. R., D. C. J. Main, L. E. Green, and A. J. F. Webster. 2002. Farmer perception of lameness prevalence. Pages 355–358 in *Proc. 12th Int. Symp. Lameness in Ruminants*. Orlando, FL.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN XERAL

Os resultados deste estudo amosan que a maioría das explotacións da provincia de Lugo teñen condicións axeitadas ao respecto do manexo dos animais e o mantemento das instalacións, pero aínda quedan aspectos susceptibles de mellora que afectan as dimensións e aos materiais empregados na construción das explotacións, independentemente de que sexan vellas ou de recente construción.

Entre os principais erros detectados, podemos destacar as reducidas dimensións dos cubículos, que reducen a frecuencia ou provoca que animais usen outros lugares para deitarse, incluídos os corredores, diminuindo o tempo de descanso (Cook e Norlung, 2004). Isto ten un impacto negativo na hixiene dos animais coa presenza de sucidade nas ubres ou nos cuartos traseiros, que afecta á hixiene do leite e á termorregulación (Bugueiro et al. 2018) e favorece a aparición de mamite (de Pinho et al. 2012). O tempo de descanso beneficia á cantidade de leite producida, debido a que incrementa a inxesta de materia seca e o fluxo sanguíneo á glándula mamaria (Grant, 2004), e a saúde dos cascos (Calamari et al., 2009).

Con respecto aos erros no deseño das instalacións observamos que na maioría dos casos os pasos laterais non permitían o cruce de dous animais. Cando se impoñen limitacións de espazo aumentan as interaccións agresivas entre os animais derivadas das relacións de dominancia (Fregonesi et al., 2007a y b) e as vacas subordinadas exhiben un comportamento de submisión ou evitación o que inhibe o seu acceso a un determinado recurso (alimento, área de descanso ou cepillos mecánicos), ao estar os seus movementos bloqueados polas vacas dominantes (Cook e Nordlund, 2004).

Outro erro no deseño das instalacións encontrado na maioría das granxas foi a ausencia de pisos de goma ou superficies raiadas na sala de espera da muxidura, nos corredores ou nos pasos laterais. A bibliografía indica que as vacas prefiren manterse de pé sobre superficies confortables (Boyle et al., 2007), aínda que non atopamos un efecto beneficioso dos pisos de goma sobre a saúde dos cascos, a expresión dos celos e o rendemento reprodutivo, outros investigadores afirmaron que as vacas aloxadas en instalacións con pisos de goma presentan un restablecemento mais temperá da actividade estral durante o posparto, o que se traduce nunha diminución do período necesario para que as vacas quedan preñadas e do intervalo entre partos (Kremer et al., 2012). Ao respecto da saúde dos cascos, Oehme et al. (2019) observaron unha redución da carga mecánica nos animais que se manteñen de pé e camiñan sobre pisos de goma en comparación cos que o fan en pisos de cemento, o que pode reducir a presenza de lesións nos cascos inducidas mecanicamente. Os pisos de goma incrementan a capacidade de agarre das pezuñas e reducen o risco de esvaróns, proporcionando unha marcha significativamente mellor (Telezhenko et al., 2017) .

As granxas precisan dun plan de bioseguridade no que se deben considerar todos os riscos potenciais e definir estratexias para manexar as enfermidades (Dargatz et al., 2002). Un dos aspectos a considerar é a introdución de novos animais, xa que poden ser portadores de enfermidades adquiridas na granxa de orixe, nos mercados ou durante o transporte (Laurence, 2014). Polo tanto, é necesario un tempo de corentena e a separación física dos animais para evitar a propagación de posibles patóxenos. Por ese motivo recomendase dispor dun curral de corentena (Laurence, 2014), situación infrecuente na maioría das explotacións da provincia de Lugo. A xestión das enfermidades é un aspecto crítico a considerar nas explotacións de Galicia (Bugueiro et al., 2018), polo que se debe animar aos gandeiros a incluír novos plans de control sanitario a fin de mellorar a capacidade de prevención de enfermidades.

As principais deficiencias encontradas nas instalacións das granxas avaliadas son as dimensións dos cubículos e o tipo de piso o que coincide cos defectos descritos nas granxas italianas (Bertocchi et al., 2018), pero difiren dos obtidos por Molina et al. (2019), que observaron puntuacións "excelente" e "mellorada" (segundo o protocolo Welfare Quality®) na avaliación das instalacións das granxas do sur de España. Isto pode explicarse polas diferenzas nos protocolos que se seguiron á hora de avaliar as instalacións, xa que non consideraron as dimensións dos cubículos e o tipo de piso dos corredores.

Na maioría das granxas avaliadas o mantemento das instalacións resulta axeitado, xa que mais do 75% manteñen a superficie da cama seca e nivelada e se limpan os cubículos con suficiente frecuencia. Ademais, en case todas as granxas o subministro de alimento e auga resultan axeitados, a auga analízase periodicamente e o comedero está cuberto. A hixiene é un aspecto clave, xa que afecta á saúde das vacas e á produción de leite (de Pinho et al., 2012; Bugueiro et al., 2018 ; Molina et al., 2019), e tamén é moi importante a axeitada cobertura das necesidades básicas de alimento e auga (Bugueiro et al., 2021).

Finalmente cómpre sinalar que na maioría das granxas o manexo dos animais resulta axeitado, en aspectos tales como a sobrepoboación, a presenza de pediluvios, estrés, zona de fuga e presenza de vacas con rabo.

En conclusión, os principais erros observados nas instalacións e o benestar animal das explotacións da provincia de Lugo son as dimensións dos cubículos e dos pasos laterais, os materiais empregados nos pisos e a ausencia de corrais de corentena.

A avaliación cuantitativa do nivel de confort proporcionado polas instalacións e algunhas prácticas de manexo nas granxas incluídas neste estudo indicou a existencia dunha diferenza de 33 puntos, dos 58 posibles, entre a granxa coas mellores características (6 puntos) e a das

peores (39 puntos). Para identificar o efecto das características das explotacións sobre os parámetros considerados agrupáronse en quintiles en función da puntuación obtida 1 (<21), 2 (21–22), 3 (23–25), 4 (26–29) e 5 (>29).

Cando analizamos a hixiene dos animais observamos que as proporcións de vacas con puntuacións superiores a 2 para as patas, ubres e flancos, foron superiores aos indicados por Cook e Reinemann (2007) nos cinco grupos de granxas. Aínda que as puntuacións da hixiene estaban lonxe de ser óptimas, houbo diferenzas significativas entre as granxas mellores e aquelas dos grupos 3, 4 e 5. Isto probablemente é consecuencia de que nas granxas de mellores características a calidade do material das camas, o seu mantemento e a limpeza eran mellores.

A limpeza das áreas de descanso e corredores contribúe á limpeza das vacas (Cook y Reinemann, 2007) e reduce a incidencia de enfermidades dos cascos, debido á que a humidade e a sucidade abrandon os cascos o que fai que sexan propensos a sufrir danos e infectarse (Mülling et al., 2006; Lagger, 2007). Á súa vez, unha alta incidencia de coxeiras reduce a hixiene das camas e dos animais, xa que as vacas coxas tenden a permanecer mais tempo deitadas que as vacas sans (Ito et al., 2010). A maior sucidade das vacas incrementa a incidencia de mamite, xa que as principais fontes de *E. coli* e *Streptococcus ambientais* (*S. uberis*, *S. dysgalactiae*, *Enterococcus spp*) (Cook e Reinemann, 2007) son o esterco e o material de cama. Non atopamos diferenzas nos recontos de células somáticas entre os diferentes grupos de granxas, o que probablemente sexa debido a que a porcentaxe de vacas sucias foi moi elevado nos cinco grupos considerados. Cabe destacar que a porcentaxe de vacas con patas e ubre sucias foi maior nas granxas con saída ao exterior, pero os recontos de células somáticas foron mais baixos. Aínda que non hai unha explicación obvia para isto, podemos pensar que a sucidade das vacas deste grupo pode deberse a manchas de terra ou lodo e non esterco.

Ningún dos cinco grupos de granxas considerados neste estudo cumpriu co obxectivo de puntuación de coxeiras establecido por Juaristi et al. (2004), que é o seguinte: >75% de vacas con marcha normal, <15% con coxeira leve, <9% de vacas moderadamente coxas, <0.5% das vacas coxas e <0,5% gravemente coxas. Isto indica que as coxeiras son un aspecto ao que os gandeiros da rexión lle prestan pouca atención. Se ben, a porcentaxe de vacas con puntuación 1 e 2 é significativamente maior nas granxas coas mellores características que no das peores. Tales diferenzas poden estar relacionadas co material da cama, o piso, as prácticas de hixiene, as dimensións dos corredores e a aplicación de medidas preventivas. Na maioría das granxas mellores aplicábanse medidas que contribúen a previr as enfermidades dos cascos. Ademais, para minimizar o estrés dos cascos e a incidencia de coxeiras, as vacas deben permanecer

arredor de 12 horas diarias descansando (Erina et al., 2008) o que se favorece cando os cubículos teñen axeitadas dimensións (Mülling et al., 2006; Espejo e Endres, 2007) e unha cama limpa, seca e comfortable, (Mülling et al., 2006; Fregonesi et al., 2007).

As dimensións dos cubículos amosaron deficiencias no 90% das granxas incluídas neste estudo, se ben o material da cama e a limpeza eran mellores no grupo de granxas con mellores características. Ademais, aínda que a diferenza non foi significativa, unha elevada porcentaxe das granxas con mellor rendemento tiñan menos dun cubículo por vaca. É coñecido que a sobrepoboación reduce os tempos de descanso e provoca amoreamentos nos corredores (Fregonesi et al., 2007; Hill et al., 2009; Krawczel et al., 2010), o que predispón a aparición de coxeiras. As femias coxas son as mais afectadas pola sobrepoboación xa que son menos competitivas.

Outros aspectos relacionados coa saúde dos cascos son o tipo de piso e a limpeza e dimensións dos corredores (Mülling et al., 2006). Nas granxas con estabulación libre as vacas recorren longas distancias para acceder aos comedeiros, os bebedeiros, e a sala de muxidura (Fjelddas et al., 2011). O tipo de piso, así coma a hixiene e o estado de conservación determinan o confort, a capacidade de abrasión, o nivel de humidade e o grao de contaminación. O 74% das granxas avaliadas no presente estudo tiñan pisos de cemento con textura (raizados ou rañurados), e só unhas poucas tiñan pisos de goma. En relación á dimensión e limpeza dos corredores, debe evitarse a acumulación de esterco e auga para manter a saúde dos cascos e evitar esvaróns e as dimensións deberían permitir que se crucen dúas vacas sen que se toquen. Os corredores estreitos ou cegos, poden favorecer situacións estresantes e movementos bruscos de evitación que alteran a integridade dos cascos (Mülling et al. 2006).

A maioría das granxas de mellores puntuacións aplicaban medidas para a prevención das enfermidades dos cascos: recorte funcional e utilización regular de pediluvios, o que podería explicar en parte que teñan puntuacións mais baixas respecto ás coxeiras (Lagger, 2007) que os grupos 4 y 5. A saída ao exterior era mais frecuente nas granxas dos grupos 4 e 5 o que debería manter unha boa saúde dos cascos evitando o desgaste excesivo e o sobrecrecemento das pezuñas causado polos pisos de cemento, a prolongada exposición das pezuñas á humidade e ao esterco. Se ben, o feito de que algúns patios non estaban ben drenados, sumado ás deficientes instalacións e/ou o seu mal manexo podería explicar que as granxas con saída ao exterior teñan peores puntuacións de coxeiras que as que están en estabulación permanente.

As coxeiras diminúen a inxesta de materia seca e reducen a condición corporal (Bach et al.,

2007) e o rendementos produtivo e reprodutivo (Huxley, 2013), ocasionando importantes perdas económicas. Os custos medios estimados por cada vaca coxa nunha granxa de leite son de 160 € para as primíparas e de 300€ para as múltiparas (Liang et al., 2017), o que inclúe as perdas de produción, a redución da fertilidade e os custos dos tratamentos.

O grupo de granxas con mellores características presentaron taxas de detección de celos e cantidades de leite producida significativamente mais altas que as dos grupos 4 e 5. Este achado pode ser explicado en parte pola maior incidencia de coxeiras que afecta á locomoción e á expresión dos signos de celo dificultando a súa detección de celos (Cha et al., 2010). A diferenza entre a produción de leite entre as granxas mellores e as peores foi de 7 l/vaca/día. Estas diferenzas poden ser consecuencia da menor inxesta de materia seca, pero tamén poden deberse a diferenzas na xenética e a alimentación. É probable que as granxas mais grandes con instalacións mais modernas e mellores prácticas de manexo teñan tamén animais de maior mérito xenético. As racións subministradas nas diferentes granxas non foron avaliadas, pero é probable que foran moi similares, xa que practicamente todas contaban co asesoramento dun nutrólogo. Si que existían diferenzas no manexo da alimentación, sendo mais adecuado nas granxas con mellores características que nas do grupo 5. A continua dispoñibilidade de alimento, a limpeza do comedero e a dispoñibilidade de espazo suficiente para cada animal nos comederos e bebedeiros optimiza o consumo de materia seca e auga (Grant et al., 2010).

O confort dos cubículos e a densidade de poboación inflúen na duración dos tempos de descanso afectando a produción de leite (Espejo e Endres, 2007; Hill et al., 2009), xa que o fluxo de sangue á glándula mamaria aumenta nun 21,6% durante estes períodos (Erina et al., 2008).

Durante o verán os animais están sometidos ao estrés por calor, que reduce os comportamentos de alimentación, descanso e rumia e, polo tanto, afecta ao consumo de alimento e a produción de leite (Tapki e Sahin, 2006). A maioría das granxas mellores contaban con instalacións deseñadas para garantir unha boa ventilación e evitar a humidade e a condensación, e éstas eran menos frecuentes nas granxas de peores características.

En resumen, a calidade das instalacións e o confort diferían significativamente entre as granxas leiteiras avaliadas no estudo, aínda que algunhas deficiencias eran comúns en todos os grupos. Na maioría das granxas as dimensións dos cubículos eran insuficientes, e nunha parte importante había sobrepoboación. En todos os grupos existía unha elevada porcentaxe de vacas coxas, variando entre o 33% e o 46%. As granxas con peores puntuacións tiñan peores puntuacións de hixiene nas patas e na ubre, menor taxa de detección de celos e

menor produción de leite. Podemos concluír que a avaliación da hixiene e da porcentaxe de coxeiras poden utilizarse coma indicadores rápidos para detectar que as instalacións non son axeitadas.

A elevada prevalencia de coxeiras nas granxas analizadas (34,9%, cun intervalo comprendido entre 0% e 80%) e os efectos negativos das mesmas levounos a facer un estudo pormenorizado das mesmas. Os resultados obtidos amosaron que un 37,8% das vacas presentaban alteracións da locomoción, das que o 26,9 % eran subclínicas (puntuación 2) e 19,3% clínicas (puntuación igual ou superior a 3). Estes valores atopanse dentro do rango descrito na bibliografía, que oscila entre o 9% e o 46% (Whay et al., 2003; Tadich et al., 2005) que tamén indica que a incidencia é moi variable entre granxas dunha mesma rexión (Flor et al., 2005). Existen discrepancias ao respecto da porcentaxe de animais coxos nunha explotación que resulta aceptable. Algúns autores indican que debe considerarse a existencia dun problema cando supera o 15% (Acuña et al., 2004), mentres que o Programa de Auditoría de Benestar Animal (AWAP) dos Estados Unidos, considera que a porcentaxe de vacas coxas debería ser inferior ao 3%, considerando como vaca coxa a que ten 3 ou mais puntos (Sprecher et al., 1997). Segundo o traballo de Juaristi et al.(2004) os produtores de leite deben aspirar a que as puntuacións das coxeiras se distribúan da seguinte maneira: >75% de vacas con marcha normal, <15% con coxeira leve, <9% de vacas moderadamente coxas, <0.5% das vacas coxas e <0,5% gravemente coxas. Os resultados obtidos no noso estudo superan o valores de referencia da maior parte dos traballos consultados o que indica a existencia dun problema. Por iso centramos a nosa atención en tratar de identificar os principais factores de risco, analizando as características das zonas de descanso, circulación e alimentación, algúns aspectos relacionados coas vacas, a ventilación e a presenza de lesións nas abeacas. A análise indica é que os parámetros que máis inflúen na redución de vacas con puntuación de locomoción 1 foron, os pisos esvaradíos ($p<0,01$), a distancia de retirada inferior a 75 cm ($p<0,01$) e as lesións nas abeacas ($p<0,05$).

A influencia negativa dos pisos esvaradíos na porcentaxe de vacas coxas (puntuacións 3 e 4) foi descrito previamente por outros autores (Webb e Nilson, 1983; Wierenga, 1990; Bergsten e Frank, 1996). Esta pode ser unha das causas da elevada porcentaxe de vacas coxas na nosa rexión, xa que en un estudio previo detectou que o 25% das granxas presentaban pisos esvaradíos nos corredores (Verdes et al., 2022).

Algúns dos factores asociados á coxeira por outros autores , alta densidade de poboación, pisos de formigón, acumulación de sucidade e as falta de recorte funcional dos casos (Sadiq et al., 2020) non mostraron efectos significativos na porcentaxe de vacas sans, aínda que entre o 25% e o 75% das granxas non cumprían cos estándares fixados para estes parámetros

(Verdes et al., 2022).

Os nosos resultados amosan que a distancia de retirada se correlaciona directamente coa prevalencia de coxeiras. Así canto maior é maior distancia de retirada ou a zona de fuga maior é a porcentaxe de vacas sans. Pola contra, a menor distancia de retirada asóciase cunha maior porcentaxe de vacas con puntuacións 2 e 3, e polo tanto con maior prevalencia de coxeiras. Estes datos resultan lóxicos tendo en conta que as coxeiras dificultan na locomoción nas vacas de leite e os animais evitan o movemento reducindo as dimensións da zona de fuga (Whay et al., 2003). Malia, outros autores sinalaron a ausencia de correlación entre o grao de coxeira e a distancia de retirada (Mülleder et al., 2003).

O terceiro parámetro relacionado coas coxeiras é a presenza de lesións nas abeacas. Este tipo de problemas está estreitamente relacionado coas dimensións dos cubículos e o tipo de cama e o mantemento da mesma (Gieseke et al., 2020; Brenninkmeyer et al., 2013). Este é un importante problema nas granxas da Provincia de Lugo, xa que a porcentaxe das que compren coas dimensións mínimas dun cubículo é moi pequeno (Verdes et al., 2022), o que pode ser a causa da elevada incidencia deste problema nas granxas da rexión (Verdes et al., 2020).

Diferentes autores indican a existencia duna correlación entre as lesións nas abeacas e as coxeiras (Rahaman et al., 2021), pero tamén se comprobou que non todas as vacas con lesións nas abeacas presentan coxeiras. (Klaas et al., 2003). As lesións severas (con edema e/ou supurativas) son as que incrementan significativamente o risco de que unha vaca padeza coxeira. Despois dunha revisión exhaustiva ter Wee et al. (1989), concluíron que o 90% das coxeiras débense a lesións nos cascos e só o 10%, (rango 7,8 -13,6% a lesións nas abeacas. No presente estudo, non se separaron as lesións leves das severas o que nos impide avaliar o efecto da gravidade da lesión.

Por último, é importante indicar que, aínda que non sempre as lesións son a causa directa das coxeiras, si poden ser a causa indirecta da mesma, xa que as vacas con lesións teñen dor que lles dificulta erguerse e deitarse, o que fai que se manteñan deitadas por mais tempo do normal, supoñendo un risco importante para a aparición de lesións nas extremidades e , como consecuencia, coxeira (Brenninkmeyer et al., 2013).

Tamén é importante sinalar que o impacto dos factores de risco sobre as lesións das abeacas varía duns animais a outros en función do tamaño e o peso (Haskell et al., 2006), facendo que en similares condicións, uns animais poidan ter mais problemas que outros.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONS

1ª A maioría das granxas avaliadas incumpren os obxectivos ao respecto das medidas dos cubículos, o ancho dos corredores, o tipo de piso ou a presenza de currais de corentena, o que pode ter un impacto negativo na saúde e na produtividade dos animais.

2ª A maioría das explotacións da provincia de Lugo teñen condicións axeitadas ao respecto do mantemento das instalacións e o manexo dos animais en aspectos tales coma a sobrepoboación, a presenza de pediluvios, estrés, zona de fuga e presenza de vacas con rabo.

3ª As granxas con instalacións inaxeitadas e mantemento insuficiente asociáronse cunha peor hixiene nas patas e na ubre, cunha menor taxa de detección de celos e unha menor produción de leite.

4ª O presente estudo amosou unha elevada prevalencia de coxeiras (34,9%) nas explotacións avaliadas. Os principais factores de risco para a aparición de coxeiras de diferente gravidade foron pisos esvaradíos, unha distancia de retirada inferior a 75 cm e presenza de lesións nas abeacas.

CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA XERAL

Abe N. (1999). The deeper the “mud”, the dirtier the udder. *Hoard’s Dairyman* 144: 439.

Acuña R, Alza D, Junqueira J, Nordlund K, Ramos J. (2004). *Cojeras del bovino*. Intermédica, Buenos Aires.

Acuña R. (2002). X congreso Latinoamericano de Buiatría y XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Uruguay.

Alboquers F. (2006). Abrevaderos, conceptos básicos a tener en cuenta. *Mundo ganadero*, 17 (193), 62-65.

Albright, JL. (1964). Dairy cattle housing with emphasis on economics, sanitation, health, and production. *J. Dairy Sci*, 47(11), 1273-1281.

Albright, JL. (1993). Feeding behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 76:485-498.

Albright, JL. (1995). Flooring in dairy cattle facilities. En: *Proc. Int. Conf. Anim. Behav. Design Livest. Poult. Systems*, Indianapolis. pp 168–182

Amory JR, Barker Z E, Wright JL, Mason S A, Blowey RW, Green LE. (2008). Association between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003-November 2004. *Prev Vet Med*, 83: 381- 391.

Anderson N G (2003). Observations on dairy cow confort: Diagonal lunging, resting, standing and perching in free stall. En: *Fifth International Dairy Housing Conference*. American Society of Agricultural and Biological Engineers. p. 26.

Anderson N. (2007). Free stall dimensions. *Livestock Technology*.

Anderson N. (2008). Cow behaviour to judge free-stall and tie-stall barns. OMAFRA, Ontario.

Andreasen SN & Forkman B. (2012). The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface. *J. Dairy Sci*, 95(9), 4961-4967.

Arave CW & Albright JL. (1981). Cattle behavior. *J. Dairy Sci*, 64(6), 1318-1329.

Archer, S. C., Green M. J., and Huxley J. N., Association between milk yield and serial locomotion score assessment in UK dairy cows. *J. Dairy Sci*, 93: 4045- 4053, 2010.

Arias, R. A., Mader, T. L., & Escobar, P. C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(1), 7-22.

Armstrong, D. V., Gamroth, M. J., & Smith, J. F. (2001, April). Milking parlor performance. In: *Proc. of the 5 th Western Dairy Management Conference* (pp. 7-12).

Axelrod, J., & Reisine, T. D. (1984). Stress hormones: their interaction and regulation. *Science*, 224(4648), 452-459.

Bach A & Cabrera V. (2017). Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. *J. Dairy Sci*, 100(9), 7720-7728.

Bach A and Juaristi JL. (2007). Instalaciones y bienestar animal. Un método para la autoevaluación. *Prod. Anim.* 22(228): 30-32.

Bach A, Dinares M, Devant M, Carre X. (2007). Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *J Dairy Res.* 74(1):40–46.

Bach A, Juaristi JL & Rodríguez P. (2004). Cow comfort. *Servet diseño y comunicación*, Zaragoza.

Baggott, D. (1982). Hoof lameness in dairy cattle. *In Practice*, 4(5), 133-141.

Bahonar, A., Sharifi, H., Bokaie, S., Vodjgani, M., Rahimi Foroushani, A., & Haghdooost, A. A. (2009). Modeling the effect of lameness on culling of dairy cows in Tehran Province. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, 4(1-2), 37-44.

Bannink, A., Valk, H., & Van Vuuren, A. M. (1999). Intake and excretion of sodium, potassium, and nitrogen and the effects on urine production by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 82(5), 1008-1018.

Bargai, U. (2000). Lameness in a dairy herd: An Epidemiologic Model. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 22(3), S58-+.

Barkema, H. W., Van der Ploeg, J. D., Schukken, Y. H., Lam, T. J. G. M., Benedictus, G., & Brand, A. (1999). Management style and its association with bulk milk somatic cell count and incidence rate of clinical mastitis. *J. Dairy Sci*, 82(8), 1655-1663.

Barkema, H. W., Westrik, J. D., Van Keulen, K. A. S., Schukken, Y. H., & Brand, A. (1994). The

effects of lameness on reproductive performance, milk production and culling in Dutch dairy farms. *Prev Vet Med*, 20(4), 249-259.

Barnes MM. (1989). Update on dairy cow housing with particular reference to flooring. *British Veterinary Journal*, 145(5), 436-445.

Benz B, Wandel H & Jungbluth T. (2002, January). Yielding walking areas in loose housing systems. In: *Proc. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants* (pp. 280-283).

Bergsten C & Frank B. (1996a). Sole haemorrhages in tied heifers in early gestation as an indicator of laminitis: effects of diet and flooring. *Acta veterinaria Scandinavica* 37, 375- 382.

Bergsten C & Frank B. (1996b). Sole haemorrhages in tied primiparous cows as an indicator of periparturient laminitis: effects of diet, flooring and season. *Acta veterinaria Scandinavica* 37, 383-394.

Bergsten C & Herlin A. (1996) Sole haemorrhages and heel horn erosion in dairy cows: the influence of housing system on their prevalence and severity. *Acta Vet Scand.* 37, 395-408

Bergsten C & Pettersson B. (1992). The cleanliness of cows tied in stalls and the health of their hooves as influenced by the use of electric trainers. *Prev Vet Med*, 13(4), 229-238.

Bergsten C. (2004). Healthy feet require cow comfort 24 hours. En:*Proc. 13th Int. Symp. Lameness in Ruminants*, Maribor, Slovenia. B. Zemljic, Maribor, Slovenia. pp 186–191.

Bernardi F, Fregonesi J, Winckler C, Veira DM, Von Keyserlingk MAG & Weary DM. (2009). The stall-design paradox: Neck rails increase lameness but improve udder and stall hygiene. *J. Dairy Sci*, 92(7), 3074-3080.

Berry SL (2006). Infectious diseases of the bovine claw. In: *Proceedings of the 14th International Symposium on Lameness in Ruminants*; Colonia del Sacramento. pp 52-57.

Berry SI, Read DH, Walker RL, Hird DW. (2002). Etiology treatment and prospects for vaccination against (papillomatous) digital dermatitis. J.K. Shearer ed. *Proc. 12^o Int. Symp. Lameness in Ruminants*. January 9-13. Orlando, FL. pp.5-11.

Bertocchi, L., Fusi, F., Angelucci, A., Bolzoni, L., Pongolini, S., Strano, R.M., Ginestreti, J., Riuzzi, G., Moroni, P. and Lorenzi, V. (2018) Characterization of hazards, welfare promoters and animal-based measures for the welfare assessment of dairy cows: elicitation of expert

opinion. *Prev Vet Med* 150, 8–18.

Bicalho, R. C., Cheong, S. H., Cramer, G., & Guard, C. L. (2007). Association between a visual and an automated locomotion score in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 90(7), 3294-3300.

Bicalho, R. C., Warnick, L. D. and Guard, C. L. (2008). Strategies to analyze milk losses caused by diseases with potential incidence throughout the lactation: A lameness example. *J. Dairy Sci*, 91 :2653-2661.

Bickert, W.G. (2000). Freestall design. In: *Proc. Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and Planning for Profitability*. Nat. Res. Agric. Eng. Serv., Ithaca, NY. Pp 205–213.

Bishop, J. R., Janzen, J. J., Bodine, A. B., Caldwell, C. A., & Johnson, D. W. (1981). Dairy waste solids as a possible source of bedding. *J. Dairy Sci*, 64(4), 706-711.

Blom JY, Konggaard SP, Larsson JG, Nielsen K, Northeved A & Solfeld P. (1984). Electronic recording of pressure exerted by cows against structures in free-stall housing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13:41–46.

Blowey RW & Edmonson PW. (1995). *Mastitis control in dairy herds*. Ipswich, Farming Press, pp. 29

Blowey RW & Sharp MW. (1988). Digital dermatitis in dairy cattle. *The Vet Rec*, 122 (21), 505-508.

Blowey RW. (1998). *Hoof trimming. Cattle Lameness and Hoofcare, An Illustrated Guide*. Ipswich, Old Pond Publishing. pp 75-76

Bøe KE & Færevik G. (2003). Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 80(3), 175-190.

Boettcher, P.J., Dekkers, J.C. et al.(1998). Genetic analysis of clinical lameness in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 81:1148-1156.

Bonser RHC, Farrent JW & Taylor AM. (2003). Assessing the frictional and abrasionresisting properties of hooves and claws. *Biosystems engineering* 86, 253–256.

Bowell, V.A., Rennie, L., Tierney, G., Lawrence, A., Haskell, M . (2003). Relationships between building design, management system and dairy cow welfare. *Animal Welfare* 12, 547-552.

Boxberger, J., & Pfadler, W. (1982). Slatted floor standards in cubicle house [dairy cattle]. Landtechnik (Germany, FR).

Boyle, L. A., Mee, J. F., & Kiernan, P. J. (2007). The effect of rubber versus concrete passageways in cubicle housing on claw health and reproduction of pluriparous dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 106(1-3), 1-12.

Brambell, F.W.R.(1965). Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems Her Majesty's Stationery Office, London, United Kingdom

Breen, J. E., Green, M. J., & Bradley, A. J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. *J. Dairy Sci*, 92(6), 2551-2561.

Brenninkmeyer, C., Dippel, S., Brinkmann, J., March, S., Winckler, C., & Knierim, U. (2013). Hock lesion epidemiology in cubicle housed dairy cows across two breeds, farming systems and countries. *Prev Vet Med*, 109(3-4), 236-245).

Britt, J. H., Scott, R. G., Armstrong, J. D., & Whitacre, M. D. (1986). Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 69(8), 2195-2202.

Britten AM (1994). Dairy free stall bedding systems an udder health. En: *Proc. Natl. Mastitis Counc., Inc*, Arlington, VA. pp 292-299

Brizzi, A. (1993). Bovine digital dermatitis. *Bov. Pract.* 27, 33–37.

Broom, D. M. (1986). Indicators of poor welfare. *Br. Vet. J.* 142: 524.

Broom, D. M. (2003). Science, ethics and public concern about animal welfare. In: *Proc. Fourth European Colloquium on Acute Phase Proteins*, Segovia, Spain. *PigCHAMP and Pro Europa*, Ames, IA (pp. 83-89).

Broom, D. M., & Johnson, K. G. (1993). Stress and strain, welfare and suffering. In: *Stress and Animal Welfare* (pp. 57-86). Springer, Dordrecht.

Bruckmaier, R. M. (2005). Normal and disturbed milk ejection in dairy cows. *Domestic animal endocrinology*, 29(2), 268-273.

Bruckmaier, R. M., and J. W. Blum. (1998). Oxytocin release and milk removal in ruminants. *J.*

Dairy Sci. 81:939–949.

Buckley, F., O’Sullivan, K., Mee, J. F., Evans, R. D., and Dillon, P. (2003). Relationships among milk yield, body condition, cow weight, and reproduction in spring-calved Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci.* 86:2308–2319.

Bugueiro, A., Diéguez, F.J. and Pedreira, J. (2018) Study on the major welfare problems of dairy cows from the Galicia region (NW Spain). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 6, 84–89.

Bugueiro, A., Pedreira, J., & Diéguez, F. J. (2020). Study on the major welfare problems of dairy cows from the Galicia region (NW Spain). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 6(3), 84-89.

Buxadé Carbó, C. I. (1998). *Zootecnia: bases de producción animal: monografía* (No. 636.08 B83).

Calamari, L., Calegari, F. and Stefanini, L. (2009) Effect of different free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 120, 9–17.

Callejo, A., & Jimeno, V. (1999). Claves de los alojamientos para vacas lecheras. *Mundo Ganadero*, mayo 1999. pp. 40-47.

Ceballos, A., Sanderson, D., Rushen, J., & Weary, D. M. (2004). Improving stall design: Use of 3-D kinematics to measure space use by dairy cows when lying down. *J. Dairy Sci.* 87(7), 2042-2050.

Cermak J. (1988). Cow comfort and lameness- design of cubicles. *Bovine Practitioner* 23: 79-83

Cha E, Hertl JA, Bar D & Gröhn YT. (2010). The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Prev Vet Med*, 97(1), 1-8.

Chen, Y.; Arsenault, R.; Napper, S.; Griebel, P. Models and Methods to Investigate Acute Stress Responses in Cattle. *Animals* 2015, 5, 1268–1295.

Clarkson MJ, Downham DY, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, Merrit JB, Murray RD, Russell WB, Sutherst J E & Ward WR. (1996) Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Vet Rec*

138, 563-567

Coffey, M., Emmans, G., and Brotherstone, S. (2001). Genetic evaluation of dairy bulls for energy balance traits using random regression. *Anim. Sci.* 73:29–40.

Colditz, I. G. (2002). Effects of the immune system on metabolism: Implications for production and disease resistance in livestock. *Livest. Prod. Sci.* 75:257–268.

Collick, D. W., Ward, W. R., & Dobson, H. (1989). Associations between types of lameness and fertility. *The Vet Rec*, 125(5), 103-106.

Collier, R.J., Renquist, B.J., Xiao, Y. (2017) A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress. *J. Dairy Sci.* 100, 10367–10380.

Collis, K., Vagg, M. J., Gleed, P. T., Copp, C. M., & Sansom, B. F. (1980). The effects of reducing manger space on dairy cow behaviour and production. *The Vet Rec*, 107(9), 197-198.

Contreras, P. (1998). Síndrome de movilización grasa en vacas lecheras al inicio de la lactancia y sus efectos en salud y producción de los rebaños. *Arch Med Vet* 30, 17-27.

Cook NB & Nordlund KV. (2004). Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(3), 495-520.

Cook NB & Nordlund KV. (2005). An update on dairy cow freestall design. *Bov Pract.* 39:29–36.

Cook NB & Reinemann DJ. (2007). A tool box for assessing cow, udder and teat hygiene. *Proceedings of the 46th Annual Meeting of the National Mastitis Council*, 21-24 January. San Antonio (TX): National Mastitis Council.

Cook NB, Bennett TB & Nordlund KV. (2005). Monitoring indices of cow comfort in free-stall housed dairy herds. *J Dairy Sci.* 88:3876-3885

Cook NB, Hess JP, Foy MR, Bennett TB, Brotzman RL. (2016). Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. *J Dairy Sci.* 99(7):5879–5891.

Cook NB. (2001). How good is sand bedding for your cows. *Hoard's Dairyman*, 146, 667.

Cook NB. (2002). The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder

health. Proceedings of the 35th Annual Convention of American Association Bovine Practitioners, September 26-28; Madison (WI): Frontier Printers Inc; p. 97–103.

Cook NB. (2003). Prevalence of lameness among dairy cattle. In: Wisconsin as a function of housing type and stall surface. Journal of the American Veterinary Medical Association, 223(9), 1324-1328.

Cook NB. (2004) The cow comfort link to milk quality. Proc Nat Mast Council Reg Meeting, Bloomington, Minnesota, pp 19-30

Cook NB. (2005) A guide to investigating a herd lameness problem. Proc Am Assn Bovine Practitioners Annual Meeting, Salt Lake City UT.

Cook NB. (2009). Big sand stalls: best thing ever or bad idea?. In: Annual meeting.

Cooke, R.F.; Bohnert, D.W. Technical note: Bovine acute-phase response after corticotrophin-release hormone challenge. J. Anim. Sci. 2011, 89, 252–257.

Córdoba, J.D., Castillo, M.P., Ormeño, N., Acosta, G., Tadich, N. (2012). Descripción de los cubículos utilizados en granjas lecheras en el sur de Chile y su relación con el confort de las vacas. Arch Med Vet. 44(1):75–80.

Coulon, J. B., Lescourret, F., & Fonty, A. (1996). Effect of foot lesions on milk production by dairy cows. J. Dairy Sci, 79(1), 44-49.

Crookshank, H. R., Elissalde, M. H., White, R. G., Clanton, D. C., & Smalley, H. E. (1979). Effect of transportation and handling of calves upon blood serum composition. Journal of Animal Science, 48(3), 430-435.

Dargatz, D.A., Garry, F.B. and Traub-Dargatz, J.L. (2002) An introduction to biosecurity of cattle operations. The Veterinary Clinics Food Animal Practice, 18, 1–5.

Dawkins, M. S. (2017). Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable?. Animal Production Science, 57, 201–208.

Dawkins, M. S. 2008. The science of animal suffering. Ethology 114:937–945.

de Pinho Manzi, M., Nóbrega, D. B., Faccioli, P. Y., Troncarelli, M. Z., Menozzi, B. D., & Langoni, H. (2012). Relationship between teat-end condition, udder cleanliness and bovine subclinical mastitis. Research in Veterinary Science, 93(1), 430-434.

De Silva, A. W. M. V., Anderson, G. W., Gwazdauskas, F. C., McGilliard, M. L., & Lineweaver, J. A. (1981). Interrelationships with estrous behavior and conception in dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 64(12), 2409-2418.

DeHart, D. A., Natzke, R. P., Oltenacu, P. A. (1975). Effect of coliform challenge at milking time on new udder infections. *Journal of Dairy Science*. 59: 1124-1130.

D'Emilio, A., Porto, S. M., Cascone, G., Bella, M., & Gulino, M. (2017). Mitigating heat stress of dairy cows bred in a free-stall barn by sprinkler systems coupled with forced ventilation. *Journal of agricultural engineering*, 48(4), 190-195.

DeVries TJ & Von Keyserlingk MAG. (2005). Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 88(2), 625-631.

DeVries TJ, Von Keyserlingk, MAG & Beauchemin KA. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 88 (10), 3553-3562.

DeVries, T. J., Von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2004). Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 87(5), 1432-1438.

DeVries, T.J., von Keyserlingk, M.A.G. (2006) . Feed stalls affect the social and feeding behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*. 89, 3622–3531

Dobson, H., Ribadu, A.Y., Noble, K.M., Tebble, J.E., Ward, W.R. (2000) Ultrasonography and hormone profiles of adrenocorticotrophic hormone (ACTH)-induced persistent ovarian follicles (cysts) in cattle. *J. Reprod. Fert.*, 120, 405–410.

Drissler, M., Gaworski, M., Tucker, C. B., & Weary, D. M. (2005). Freestall maintenance: Effects on lying behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 88(7), 2381-2387.

Duncan, I. J. H. (1996). Animal welfare defined in terms of feelings. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A, Animal Science*, Supplement 27: 29-35

Edmonson, A. J., Lean, I. J. , Weaver, L. D, Farver, T., and Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci*. 72:68–78

Eicher, S. D., Cheng, H. W., Sorrells, A. D., & Schutz, M. M. (2006). Behavioral and physiological indicators of sensitivity or chronic pain following tail docking. *J. Dairy Sci*, 89(8), 3047-3051.

Ellis, K. A., Innocent, G. T., Mihm, M., Cripps, P., McLean, W. G., Howard, C. V., & Grove-White, D. (2007). Dairy cow cleanliness and milk quality on organic and conventional farms in the UK. *Journal of Dairy Research*, 74(3), 302-310.

Enevoldsen, C., & Kristensen, T. (1997). Estimation of body weight from body size measurements and body condition scores in dairy cows. *J. Dairy Sci*, 80(9), 1988-1995.

English P, Burgess G, Segundo R & Dunne J. (1992). *Stockmanship. Improving the Care of the Pig and Other Livestock*. Ipswich. Farming Press

Enting, H., Kooij, D., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M., & Noordhuizen-Stassen, E. N. (1997). Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livestock production science*, 49(3), 259-267.

Erina, S. I. L. V. I. A., Stanciu, G., Csiszter, L. T., Acatinică, S., Tripon, I., Baul, S. I. M. O. N. A., & Gavojdian, D. (2008). Study on the resting behavior in Romanian Black and White primiparous cows. *Lucrări Științifice-Zootehnie și Biotehnologii, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului Timișoara*, 41(2), 398-402.

Espejo, L. A., & Endres, M. I. (2007). Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns. *J. Dairy Sci*, 90(1), 306-314.

Espejo, L. A., Endres, M. I., & Salfer, J. A. (2006). Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *J. Dairy Sci*, 89(8), 3052-3058.

Estevez, I., Newberry, R. C., & Keeling, L. J. (2002). Dynamics of aggression in the domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 76(4), 307-325.

Eurobarometer. Special Eurobarometer 442 on Attitudes of Europeans towards Animal Welfare http://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/S2096_84_4_442_ENG (2016).

Fairchild, T. P., McArthur, B. J., Moore, J. H., & Hylton, W. E. (1982). Coliform counts in various bedding materials. *J. Dairy Sci*, 65(6), 1029-1035.

Farm Animal Welfare Council (FAWC) updates the five freedoms (1992). *Vet. Rec*, 131, 357

Faull, W.B., Hugues, J. (1996). Epidemiology and lameness in dairy cattle: the influences of cubicles, indoor and outdoor and walking surfaces. *Vet Rec* 139, 130-136.

Faust, M. A., Kinsel, M. L., & Kirkpatrick, M. A. (2001). Characterizing biosecurity, health, and

culling during dairy herd expansions. *J. Dairy Sci*, 84(4), 955-965.

Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 77(9), 2695-2703.

Fernández Vázquez, M. (2005). Bienestar animal y diseño de instalaciones para vacuno lechero. *Mundo ganadero*. 177: 26-30.

Ferris, C. P., Keady, T. W. J., Gordon, F. J., & Kilpatrick, D. J. (2006). Comparison of a Calan gate and a conventional feed barrier system for dairy cows: feed intake and cow behaviour. *Irish journal of agricultural and food research*, 149-156.

Fisher, A. D., Stewart, M., Verkerk, G. A., Morrow, C. J., & Matthews, L. R. (2003). The effects of surface type on lying behaviour and stress responses of dairy cows during periodic weather-induced removal from pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 81(1), 1-11.

Fjeldaas, T., Sogstad, Å. M., & Østerås, O. (2011). Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in freestalls with slatted concrete, solid concrete, or solid rubber flooring in the alleys. *J. Dairy Sci*, 94(3), 1243-1255.

Flor, E. (2006). Claudicaciones en vacas de rebaños lecheros de la Décima Región, Chile: Prevalencia, lesiones y factores de riesgo. Tesis de Magíster en Ciencias.

Flor, E., Borkert, J., Báez, A., Tadich, N. (2005). Prevalencia de cojeras en 34 lecherías grandes del sur de Chile. Resúmenes del XXX Congreso Anual de Sochipa, Temuco, pp: 25-26.

Flower F & Weary DM. (2002). Testing measures of lameness: Using behaviour to predict presence and severity of hoof lesions in dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 85 (Suppl. 1):247. (Abstr.)

Forbes, J. M. (1995). Voluntary intake: a limiting factor to production in high-yielding dairy cows?. *BSAP Occasional Publication*, 19, 13-19.

Fox, L., Butler, W. R., Everett, R. W., & Natzke, R. P. (1981). Effect of adrenocorticotropin on milk and plasma cortisol and prolactin concentrations. *J. Dairy Sci*, 64(9), 1794-1803.

Frankena K, Stassen van Keulen KAS, Noordhuizen JP, Noordhuizen-Stassen EN, Gundelach J, de Jong DJ, Saedt I. (1993). A cross-sectional study of prevalence and risk factors of dermatitis interdigitalis in female dairy calves in the Netherlands. *Prev. Vet. Med.* 17, 137-144.

Frankena, K., Stassen, E. N., Noordhuizen, J. P., Goelema, J. O., Schipper, J., Smelt, H., &

Romkema, H. (1991). Prevalence of lameness and risk indicators for dermatitis digitalis (Mortellaro disease) during pasturing and housing of dairy cattle. In: Proc. Ann. meeting Soc. Vet. Epidemiology and Preventive Medicine, London (pp. 107-118).

Franquesa Oller, O. (2004). Entrada de las vacas en la sala de ordeño. Mundo Ganadero 19-21.

Fraser, A.J., Broom, D. (1997). Welfare terminology and concepts. In: Farm Animal Behavior And Welfare. pp: 256-357. Third ed., CABI Publishing, Oxon.

Fraser, D., Duncan, I. J., Edwards, S. A., Grandin, T., Gregory, N. G., Guyonnet, V., ... & Whay, H. R. (2013). General principles for the welfare of animals in production systems: the underlying science and its application. The Veterinary Journal, 198(1), 19-27.

Fregonesi JA, Tucker CB, Weary DM, Flower FC & Vittie T. (2004). Effect of rubber flooring in front of feed bunk on time budget of dairy cattle. J. Dairy Sci. 87:1203–1207.

Fregonesi, J. A., Veira, D. M., Von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2007). Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. J. Dairy Sci, 90(12), 5468-5472.

Fregonesi, J. A., Von Keyserlingk, M. A. G., Tucker, C. B., Veira, D. M., & Weary, D. M. (2009). Neck-rail position in the free stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. J. Dairy Sci, 92(5), 1979-1985.

Fregonesi, JA & Leaver JD (2002). Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle systems. Livest. Prod. Sci. 78: 245-257.

Friend, T. H., Polan, C. E., & McGilliard, M. L. (1977). Free stall and feed bunk requirements relative to behavior, production and individual feed intake in dairy cows. J. Dairy Sci, 60(1), 108-116.

Fulwider, W. & Palmer, R.W. (2003). Factors affecting cow preference for stalls with different freestall bases in pens with different stocking rates. Abstracts from the American Dairy Science Association, JDS Volume 86, Supplement 1, Phoenix AR, June 22-26. P.158.

Fulwider, W. K., Grandin, T., Garrick, D. J., Engle, T. E., Lamm, W. D., Dalsted, N. L., & Rollin, B. E. (2007). Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. J. Dairy Sci, 90(7), 3559-3566.

Galindo, F., & Broom, D. M. (2000). The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Research in Veterinary Science*, 69(1), 75-79.

Galindo, F., & Broom, D. M. (2002). The effects of lameness on social and individual behavior of dairy cows. *Journal of applied animal welfare science*, 5(3), 193-201.

Garbarino, E. J., Hernandez, J. A., Shearer, J. K., Risco, C. A., & Thatcher, W. W. (2004). Effect of lameness on ovarian activity in postpartum Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 87(12), 4123-4131.

García, DG, Hanh, M, Pino, D, Vivas I, Sánchez AJ & Villarroel RA (2004). Efecto de la implementación de la quiropodia funcional al momento del secado sobre la producción de leche y la reproducción en vacas. *Rev Científica FCV-LUZ XIV* (6):568.

Gaworski, M. A., Tucker, C. B., Weary, D. M. and Swift, M. L.. (2003). Effects of stall design on dairy cattle behavior. En: *Proc. 5th Inter. Dairy Housing Conf., Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI. Housing Conf. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI. Ithaca, NY.* pp 139–146,

Gebremedhin, K. G., Cramer, C. O., & Larsen, H. J. (1985). Preference of dairy cattle for stall options in free stall housing. *Transactions of the ASAE*, 28(5), 1637-1640.

Gieseke, D., Lambertz, C., & Gauly, M. (2020). Effects of cubicle characteristics on animal welfare indicators in dairy cattle. *Animal*, 14(9), 1934-1942.

Gillund, P., Reksen, O., Grohn, Y. T., and Karlberg, K. (2001). Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1390–1396.

Goff, J. P., and Horst, R. L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80:1260–1268.

Gomez, A., & Cook, N. (2010). Time Budgets of Lactating Dairy Cows. En: *American Association of Bovine Practitioners Proceedings of the Annual Conference* pp. 227-227.

Gonzalez, M., Yabuta, A. K., & Galindo, F. (2003). Behaviour and adrenal activity of first parturition and multiparous cows under a competitive situation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 83(4), 259-266.

Grandin, T. (2000). *Livestock handling and transport*. CABI, Wallingford.

Grant, R. J., & Albright, J. L. (1995). Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Journal of animal Science*, 73(9), 2791-2803.

Grant, R. J., & Albright, J. L. (2000). Feeding behaviour. *Farm animal metabolism and nutrition*, 365-382.

Grant, R. J., & Albright, J. L. (2001). Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 84, E156-E163.

Grant, R.J. (2004) Incorporating dairy cow behaviour into management tools. *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, 19.-21.10.2004. Ithaca, New York (USA), pp. 65–96.

Grant, R.J., Tylutki, T., Krawczel, P. (2010). Modeling the influence of management on dry matter intake in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 84(E-suppl.1):468.

Green, L. E., Borkert, J., Monti, G., & Tadich, N. (2010). Associations between lesion-specific lameness and the milk yield of 1,635 dairy cows from seven herds in the Xth region of Chile and implications for management of lame dairy cows worldwide. *Animal Welfare*, 19(4), 419-427.

Green, L. E., Hedges, V. J., Schukken, Y. H., Blowey, R. W., & Packington, A. J. (2002). The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 85(9), 2250-2256.

Greenough PR. (1997). White line disease at the toe (toe ulcer). In: *Lameness in cattle* 3rd ed, eds P.R. Greenough & A.D. Weaver, pp. 107–9, Philadelphia: W.B. Saunders.

Gröhn, Y. T., P. J. Rajala-Schultz, H. G. Allore, M. A. DeLorenzo, J. A. Hertl, and D. T. Galligan. (2003). Optimizing replacement of dairy cows: Modeling the effects of diseases. *Prev. Vet. Med.* 61:27–43.

Gudaj, R., Brydl, E., Posta, J., & Komlósi, I. (2012). Effect of lameness on milk production in Holstein-Friesian farms in Hungary. *Allattenyesztes Es Takarmanyozas*, 61(2), 66-77.

Hady, P.J., Domecq, J., Kaneene, J. (1994). Frequency and Precision of Body Condition Scoring in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci*. 77, 1543-1547.

Haley, D. B., de Passille, A. M., & Rushen, J. (2001). Assessing cow comfort: Effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 71(2), 105-117.

Harrison, R.(1964) *Animal Machines: An Exposé of “Factory Farming” and Its Danger to the*

Public. Ballantine Books, New York, NY

Haskell, M.J., Rennie, L.J., Bowell, V.A., Bell, M.J. and Lawrence, A.B. (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *J. Dairy Sci* 89, 4259–4266.

Hassall, S. A., Ward, W. R., & Murray, R. D. (1993). Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *The Vet Rec*, 132(23), 578-580.

Heamshaw, H.; Barlow, R.; Want, G. (1979). Development of a temperament or handling difficulty score for cattle. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 1, 164–166.

Hedges, J., Blowey, R. W., Packington, A. J., O'callaghan, C. J., & Green, L. E. (2001). A longitudinal field trial of the effect of biotin on lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci*, 84(9), 1969-1975.

Hemsworth, P. H., Barnett, J. L., Beveridge, L. and Matthews, L. R. (1995). The welfare of extensively managed dairy cattle: A review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42:161–182.

Herlin, A. H. (1997). Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene, and lying down behaviour. *Swed. J. Agric. Res.* 27:189–196.

Hernandez, J., Shearer, J. K., & Webb, D. W. (2002). Effect of lameness on milk yield in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220(5), 640-644.

Hernández-Moreno, D.; Soler, F.; Pérez, M. & Kammerer, M. (2005). Calidad físico-química del agua de bebida destinada a los rumiantes. *Prod. Anim.* 215: 40-50.

Hill, C. T., Krawczel, P. D., Dann, H. M., Ballard, C. S., Hovey, R. C., Falls, W. A., & Grant, R. J. (2009). Effect of stocking density on the short-term behavioural responses of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 117(3-4), 144-149.

Hinterhofer, C., Ferguson, J. C., Apprich, V., Haider, H., & Stanek, C. (2006). Slatted floors and solid floors: Stress and strain on the bovine hoof capsule analyzed in finite element analysis. *J. Dairy Sci*, 89(1), 155-162.

Hirst WM, French NP et al. (2002) A mixed-effects time-to-event analysis of the relationship between first-lactation lameness and subsequent lameness in dairy cows in the UK. *Prev Vet Med.* 54:191-201.

Hirst, W.M., Le Fevre, A. M., Logue,D.N., Offer, J.E., Chaplin,S.J., Murray, R.D., Ward, W.R., French,N.P. (2002). The Veterinary Journal, 164: 7-19.

Hoblet K. (2002). Footbaths: separating truth from fiction and clinical impressions. 12^o International Symposium on Lameness in Ruminants USA.

Hogan JS & Smith KL. (1997). Bacteria counts in sawdust bedding. J. Dairy Sci. 80:1600–1605.

Hogan, J. S., Smith,K. L., Hoblet,K. H., Todhunter,D. A., Shoenberger,P. S., D.Hueston,W., Pritchard,D. E., Bowman, G. L., Heider,L. E., Brockett,B. L. and Conrad, H. R. (1989). Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies. J. Dairy. Sci. 72:250–258.

Holmes B & Palmer R. (2005). Cow Comfort Issues in Freestall Barns. Dairy Science Department. Biological Systems Engineering Department.[WWW] <http://manitowoc.uwex.edu/files/2011/10/Cow-Comfort-Issues-2005-Dairy-Road-Show-12-9-04d1.pdf> (23.02. 2014).

Horadagoda NU, Knox KMG, Gibbs HA, Reid SWJ, Horadagoda A, Edwards SER, Eckersall PD. (1999). Acute phase proteins in cattle; discrimination between acute and chronic inflammation. Vet. Rec. 144: 437-441.

Hosseinkhani, A., DeVries, T. J., Proudfoot, K. L., Valizadeh, R., Veira, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2008). The effects of feed bunk competition on the feed sorting behavior of close-up dry cows. J. Dairy Sci, 91(3), 1115-1121.

Hughes, J. (2000). Cows and cubicles. In Practice, 22(5), 231-239.

Hughes, J. (2001). A system for assessing cow cleanliness. In Practice, 23(9), 517-524.

Hulsen, J. (2007). Cow signals: A Practical Guide for Dairy Farm Management. Roodbont, Zutphen

Hultgren J & Bergsten C. (2001). Effects of a rubber-slatted flooring system on cleanliness and foot health in tied dairy cows. Prev. Vet. Med. 52, 75–89.

Hultgren J, Manske T & Bergsten C. (2004). Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield, and culling in Swedish dairy cattle. Prev Vet Med, 62(4), 233-251.

Hultgren J. (2002) Foot/leg and udder health in relation to housing changes in Swedish dairy herds. Prev Vet Med. 53,167-189

Hutton, C. T., Fox, L. K., & Hancock, D. D. (1990). Mastitis control practices: differences between herds with high and low milk somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 73(4), 1135-1143.

Huxley, J. N. (2013). Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livestock Science*, 156(1-3), 64-70.

Huzzey, J. M., Veira, D. M., Weary, D. M., and von Keyserlingk, M. A. G. (2007). Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *J. Dairy Sci.* 90:3220–3233.

Irish, W. W., & Martin, R. O. (1983). Design considerations for free stalls. *En Proc. Dairy Housing II, Natl. Dairy.* 108–121.

Ito, K., Von Keyserlingk, M. A. G., LeBlanc, S. J., & Weary, D. M. (2010). Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93(8), 3553-3560.

Jensen, P., Recén, B. & Ekesbo, I. (1988). Preference of loose housed dairy cows for two different cubicle floor coverings. *Swed. J. Agric. Res.* 18, 141–146.

Jorritsma, R., Wensing, T., Kruip, T., Vos, P., and Noordhuizen, J. (2003). Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Vet. Res.* 34:11–26.

Juarez, S. T., Robinson, P. H., DePeters, E. J., & Price, E. O. (2003). Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 83(1), 1-14.

Juaristi, J.L.; Bach, A. and Rodríguez, P. 2004. Cow comfort. Cuaderno de campo Ivomec. Ed. Merial. Barcelona. España. 221 pp.

Jungbluth, T., Benz, B., & Wandel, H. (2003). Soft walking areas in loose housing systems for dairy cows. In: *Fifth International Dairy Housing Conference for 2003* (p. 171). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Kammerer, M. & Ganiere, J.P. (1998). Qualité de l’eau d’abreuvement des ruminants. *Le Point Vétérinaire.* 29: 75-82.

Ketelaar-de Lauwere CC & Ipema AH. (2000). Cow behaviour under different types of cow traffic. In: *Robotic Milking*: 181.

Kjaerstad, HP & Simensen E (2001). Cubicle refusal and rearing accommodation as possible mastitis risk factors in cubicle-housed dairy heifers. *Acta Vet. Scand.* 42:123–130.

Klaas, I. C., Rousing, T., Fossing, C., Hindhede, J., & Sørensen, J. T. (2003). Is lameness a welfare problem in dairy farms with automatic milking systems?. *Animal Welfare*, 12(4), 599-603.

Knight CH. (2001). Lactation and gestation in dairy cows: flexibility avoids nutritional extremes. *Proc Nutr Soc*, 60:527-37.

Koenig, S., Sharifi, A. R., Wentrot, H., Landmann, D., Eise, M., & Simianer, H. (2005). Genetic parameters of claw and foot disorders estimated with logistic models. *J. Dairy Sci*, 88(9), 3316-3325.

Koester ,A., Meyer, K., et al. (2002) Effects of biotin supplementation on horn structure and fatty acid pattern in the bovine claw under field conditions. *Proc 12th Int Sympo Lameness in Ruminants*. Ed. J. K. Shearer, 263-267

Kopcha, M., Bartlett, P., Coe, P., Ames, K., Beede, D., Sears, P., & Cmach, L. (2003). Animal initiative project: Michigan lameness study. *Michigan Dairy Review*. MSU Animal Science Dept.

Kossabati, M. A., & Esslemont, R. J. (1997). The costs of production diseases in dairy herds in England. *The veterinary journal*, 154(1), 41-51.

Krawczel, P.D., Klaiber, L.B., Butzler, R.E., Klaiber, L.M., Mooney, C.S., Dann, H.M., Grant, R.J. (2010). Short-term overcrowding affects the lying and social behaviour of lactating Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*. 93(E-suppl.1):789.

Kremer, P. V., Scholz, A. M., Nüske, S., & Förster, M. (2012). Do mats matter?—Comparison of fertility traits and milk yield in dairy cows on rubber or concrete flooring. *Archives Animal Breeding*, 55(5), 438-449.

Kremer, P.V., Nüske, S., Scholz, A.M., Förster, M. (2006) .Effect of soft flooring in free stalls on milk yield, fat, protein and somatic cell counts in dairy cattle. *Arch Tierz* 49, 250-258, in German

Kremer, P.V., Nüske, S., Scholz, A.M., Förster, M. (2007) Comparison of claw health and milk yield in dairy cows on elastic or concrete flooring. *J Dairy Sci* 90, 4603-4611

Krug, C., Haskell, M.J. , Nunes, T., Stilwell, G. (2015) Creating a model to detect dairy cattle farms with poor welfare using a national database. *Prev. Vet. Med.*, 122 , pp. 280-286.

Kruze, J. (1998). The milking routine and its role in mastitis control programmes. *Archivos de*

medicina veterinaria, 30(2), 7-16.

Kumar, B., Aich, P., Jalal, S., Czuba, C., Schatte, G., Herzog, K., Olson, D.J.H., Ross, A.R.S., Potter, A.A., Babiuk, L.A., Griebel, P. (2012). Stress and its impact on farm animals. *Front. Biosci.*, E4, 1759–1767.

Lagger, J. (2007). Estrategias de bienestar animal para prevenir lesiones podales en vacas lecheras. *Veterinaria Argentina*, 24(238), 588-602.

Lagger, J. L., Schmidt, E., Waran, N., & Otrosky, R. N. (2004). Medición de cortisol en leche como indicador de bienestar animal, resultados preliminares. *Revista Veterinaria Argentina*, Volumen XXI nº 2 208 Octubre. 577-586.

Lagger, J. R. (2006). Animal Welfare Strategies to prevent lameness. *Scottish Agriculture College-Bush State-Edinburgh-Scotland-GB*.

Larkinm, J., Sreenen, J.M., Boland, M.P & Diskin, M. G. (2003). Effect of underfoot surface conditions and group size on expression of oestrus in heifers. In *Proceedings of Agricultural Research Forum*, Tullamore Ireland, p. 85.

Laurence, M. (2014). 13 Biosecurity and beef cattle health, husbandry and welfare. In: David Cottle and Lewis Kahn (Eds.), *Beef Cattle Production and Trade*. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing; p. 251–289.

Laven, R. A., Lawrence, K. E., Weston, J. F., Dowson, K. R., & Stafford, K. J. (2008). Assessment of the duration of the pain response associated with lameness in dairy cows, and the influence of treatment. *New Zealand Veterinary Journal*, 56(5), 210-217.

Lee, L. A., Ferguson, J. D., & Galligan, D. T. (1989). Effect of disease on days open assessed by survival analysis. *J. Dairy Sci*, 72(4), 1020-1026.

Leonard, F. C., O'Connell, J. M., & O'Farrell, K. J. (1996). Effect of overcrowding on claw health in first-calved Friesian heifers. *British Veterinary Journal*, 152(4), 459-472.

Leonard, F. C., O'Connell, J., & O'Farrell, K. (1994). Effect of different housing conditions on behaviour and foot lesions in Friesian heifers. *The Vet Rec*, 134(19), 490-494.

Liang, D., Arnold, L. M., Stowe, C. J., Harmon, R. J., & Bewley, J. M. (2017). Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *J. Dairy Sci*, 100(2), 1472-1486.

Lidfors L. (1989). The use of getting up and lying down movements in the evaluation of cattle environments. *Vet. Res. Commun*

López X, Mariño R & Carreira X. (2010). Influencia del diseño de los cubículos y sus aspecto constructivos en el manejo del ganado vacuno de leche. *Buiatría española*. 8, 1: 69-80

López-Gatius, F., Yániz, J., Madriles-Helm, D. (2002). Effects of body condition score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology* 59, 801-812.

Lorenzen, T. (2011). Auditoría de Cow Comfort. Identificar los puntos críticos para obtener el máximo bienestar animal. Dairy Program Specialist ALLTECH. Jornadas Técnicas de Vacuno de Leche - Africor Lugo

Lucey, S., Rowlands, G. J., & Russell, A. M. (1986). The association between lameness and fertility in dairy cows. *The Vet Rec*, 118(23), 628-631.

Magnusson, M., Herlin, A. H., & Ventorp, M. (2008). Effect of alley floor cleanliness on free-stall and udder hygiene. *J. Dairy Sci*, 91(10), 3927-3930.

Maltz, E. (1997). The body weight of the dairy cow: III. Use for on-line management of individual cows. *Livest. Prod. Sci.* 48:187-200.

Manninen, E., de Passillé, A. M., Rushen, J., Noring, M., & Saloniemi, H. (2002). Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 75(4), 281-292.

Manske, J., Hultgreen, J & Bergsten, C. (2002). Topical treatment of digital associated with severe heel horn erosion in Holstein heifers. *Prev Vet Med.* 53, 215-231.

Manson FJ. & LEAVER J D. (1988) The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Animal Production* 47, 185-190

Markusfeld, O., Gallon, N. and Ezra, E. (1997). Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet. Rec.* 141:67-72.

Maza, L., Salgado, R., & Vergara, O. (2001). Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal postparto de vacas mestizas lecheras. *Revista MVZ Córdoba*.

Mc Donald, L.E. (1989). *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Ed Hemisferio Sur 1989.

McFarland, D. F., and Gamroth, M. J. (1994). Free-stall desing with cow comfort in mind. En: Pro. 33^a Annu. Mtg. Natl. Mastitis Counc., Natl. Mastitis Counc., Inc., Arlington, VA. pp 270-285

McLornack AC & M. R. Baxter, Equipment Systems: Managing and Planning for Profitability, Camp Hill, PA. Natural Resource, Agric., and Engineering Service ed. Martinus Nijhoff, the Hague, the Netherlands.

Melendez, P., Bartolome, J., Archbald, L. F., & Donovan, A. (2003). The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 59(3-4), 927-937.

Metz JHM & Wierenga HK. (1987). Behavioural criteria for the design of housing systems for cattle. EN: H.K. Wierenga y D.J. Peterse (eds) *Cattle Housing Systems, Lameness and Behaviour*, Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers pp:14-25.

Metz JHM. (1985). The reaction of cows to a short-term deprivation of lying. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 13(4), 301-307.

Minton, J.E. (1994). Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. *J. Anim. Sci.*, 72, 1891–1898.

Mitchell, G., Hattingh, J., & Ganhao, M. (1988). Stress in cattle assessed after handling, after transport and after slaughter. *The Vet Rec*, 123(8), 201-205.

Mitev, J., Gergovska, Z. H., Miteva, T. C. H., & Penev, T. (2011). Influence of lameness on daily milk yield, lactation curve and body condition score during lactation in Black-and White cows. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(5), 704-711.

Mitev, J., Penev, T., Vasilev, N., Miteva, T., Gergovska, Z., & Uzunova, K. (2012). Effect of lameness on some productive traits and health status of cows in dairy cattle farms. *Trakia Journal of Sciences*, 10(1), 85-91.

Molina, L., Agüera, E., Maroto-Molina, F. and Pérez-Marín, C.C. (2019) Assessment of on-farm welfare for dairy cattle in southern Spain and its effects on reproductive parameters. *Journal of Dairy Research* 86, 165–170.

Monsalve, C. (1993). Condición Corporal al parto y comportamiento reproductivo y productivo en un rebaño de vacas frisonas en la IX Región. Tesis M.V. Facultad de Ciencias

Veterinarias, Universidad de la Frontera.

Mormède, P., Andanson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, J., Manteca, X., Mantecón, G., Prunet, P., van Reenen, C.G., et al. (2007). Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiol. Behav.*, 92, 317–339.

Morris, M. J., Kaneko, K., Walker, S. L., Jones, D. N., Routly, J. E., Smith, R. F., & Dobson, H. (2011). Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. *Theriogenology*, 76(4), 658-668.

Mowbray, L., Vittie, T., Weary, D.M. (2003). Hock lesions and free-stall design: effect of stall surface. *Proceedings of the Fifty International Dairy Housing Conference*. ASAE, St. Joseph, MI. pp 288-295.

Mújica, I. (2005). El Estrés Calórico en las vacas lecheras. *Navarra Agraria*, 150.

Mülleder, C., Troxler, J., Waiblinger, S. (2003). Methodological aspects for the assessment of social behaviour and avoidance distance on dairy farms. *Animal Welfare* 12, 579-584.

Mülling, C. K., Green, L., Barker, Z., Scaife, J., Amory, J., & Speijers, M. (2006, October). Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. In: XXIV World Buiatrics Congress, Nice, France. 12p.

Munksgaard, L., Jensen, M. B., Pedersen, L. J., Hansen, S. W., & Matthews, L. (2005). Quantifying behavioural priorities—Effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 92(1-2), 3-14.

Munksgaard, L., Løvendahl, P., (1993). Effects of social and physical stressors on growth hormone levels in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 73, 847–853

National Research Council (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

Natzke, R. P., Bray, D. R., & Everett, R. W. (1982). Cow preference for free stall surface material. *J. Dairy Sci*, 65(1), 146-153.

Nelson, D. & Petersen, G. (1984). The Compendium of Continuing Education. *Food Animal Practice*. 6: 545-552.

Norberg, S. (2012). Effects of rubber alley flooring on cow locomotion and welfare. *Sveriges*

lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård (Examensarbete nr 380)

Nordlund, K., Cook, N. B., & Cert, C. H. P. (2003). A Flowchart for Evaluating Dairy Cow Freestalls. *THE Bovine Practitioner*, 37(2).

Norring, M., Manninen, E., De Passillé, A. M., Rushen, J., Munksgaard, L., & Saloniemi, H. (2008). Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 91(2), 570-576.

Norring, M., Munninmen, E., de Passillé, M.A. , Rushen, J & Saloniemi, H. (2010) Preference of dairy cows for three stall surface materials withs may amounts of bedding. *J. Dairy Sci*. 93: 70-74.

O'Connell, J. M., Giller, P. S., & Meaney, W. J. (1992). Factors affecting cubicle utilisation by dairy cattle using stall frame and bedding manipulation experiments. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 35(1), 11-21.

Oehme, B., Grund, S., Munzel, J. and Mülling, C.K.W. (2019). Kinetic effect of different ground conditions on the sole of the claws of standing and walking dairy cows. *J. Dairy Sci* 102, 10119–10128.

Oertli, B., Troxler, J., & Friedli, K. (1995). The influence of a synthetic cubicle mat on the lying behaviour of dairy cows. *KTBL SCHRIFT*, 127-127.

Ohl, F., & Van der Staay, F. J. (2012). Animal welfare: At the interface between science and society. *The Veterinary Journal*, 192(1), 13-19.

Onyiro, O. M., Offer, J., & Brotherstone, S. (2008). Risk factors and milk yield losses associated with lameness in Holstein-Friesian dairy cattle. *Animal*, 2(8), 1230-1237.

Overton, M.W., Sischo, W.M., Moore,D.A. (2002). Using Time-Lapse Video Photography to Assess Dairy Cattle Lying Behavior in a Free-Stall Barns. *J Dairy Sci*. 85, 2407-2413.

Pajor, E., Rushen, J., de Passillé, A.M. (2000). Cow comfort, fear, and productivity. In: *Dairy Housing and Equipment systems: managing and planning for profitability*. NRAES, Ithaca, New York. pp. 24-37.

Palmer, R.W. and Wagner-Storch, A.M. 2003. Cow Preference for Different Freestall Bases in Pens with Different Stocking Rates. *Proc. from the Fifth International Dairy Housing*

Conference. ASAE, St. Joseph, MI. pp.155-164.

Pankey, J. W. (1989). Premilking udder hygiene. *J. Dairy Sci*, 72(5), 1308-1312.

Pavlenko, A., Bergsten, C., Ekesbo, I., Kaart, T., Aland, A., & Lidfors, L. (2011). Influence of digital dermatitis and sole ulcer on dairy cow behaviour and milk production. *Animal*, 5(8), 1259-1269.

Peeler, E. J., Green, M. J., Fitzpatrick, J. L., Morgan, K. L., & Green, L. E. (2000). Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count British dairy herds. *J. Dairy Sci*, 83(11), 2464-2472.

PennState Extension. 2017. Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management: dairy. [accessed 2017 May 25]. <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/body-condition-scoring/body-condition-scoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>.

Pereira, J.M., Barrasa, M., González, J.J. (2003). Parametrización dimensional de alojamientos de ganado vacuno lechero. Proceedings of the VII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, October 8-10, 2003, Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra; p. 1431–1440.

Philipot, J.M., Pluvineau, P., Cimarosti, I., et al. (1994). Risk factors of dairy cow lameness associated with housing conditions. *Vet Res* .25:244–248.

Phillips CJC & Schofield SA. (1994). The effect of cubicle and straw yard housing on the behaviour, production and hoof health of dairy cows. *Animal Welfare*, 3(1), 37-44.

Platz, S., Ahrens, F., Bendel, J., Meyer, H. H. D., & Erhard, M. H. (2008). What happens with cow behavior when replacing concrete slatted floor by rubber coating: A case study. *J. Dairy Sci*, 91(3), 999-1004.

Pöttsch, C. J., Collis, V. J., Blowey, R. W., Packington, A. J., & Green, L. E. (2003). The impact of parity and duration of biotin supplementation on white line disease lameness in dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 86(8), 2577-2582.

Pryce, J. E., Coffey, M. P., & Brotherstone, S. (2000). The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *J. Dairy Sci*, 83(11), 2664-2671.

Radostits O, Leslie K & Fetrow J . (1994). Herd health food animal production medicine. 2nd ed. WB Saunders, Philadelphia, USA, pp 301-303.

Radostits OM, Gay CC, Blood DC & Hinchcliff KW (1999). Veterinary Medicine" 9th edition WB Saunders UK

Radostits, O. M., & Blood, D. C. (1985). Herd health. A textbook of health and production management of agricultural animals. WB Saunders Co..

Radostits, O.M., Gay, C., Blood, D., Kenneth, H. (2002). Dolor. En: Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Novena Edición. Ed McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España.

Rahaman, I., Samanta, R., Ghosh, C. P., & Datta, S. (2021). Dairy cattle welfare assessment-importance and significance: A review. The Pharma Innovation Journal 10(2): 226-231

Rajala-Schultz, P. J., Gröhn, Y. T., & McCulloch, C. E. (1999). Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. J. Dairy Sci, 82(2), 288-294.

Reader, J. D., Green, M. J., Kaler, J., Mason, S. A., & Green, L. E. (2011). Effect of mobility score on milk yield and activity in dairy cattle. J. Dairy Sci, 94(10), 5045-5052.

Regan, T., & Singer, P. (Eds.). (1976). Animal rights and human obligations. New Jersey: Prentice-Hall.

Reist, M., Koller, A., Küpfer, U. and Blum, J.W. (2000). First ovulation and ketone body status in the early postpartum period of dairy cows. Theriogenology. 54:685–701.

Rendos, J. J., Eberhart, R. J., & Kesler, E. M. (1975). Microbial populations of teat ends of dairy cows, and bedding materials. J. Dairy Sci, 58(10), 1492-1500.

Reneau, J. K., Seykora, A. J., Heins, B. J., Endres, M. I., Farnsworth, R. J., & Bey, R. F. (2005). Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. Journal of the American veterinary medical association, 227(8), 1297-1301.

Rioja-Lang, F. C. (2009). The effects of feed area design on the social behaviour of dairy cattle. PhD Thesis. University of Edinburgh.

Roche, J. R., D. P. Berry, J. M. Lee, K. A. Macdonald, and R. C. Boston. (2007a). Describing the body condition score change between successive calvings: A novel strategy generalizable to

diverse cohorts. J. Dairy Sci. 90:4378–4396.

Roche, J. R., Macdonald, K. A., Burke, C. R., Lee, J. M. and Berry, D. P. (2007). Associations among body condition score, body weight, and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle. J. Dairy Sci. 90:376–391.

Rodenburg, J & House HK. (2000). The impact of free-stall base and design on cow comfort. in Dairy Housing and. pp 214–224

Rodenburg, J., House, H.K & Anderson, N.G. (1994). Free stall base and bedding materials: effect on cow comfort. Proceedings of the 3rd International Dairy Housing Conference, 2–5 Feb. Orlando, FL. Dairy Systems for the 21st Century, 159–164.

Rodenburg, T. B., & Koene, P. (2007). The impact of group size on damaging behaviours, aggression, fear and stress in farm animals. Appl. Anim. Behav. Sci. , 103(3-4), 205-214.

Rodriguez-Lainz, A., Hird, D. W., Carpenter, T. E., & Read, D. H. (1996). Case-control study of papillomatous digital dermatitis in southern California dairy farms. Prev Vet Med, 28(2), 117-131.

Roger B. (2002). Use of a novel foot foam in the control of Digital Dermatitis. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. USA

Royal, M. D., Pryce, J. E., Wooliams, J. A. and Flint, A. P. F. (2002). The genetic relationship between commencement of luteal activity and calving interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein-Friesian dairy cattle. J. Dairy Sci. 85:3071–3080.

Rural Design and Building Association. (2009). Cow cubicles—How and where did they originate? Countryside Building 4: 32–34.

Rushen, J. A. M. B., De Passille, A. M. B., & Munksgaard, L. (1999). Fear of people by cows and effects on milk yield, behavior, and heart rate at milking. J. Dairy Sci, 82(4), 720-727.

Rushen, J., & De Passillé, A. M. (2006). Effects of roughness and compressibility of flooring on cow locomotion. J. Dairy Sci, 89(8), 2965-2972.

Rushen, J., de Passillé, A. M., von Keyserlingk, M. A. G. and Weary, D. M. (2008). The Welfare of Cattle. Springer, Dordrecht, the Netherlands

Russell, A. M., Rowlands, G. J., Shaw, S. R., & Weaver, A. D. (1982). Survey of lameness in

British dairy cattle. *The Vet Rec*, 111(8), 155-160.

Sadiq, M.B., Ramanoon, S.Z., Shaik Mossadeq, W.M., Mansor, R., Syed-Hussain, S.S.(2020). Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. *Animals* 10, 1515.

Sánchez Rodríguez, M. (2004). Instalaciones y equipos para las empresas de vacuno de leche. Manual de instalaciones para explotaciones lecheras. Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía. Mairena del Aljara. Sevilla

Schmisseur, W.E., Albright, J.L., Dillon, W.M., Kehrberg, E.W., & Morris, W.H.M. (1966). Technical note: Animal behaviour responses to loose and free stall housing. *J. Dairy Sci.* 49, 102–104.

Schreiner, D. A., & Ruegg, P. L. (2002). Effects of tail docking on milk quality and cow cleanliness. *J. Dairy Sci*, 85(10), 2503-2511.

Schreiner, D. A., & Ruegg, P. L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *J. Dairy Sci*, 86(11), 3460-3465.

Schultz, T.A. (1984). Weather and effects on cow corral activities. *J Dairy Sci.* 67, 868-873.

Selye, H. (1946). The General Adaptation Syndrome and the Disease of adaptation. *Journal Clinical Endocrinol*, 6, 117-230.

Shearer JK, Van Amstel S e Gonzalez A. (2005). Manual of foot care in cattle. W. D. Hoards and Sons Company, Fort Atkinson, WI.

Shearer JK. (2006). Prevención y tratamiento de las cojeras en el ganado lechero. Diplomado en Medicina Productiva del Ganado Lechero. Facultad de Ciencias Veterinarias UNLPam

Shearer JK., and Van Amstel S. (2000). Lameness in dairy cattle. Pages 1–12 in *Proc. Kentucky Dairy Conf.*

Shearer, J. K. (1998). Lameness in Dairy Cattle: consequences and causes. *The Bovine Practitioner* 32, 79-84.

Singh, S. S., Ward, W. R., Lautenbach, K., Hughes, J. W., & Murray, R. D. (1993). Behaviour of first lactation and adult dairy cows while housed and at pasture and its relationship with sole

lesions. *The Vet Rec*, 133(19), 469-474.

Smith, J. F., Dhuyvetter, K. C., VanBaale, M. J., Armstrong, D. V., & Harner, J. (2005). Managing the milking parlor: An economic consideration of profitability. In *Proc. NMC Annual Conference*, Austin, TX. Natl. Mastitis Counc., Madison, WI (pp. 165-180).

Sogstad, A.M., Østeras, O., Fjeldaas, T., Nafstad, O., 2007. Bovine claw and limb disorders related to culling and carcass characteristics. *Livest. Sci.* 106, 87–95.

Somers, J. G. C. J. (2004). Claw disorders and disturbed locomotion in dairy cows: the effect of floor systems and implications for animal welfare. Utrecht University.

Somers, J.G.C.J., Frankena, K., Noordhuizen-Stassen, E.N., Metz, J.H.M. (2003). Prevalence of claw disorders in Dutch dairy cows exposed to several floor systems. *J. Dairy Sci.* 86, 2082–2093.

Song, X., Leroy, T., Vranken, E., Maertens, W., Sonck, B., & Berckmans, D. (2008). Automatic detection of lameness in dairy cattle—Vision-based trackway analysis in cow's locomotion. *Computers and electronics in agriculture*, 64(1), 39-44.

Špinka, M. (2006). How important is natural behaviour in animal farming systems? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100:117–128

Sprecher, D. E. A., Hostetler, D. E., & Kaneene, J. B. (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, 47(6), 1179-1187.

Stefanowska J, Smits, MCJ & Braam CR. (1998) Impact of floor surface on behaviour locomotion and foot lesions in cattle. IMAG-DLO Report 98-04, Wageningen, The Netherlands 68.

Stefanowska, J., Swierstra, D., Braam, C. R., & Hendriks, M. M. W. B. (2001). Cow behaviour on a new grooved floor in comparison with a slatted floor, taking claw health and floor properties into account. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 71(2), 87-103.

Stowell, R.R. (2000). Sand for bedding. En: *Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and Planning for Profitability* Camp Hill, PA. Natural Resource, Agric., and Engineering Service, Ithaca, NY. pp 226-234

Tadich, N., Hettich, E., Van Schaik, G. (2005). Prevalencia de cojeras en vacas de 50 rebaños lecheros del sur de Chile. *Arch Med Vet* 37, 29-36.

Tapki, I., Sahin, A. (2006). Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Appl Anim Behav Sci.* 99:1–11.

Telezhenko, E., Bergsten, C. (2005). Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Appl Anim Behav Sci.* 93(3–4):183–197.

Telezhenko, E., Lidfors, L., Bergsten, C. (2007). Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. *J Dairy Sci.* 90(8):3716–3724.

Ter Wee, E., Wierenga, H.K., Smiths, A.C., Smits, M.C.J. (1989). Claw and leg disorders in cattle in relation to the design and construction of floors. Report B-345. VIO “Schoonoord”, Zeist, Netherlands.

Termeulen, S. B., Butler, W. R., & Natzke, R. P. (1981). Rapidity of cortisol transfer between blood and milk following adrenocorticotropin injection. *J. Dairy Sci.* 64(11), 2197-2200.

Tillie M. (1986). European Freestall Housing-Historical Development & Present Systems. Proceeding from the Dairy Free Stall Housing symposium. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Harrisburg, Pennsylvania.

Tranter WP & Morris RS. (1991). A case study of lameness in three dairy herd. *New Zealand Veterinary Journal* 39, 88-96

Trillo, Y., Quintela, L.A., Barrio, M., Becerra, J.J., Vigo, M., Peña, A.I., Herradón, P.G. (2017). Description of measurable parameters related to animal welfare in free-stall and tie-stall farms in Northwestern Spain. *Arch Zootec.* 66(254): 203–213.

Tucker CB. & Weary DM. (2004). Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? *J. Dairy Sci.* 87:2889–2895.

Tucker, C. B., Weary, D. M., & Fraser, D. (2003). Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86(2), 521-529.

Tucker, C. B., Weary, D. M., De Passille, A. M., Campbell, B., & Rushen, J. (2006b). Flooring in front of the feed bunk affects feeding behavior and use of freestalls by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89(6), 2065-2071.

Tucker, C.B., Weary,D.M. and Fraser,D. (2004). Freestall dimensions: effects of preferences and stall usage. *J. Dairy Sci.* 87:1208-1216.

Tucker, C.B., Weary, D.M. (2001). Stall design: enhancing cow comfort. *Adv Dairy Technol.* 13:155–168.

Tucker, C.B., Weary,D.M. & Fraser,D. (2005). Neck-rail placement: effect on freestall preference, usage, and cleanliness. *J. Dairy Sci.* 88:2730-2737.

Tucker, C.B., Zdanowicz, M. and Weary,D.M. (2006a) Brisket boards reduce freestall use. *J. Dairy Sci.* 89:2603-2607.

Tuytens, F. A. M. (2005). The importance of straw for pig and cattle welfare: a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 92(3), 261-282.

USDA. (2009). Part IV: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. No. N494.0209. USDA-Anim. Plant Health Inspection Serv.-Vet. Serv., Centers Epidemiol. Anim. Health, Fort Collins, CO.

Val-Laillet, D., De Passillé, A. M., Rushen, J., & von Keyserlingk, M. A. (2008). The concept of social dominance and the social distribution of feeding-related displacements between cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 111(1-2), 158-172.

Van Arendonk, J. A. M., Stokvisch, P. E., Korver, S., & Oldenbroek, J. K. (1984). Factors determining the carcass value of culled dairy cows. *Livestock Production Science*, 11(4), 391-400.

Van der Tol, P. P. J., Metz, J. H. M., Nordhuizen-Stassen,E. N., Back, W., Braam, C. R. and Weijs, W. A. (2002). The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. *J. Dairy Sci.* 85:1476–1481.

Van Knegsel, A. T., Van den Brand, H., Dijkstra, J., Tamminga, S., & Kemp, B. (2005). Effect of dietary energy source on energy balance, production, metabolic disorders and reproduction in lactating dairy cattle. *Reproduction nutrition development*, 45(6), 665-688.

Vanegas, J., Overton, M., Berry, S. L., & Sischo, W. M. (2006). Effect of rubber flooring on claw health in lactating dairy cows housed in free-stall barns. *J. Dairy Sci*, 89(11), 4251-4258.

Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M., de Passillé,

A.M. (2010). A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J Dairy Sci.* 93(3):1307–1316.

Verdes, S., Trillo, Y., Peña, A. I., Herradón, P. G., Becerra, J. J., & Quintela, L. A. (2020). Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 319-329.

Verdes, S., Yáñez, U., Trillo, Y., Herradón, P. G., Peña, A. I., Becerra, J. J., & Quintela, L. A. (2022). Housing assessment in farms in the Northwest of Spain: main facility weaknesses and strengths. *Journal of Dairy Research*, 1-4.

Verkerk, G. A., Phipps, A. M., Carragher, J. F., Matthews, L. R., & Stelwagen, K. (1998). Characterization of milk cortisol concentrations as a measure of short-term stress responses in lactating dairy cows. *Animal Welfare*, 7(1), 77-86.

Vermunt J.J. (1990). Lesions and structural characteristics of the claws of dairy heifers in two management systems. Master's Thesis.

Vermunt, J.J. (1992). Vermunt J J. 1992. Subclinical laminitis in dairy cattle. *New Zeal Vet. J* 40, 133-138.

Villarroel, RA, Pino RD, Sánchez, AJ, García DG, Pinto R. (2006). Eficacia y eficiencia del uso de tilosina intramuscular en la terapéutica de las lesiones podales. *XVL* (5): 466

Vokey, F. J., Guard, C. L., Erb, H. N., & Galton, D. M. (2001). Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn. *J. Dairy Sci*, 84(12), 2686-2699.

Von Keyserlingk, M. A. G., Rushen, J., de Passillé, A. M., & Weary, D. M. (2009). Invited review: The welfare of dairy cattle—Key concepts and the role of science. *J. Dairy Sci*, 92(9), 4101-4111.

Wagner, A., Palmer, R. W., Bewley, J., & Jackson-Smith, D. B. (2001). Producer satisfaction, efficiency, and investment cost factors of different milking systems. *J. Dairy Sci*, 84(8), 1890-1898.

Wagner, W. C., & Oxenreider, S. L. (1972). Adrenal function in the cow. Diurnal changes and the effects of lactation and neurohypophyseal hormones. *Journal of animal science*, 34(4),

630-635.

Wagner-Storch, A. M., Palmer, R. W., & Kammel, D. W. (2003). Factors affecting stall use for different freestall bases. *J. Dairy Sci*, 86(6), 2253-2266.

Waltner, S.S., McNamara, J., Hillers, J. (1993). Relationships of Body Condition Score to Production Variables in High Producing Holstein Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 76, 3410-3419.

Ward, W. R., Hughes, J. W., Faull, W. B., Cripps, P. J., Sutherland, J. P., & Sutherst, J. E. (2002). Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Vet Rec*, 151(7), 199-206.

Warnick, L. D., Janssen, D., Guard, C. L., & Gröhn, Y. T. (2001). The effect of lameness on milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci*, 84(9), 1988-1997.

Wathes, C.M. & Charles, DR. (1994). *Livestock Housing*. CAB International Oxon , UK

Webb, N.G & Nilsson, C. (1983). Flooring and injury—an overview. En: *Farm Animal Housing and Welfare*. S. H. Baxter, M. R. Baxter and J.A.D. MacCormack, ed. Martinus Nijhoff, The Hague 226–259.

Wechsler, B., Schaub, J., Friedli, K., & Hauser, R. (2000). Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 69(3), 189-197.

Wellnitz, O., Brucmaier, R.M., Baldi, A., Stelwagen, K. (2001). Central and peripheral inhibition of milk ejection, *Livestock Production Science*, 70; 1-2, 135-140. EAAP publication N 1-2001; 41 Ref.

West, J. W., Mullinix, B. G., & Bernard, J. K. (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 86(1), 232-242.

Whay HR, Waterman AE & Webster AJF. (1997) Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. *Veterinary Journal* 154, 155-161

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., & Webster, A. J. F. (2003). Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of

farm records. *Vet Rec*, 153(7), 197-202.

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., & Webster, A. J. F. (2002, January). Farmer perception of lameness prevalence. In: proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants (pp. 355-358).

Whay, H. R., Webster, A. J. F., & Waterman-Pearson, A. E. (2005). Role of ketoprofen in the modulation of hyperalgesia associated with lameness in dairy cattle. *Vet Rec*, 157(23), 729-733.

Whitaker, D. A., Kelly, J. M., & Smith, E. J. (1983). Incidence of lameness in dairy cows. *The Vet Rec*, 113(3), 60-62.

Wierenga HK. (1983) . The influence of the space for walking and lying in a cubicle system on the behaviour of dairy cattle. En: *Farm Animal Housing and Welfare*. pp 171–180

Wierenga, H. K., & Hopster, H. (1990). The significance of cubicles for the behaviour of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* , 26(4), 309-337.

Wilks, D. L., Coppock, C. E., Lanham, J. K., Brooks, K. N., Baker, C. C., Bryson, W. L., ... & Stermer, R. A. (1990). Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures. *J. Dairy Sci*, 73(4), 1091-1099.

Wong, D.L., Tank, A.W. (2007). Stress-induced catecholaminergic function: Transcriptional and post-transcriptional control. *Stress*, 10, 121–130.

Yeates, J.W., Main, D.C.J. (2008). Assessment of positive welfare: a review. *The Veterinary Journal* 175, 293–300.

Yeruham, I., Friedman, S., Elad, D., & Perl, S. (2000). Association between milk production, somatic cell count and bacterial dermatoses in three dairy cattle herds. *Australian veterinary journal*, 78(4), 250-253.

Zdanowicz, M., Shelford, J. A., Tucker, C. B., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2004). Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *J. Dairy Sci*, 87(6), 1694-1701.

Zeeb K (1983). Locomotion and space structure in six cattle unites. En: *Farm Animal Housing and Welfare*. (Eds. S.H. Baxter, M.R. Baxter & J.A.D. MacCormack) Martinus Nijhoff Publishers,

Brussels-Luxembourg, pp. 129-136.

Zimmerman, A. (2001). Lameness in Dairy Cattle: Are Activity Levels, Hoof Lesions and Lameness correlated?. Thesis Master Science. University of British Columbia, Canada.

Zurbrigg, K., Kelton, D., Anderson, N., & Millman, S. (2005). Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms. *J. Dairy Sci*, 88(9), 3201-3210.

CAPÍTULO 9. CONFLICTO DE INTERESES

O Doutorando e os seus Directores non presentan ningún conflito de interese en relación cos contidos de este manuscrito nin con ningunha das investigacións levadas a cabo para poder realizar este proxecto de Tese Doutoral

En ningún dos artigos existe conflito de interese do Doutorando ou de ningún dos Coautores mencionados nos traballos.

CAPÍTULO 10. ANEXO



Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain

Sonia Verdes, Yolanda Trillo, Ana I. Peña, Pedro G. Herradón, Juan J. Becerra & Luis A. Quintela

To cite this article: Sonia Verdes, Yolanda Trillo, Ana I. Peña, Pedro G. Herradón, Juan J. Becerra & Luis A. Quintela (2020) Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain, Italian Journal of Animal Science, 19:1, 319-329, DOI: [10.1080/1828051X.2020.1743784](https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1743784)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1743784>



© 2020 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group.



Published online: 31 Mar 2020.



[Submit your article to this journal](#)



[View related articles](#)



[View Crossmark data](#)

PAPER



Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain

Sonia Verdes, Yolanda Trillo, Ana I. Peña, Pedro G. Herradón, Juan J. Becerra and Luis A. Quintela

Departamento de Patología Animal, University of Santiago de Compostela, Lugo, Spain

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effect of facility comfort level on animal-based welfare indicators as well as on productive and reproductive parameters of 187 dairy farms in the northwest of Spain. Fifty-eight facility-based parameters, which included both housing facilities and management parameters, were evaluated in each farm and used to classify the 187 farms in 5 groups (from 1: top farms to 5: worst farms). Animal-based welfare indicators and reproductive and productive parameters were compared among farm groups. Lameness score significantly differed ($p < .005$) in top farms (67% of cows having normal gait) versus groups 4 (55%) and 5 (53%). The proportion of cows with dirty lower legs and udder was lower ($p < .05$) in top farms (80% and 31%, respectively) than in groups 4 (92% and 51%) and 5 (95% and 56%). Other animal-based indicators were not different among farm groups. Heat detection rate was higher ($p < .001$) in top farms (56.5%) versus groups 4 (51%) and 5 (47%), and milk production/cow/day was also significantly higher ($p < .001$) in top farms (34.4 L) versus groups 3 (31.2 L), 4 (30.5 L) and 5 (27.4 L). Other reproductive or productive parameters were not different among farm groups. Facility-based measures were compared only between the top and worst farms. In top farms, most facility-based parameters met the welfare-related objectives, whereas in the worst farms only a few facility-based parameters met the welfare objectives.

HIGHLIGHTS

- Fifty-eight facility-based parameters, including housing measures and some management practices, were evaluated and scored in 187 dairy farms.
- Top-performing farms (i.e. with the best scores) had lower incidence of lameness and of cows with dirty legs and udder than poor-performing farms.
- Top-performing farms had higher rates of heat detection and higher milk production/cow/day than poor-performing farms.

ARTICLE HISTORY

Received 15 November 2019
Revised 7 February 2020
Accepted 11 March 2020

KEYWORDS

Dairy cattle; cow comfort;
body condition score;
hygiene score;
lameness score

Introduction

Animal welfare has become a topic of great interest to EU citizens, and legislation concerning animal welfare in modern livestock production is frequently revised. The livestock industries are not only sensitive to the welfare of farm animals, in part because poor welfare conditions are often associated with reduced productive performance of animals, but also because they need to project a welfare-friendly image of their products to be competitive (Hemsworth and Coleman 2011).

In Europe, public opinion perceives that, compared with laying hens or pigs, dairy cows are reared in fairly

good welfare conditions (European Commission 2005). Because the public opinion may be influential in determining legislative decisions on animal welfare standards, this may be the reason for the lack of specific regulations concerning animal welfare in dairy farms. Among all factors influencing animal welfare, perhaps the most evident is the quality and comfort ability of facilities, which may widely differ among the dairy farms in a region or a country.

Inadequate animal welfare conditions are known to cause chronic stress and numerous health issues in dairy farms (Abeni and Bertoni 2009), but objective and systematic assessment of animal welfare aspects, including comfort ability of facilities, is not routinely

CONTACT Dr Ana I. Peña  ana.pena@usc.es  Departamento de Patología Animal, University of Santiago de Compostela, Lugo, Spain

© 2020 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

done by veterinarians and therefore, insufficient or poor cow comfort may be overlooked.

Assessment of animal welfare conditions provides an opportunity to address ethical issues and also to improve the productive performance of dairy farms (Abeni and Bertoni 2009), as cow discomfort is known to hinder full development of the productive potential. Various different studies have demonstrated that some facility-related aspects, as well as management practices, may influence animal health, longevity and reproductive and productive performance (Cook and Reinemann 2007; Erina et al. 2008). Bach et al. (2008) found that milk production differed considerably among herds of similar genetic background and fed with the same ration. In the cited study, non-dietary factors (i.e. management practices) accounted for 56% of the variation in milk production not attributable to diet.

The dairy industry in developed countries is characterised by high production costs and a final product of low price, and farmers therefore operate with narrow profit margins. In this context, despite that a positive relationship between cow comfort and productivity has long been known, farmers are often reluctant to renovate existing facilities or to build new ones with larger stall dimensions (Grant and Miner 2015), unless they are convinced that the cost is financially worthwhile. As milk production is affected by many different variables, estimating the impact that improved facilities may have on farm productivity is a difficult task, and it may be the reason not to undertake reforms or improvements since the benefit that can be reported is not known.

In the present study, the level of cow comfort provided by facilities and some management practices was objectively assessed and quantified in a representative number of dairy farms located in the province of Lugo, which is the most important dairy province of Spain. Then, animal-based indicators of welfare and productive and reproductive performance were compared among farms with different degrees of cow comfort. Feeding practices and genetic background were uncontrolled factors, but they were similar for all the farms in the region. The global aim of the study was to determine if herd health and production differed among farms with better or worse facilities and/or management, and the magnitude of the difference. More concretely, the specific objectives of the study were:

1. To assess and score 58 facility-based parameters, which included both housing measurements and

evaluation of some management practices, in 187 dairy farms located in the province of Lugo.

2. To determine if the quality of facilities was related with: (i) animal-based measures of welfare (body condition score, lameness score, hock lesions and hygiene), (ii) reproductive performance (postpartum intervals, fertility, heat detection rate and cull rate), and (iii) productive parameters (somatic cell count, milk production and percentages of fat and protein in milk).

Materials and methods

Farms

The study involved 187 dairy farms in the province of Lugo (Galicia, northwest of Spain). A substantial proportion (19%) of the 844,000 dairy cows registered in Spain in 2015 was from farms in the province of Lugo.

Farms were recruited through the veterinary surgeons responsible for reproductive control on dairy farms in the region. Only free stall farms were included in the study, as tie stall farms usually have old facilities and are becoming increasingly less frequent in the study area. In most farms (160) cows were all year round indoors without access to pasture.

All farms had Holstein cows; no other breeds were present in any farm. The average number of lactating cows per farm was 55 (range: 10–240), and a total of 9228 lactating cows were evaluated. Average parity per farm was 2.5 ± 0.5 (range: 1.7–4.9).

All farms milked twice a day and all had conventional milking parlour. Feeding management was not evaluated in each farm, but all farms in the region tended to use the same type of raw materials to formulate rations, and all used mixer trucks. In general, rations were based on corn and grass silages supplemented with concentrates, which were adjusted depending on production.

Farms were visited once, by the same evaluator, for collection of the data specified below.

Data collection

Reproductive parameters

Reproductive data from the previous 12 months were obtained from the reproduction records kept by the veterinary surgeons attending each farm. The following parameters were considered: interval between calving and first artificial insemination (AI), conception rate at the first AI, interval between calving and conception, heat detection rate, average fertility and cull rate.

Productive parameters

The following milk production data were obtained from the Galician Dairy Control Programme records provided by veterinary surgeons: somatic cell count (SCC; mean value for the previous 12 months), milk production per cow and day (L/Cow/day) and percentages of fat and protein (mean values for the previous 12 months).

Facility-based measures

The facility-based measures considered are specified in Table 1. Facility-based parameters that complied with the welfare objective were scored 0 points, whereas those that did not comply with the welfare goals were scored 1 point. Distance measurements were done using a laser metre or, for small distances, a roll metric tape. Data collection in the different farm areas was done following always the same order.

Animal-based measures

Eighty to one hundred per cent of cows on each farm were evaluated for the parameters specified in Table 2. Animal-based measures were collected around the time of the first milking. At the start of the evaluation, all cows were restrained in headlocks. Each cow was first scored for body condition (BCS), hock injuries and hygiene, and then released and scored for lameness from an average distance of 3 metres. Each of these measurements was recorded once for each herd and all scores were done by the same evaluator.

Body condition score (BCS) was based on a scale of 1 to 5 with 0.25 point intervals (Ferguson et al. 1994). For each cow, BCS and days in milk (DIM) data were compared against the objectives proposed by PennState Extension (2017). The proportions of cows with normal, low or high BCS according to the objectives for DIM were determined for each farm.

Hygiene score was based on a scale of 1 to 4, as proposed by Cook (2002), where 1 represents the highest and 4 the lowest level of cleanliness. Cows were scored separately for leg, udder and flank hygiene. The proportion of cows with dirty legs, udder or flanks (i.e. scored 3 or 4 for any of the 3 measures) was calculated separately for each farm.

Hock injuries were recorded as present or absent, and different degrees of injury were not considered. Tarsal joints of each cow within the herd were evaluated. The percentage of cows with lesions (scratch, swelling, abrasion or trauma) in one or the two limbs was used for the analysis.

Lameness was scored as described by Sprecher et al. (1997) on a scale of 1 to 5, where healthy cows were awarded a score of 1 and severely lame cows were awarded a score of 5.

Statistical analysis

Regarding facility-based measures, farms were scored for each parameter specified in Table 1 and were awarded a score of 0 for compliance with the objective and a score of 1 for non-compliance with the objective. The sum of all scores awarded to each farm corresponded to the number of parameters that did not comply with the objective; and therefore, low scores represent high quality facilities. The total score awarded to farms was used to calculate quintiles and thus divide the farms into five groups (Table 3). Farms were divided in quintiles to try to satisfy two conditions: (1) to have a sufficient number of farms per group, and (2) that farms in group 1 (considered the top-performing farms) and those in group 5 (considered the poorest-performing farms) were as far each other as possible, so that differences could be detected. Animal-based measures and productive and reproductive parameters of farms in group 1 were compared with those of the other groups by means of ANOVA and Dunnet's *t* test. A Fisher's exact test was used to compare facility-based measures between the top-performing group and poorest-performing group of farms. ANOVA was also used to compare animal-based measures and productive and reproductive parameters between farms with or without outdoor run.

Results

For facility-based measures, the lowest score obtained was 6 out of 58 points and the highest score, 39 out of 58 points. The ranges of scores awarded to the five groups of farms, as well as the mean farm size, parity and percentage of farms with outside access per group, are shown in Table 3.

Comparison of animal-based measures and of measures of productivity and reproductive performance between the top-performing farms and the other groups of farms revealed significant differences in the following items: lameness score, leg and udder hygiene, heat detection rate and daily milk production per cow (Table 4). The proportion of cows with normal gait (scored 1) was higher in the top-performing group than in the other groups (67% relative to 55–54% in groups 4 and 5), as was the proportion of

Table 1. Objectives to be met (zero score) for the different facility-based parameters evaluated.

Area	Parameter	Score		References
		0	1	
Resting	Stocking density	≤100	>100	Fregonesi, Tucker, et al. (2007)
	Quarantine pen	Yes	No	Laurence (2014)
	Calving pen	Yes	No	Vasseur et al. (2010)
	Dry bedding	Yes	No	Fregonesi, Veira, et al. (2007)
	Level bed surface	Yes	No	Drissler et al. (2005)
	Bedding maintenance	≥2	<2	Drissler et al. (2005)
	Bedding materials	Sand/straw/mattress	Rubber/concrete	Tucker and Weary (2001)
	Calcium carbonate	Yes	No	Fregonesi, Veira, et al. (2007)
	Stall width	117–127 cm.	<117/>127 cm.	Cook and Nordlund (2005); Hulsén (2007); Córdoba et al. (2012)
	Brisket broad distance from curb	178–183 cm.	<178/>183 cm.	Cook and Nordlund (2005); Anderson (2007); Hulsén (2007)
	Brisket broad height	<15 cm.	15 cm.	Cook and Nordlund (2005); Hulsén (2007); Córdoba et al. (2012)
	Total stall length	>270 cm.	≤270 cm.	Anderson (2007); Hulsén (2007); Córdoba et al. (2012)
	Neck rail distance from curb	178–183 cm.	<178/>183 cm.	Cook and Nordlund (2005); Anderson (2007); Córdoba et al. (2012)
	Neck rail height	117–127 cm.	<117/>127 cm.	Cook and Nordlund (2005); Anderson (2007); Hulsén (2007); Córdoba et al. (2012)
Circulation	Curb height	15–20 cm.	<15/>20 cm.	Anderson (2007); Córdoba et al. (2012)
	Width crossovers	≥250 cm. without water troughs ≥420 cm. with water troughs	<250 cm. without water troughs <420 cm. with water troughs	Pereira et al. (2003)
	Width fed alley	≥420 cm	<420 cm.	Pereira et al. (2003)
	Width free stall alley	≥300 cm.	<300 cm.	Pereira et al. (2003)
	Striped surface	Yes	No	Juaristi et al. (2004); Telezhenko et al. (2007)
	Rubber floor	Yes	No	Telezhenko and Bergsten (2005); Telezhenko et al. (2007); Fjeldaas et al. (2011)
	Blind alleys	No	Yes	Juaristi et al. (2004); Mülling et al. (2006)
	Slippery floor	No	Yes	Juaristi et al. (2004); Telezhenko et al. (2007)
	Slatted floor	No	Yes	Telezhenko and Bergsten (2005); Fjeldaas et al. (2011)
	Slurry pit under barn	No	Yes	
	Accumulation of manure in the alley	No	Yes	Mülling et al. (2006)
Cows	Presence of ectoparasites	No	Yes	Hulsén (2007)
	Presence of flies	No	Yes	Juaristi et al. (2004); Hulsén (2007)
	Presence of cows with horns	≤1	>1	Fraser et al. (2013)
	Presence of cows with tail flight zone	Yes ≤75 cm.	No >75 cm.	Fraser et al. (2013)
	Stress for a scarce commodity	No	Yes	Juaristi et al. (2004)
	Cow crowding	No	Yes	Hulsén (2007)
	Preventive claw trimming	≥1/year	No	Hulsén (2007)
	Footbaths	Yes	No	Lagger (2007); Cook et al. (2016)
	Welfare objects	Yes	No	Lagger (2007); Cook et al. (2016)
	Hulsén (2007)			
Feeding	Feeding table smooth and clean	Yes	No	Hulsén (2007)
	Feeding table smooth and clean	Yes	No	Juaristi et al. (2004)
	Cleaning feeding table	≥1 /day	<1 /day	Juaristi et al. (2004)
	Continuous feed availability	Yes	No	Juaristi et al. (2004)
	Feeding table with shadow	Yes	No	Juaristi et al. (2004)
	Feeding table covered	Yes	No	Juaristi et al. (2004)
	Height from feeding table to cow foot	10–15 cm.	<10/>15 cm.	Juaristi et al. (2004)
	Anderson (2007); Hulsén (2007); Trillo et al. (2017)			
	Water analysis	Yes	No	Anderson (2007); Hulsén (2007); Trillo et al. (2017)
	Cleaning water troughs	≥1 /day	<1 /day	Juaristi et al. (2004)
	Water troughs design	Flip	Flip and fixed/Only fixed	Juaristi et al. (2004)
	Cm. of water troughs /cow	≥8 cm./cow	<8 cm./cow	Juaristi et al. (2004)
	Water troughs at the exit of the milking parlour	Yes	No	Trillo et al. (2017)
	Width of headlocks	≥60 cm.	<60 cm.	Juaristi et al. (2004)
Ventilation	Orientation	East-West	Other	Juaristi et al. (2004)
	Air movement on the face of the cow	Yes, slight	No/Yes, excessive	Juaristi et al. (2004)
	Condensation	No	Yes	Juaristi et al. (2004)
	Ceiling insulation	Yes	No	Juaristi et al. (2004)

(continued)

Table 1. Continued.

Area	Parameter	Score		References
		0	1	
	Sidewall height	≤4 m.	>4 m.	Juaristi et al. (2004)
	Lateral opening	Yes	No	Juaristi et al. (2004)
	Cow curtain	Yes	No	Juaristi et al. (2004)
	Height to ridge	≥6 m.	<6 m.	Juaristi et al. (2004)
	Forced ventilation systems	Yes	No	D'Emilio et al. (2017)
	Humidity	No	Yes	Juaristi et al. (2004)
	Spiderwebs (sign of poor ventilation)	No	Yes	

Table 2. Scores for animal-based welfare indicators.

Variable	Levels	Description	References
Body condition score	1	Severe under conditioning	Ferguson et al. (1994)
	2	Frame obvious	
	3	Frame and covering well balanced	
	4	Frame not as visible and covering	
	5	Severe over conditioning	
Lameness score	1	Stands and walks normally with a level back. Makes long confident strides.	Sprecher et al. (1997)
	2	Stands with flat back, but arches when walks. Gait is slightly abnormal.	
	3	Stands and walks with an arched back and short strides with one or more legs. Slight sinking of dewclaws in limb opposite to the affected limb may be evident.	
	4	Arched back standing and walking. Favouring one or more limbs but can still bear some weight on them. Sinking of the dewclaws is evident in the limb opposite to the affected limb.	
	5	Pronounced arching of back. Reluctant to move, with almost complete weight transfer off the affected limb.	
Hygiene score lower leg/udder/upper leg and flank	1	Clean, little or no evidence of manure	Cook (2002)
	2	Clean, only slight manure splashing	
	3	Dirty, distinct demarcated plaques of manure	
	4	Filthy, confluent plaques of manure	
Hock lesions	No	Absent	
	Yes	Hair loss, ulceration or swelling	

Table 3. Distribution (*N*, %), mean size (number of lactating cows), parity and proportion of farms with outside access, within the farm groups constructed in function of facility-based scores.

Farm groups (facility-based score)	<i>N</i>	%	Farm size (mean ± sd)	Parity (mean ± sd)	Farms with outside access <i>N</i> (%)*
Top-performing farms (<21)	61	32.6	60.9 ± 36.4	2.5 ± 0.3	5 (8.2)
Group 2 (21–22)	17	9.1	60.8 ± 41.0	2.5 ± 0.4	2 (11.8)
Group 3 (23–25)	43	23.0	66.7 ± 46.9	2.5 ± 0.5	4 (9.3)
Group 4 (26–29)	38	20.3	44.8 ± 22.5	2.5 ± 0.6	6 (15.8)
Poorest-performing farms (>29)	28	15.0	35.6 ± 12.7	2.7 ± 0.5	10 (35.7)
TOTAL	187	100	55.1 ± 36.3	2.5 ± 0.5	27 (14.4)

(%)*: percentage relative to the number of farms per group.

cows with dirty udders (31% relative to 49–56% in groups 3–5). The rate of heat detection was also higher in the top-performing group (56.5% relative to 51–47% in groups 4–5). Finally, the daily milk production per cow was higher in the top-performing group (34 relative to 31–27 L in groups 3–5).

When animal-based measures, as well as productivity and reproductive performance, were compared between farms with outdoor run (*n* = 27) and only-indoor farms (*n* = 160), significant differences were found in some parameters: the proportion of cows scored 2 for lameness was higher (*p* < .05) in farms with outdoor run (31.7 ± 17.4% vs. 26 ± 12.8%); percentages of cows with normal gait or with higher lameness scores did not differ.

Also proportions of cows with dirty legs and udder (94% and 57%, respectively) were higher (*p* < .05) in farms with outdoor run than in indoor farms (84% and 40%, respectively). However, somatic cell count in milk (191.2 ± 45.5 vs. 242.3 ± 91.6 × 10³ cells/mL) and culling rate (19.5 ± 10.3 vs. 24.4 ± 10.9%) were lower in farms with outside access than in indoor farms.

Regarding facility-based measures, the main differences between the top-performing (group 1) and poorest-performing (group 5) farms (Table 5) were associated with the type and maintenance of bedding, type of floor, dimensions and cleaning of alleys, care of cows, accessibility to water and food, and the farm environment. However, stall dimensions were not different in these two groups of farms, being inadequate in both.

Table 4. Animal-based welfare indicators, reproductive and productive measures (means $\pm$ sd) in the five groups of farms.

	Top-performing farms	Group 2	Group 3	Group 4	Poorest-performing farms	<i>p</i> Value
Body condition (%)						
Suitable	57.2 $\pm$ 13.0	60.9 $\pm$ 15.7	53.0 $\pm$ 13.8	53.6 $\pm$ 19.2	52.4 $\pm$ 12.9	.224
Low	34.6 $\pm$ 14.4	31.3 $\pm$ 17.1	40.6 $\pm$ 15.7	38.1 $\pm$ 19.0	40.1 $\pm$ 16.4	.173
High	8.2 $\pm$ 6.3	7.8 $\pm$ 12.1	6.4 $\pm$ 7.1	8.3 $\pm$ 9.2	7.4 $\pm$ 8.4	.835
Lameness score (%)						
1	66.6 $\pm$ 16.2	68.3 $\pm$ 13.4	64.8 $\pm$ 17.6	55.2 $\pm$ 15.8**	53.9 $\pm$ 19.5**	.001
2	23.3 $\pm$ 12.2	23.7 $\pm$ 12.0	24.9 $\pm$ 14.4	32.6 $\pm$ 13.0**	32.6 $\pm$ 14.4*	.002
3	6.4 $\pm$ 5.3	6.9 $\pm$ 5.2	7.1 $\pm$ 6.5	7.7 $\pm$ 6.6	9.6 $\pm$ 9.1	.314
4	3.0 $\pm$ 4.5	1.1 $\pm$ 1.5	2.6 $\pm$ 3.1	3.4 $\pm$ 4.4	3.5 $\pm$ 5.7	.330
5	0.7 $\pm$ 1.6	0.1 $\pm$ 0.2	0.8 $\pm$ 1.4	1.0 $\pm$ 2.7	0.3 $\pm$ 1.0	.338
Dirty cows (%)						
Lower leg	79.8 $\pm$ 25.6	83.7 $\pm$ 18.8	87.2 $\pm$ 18.6	91.9 $\pm$ 8.6*	95.4 $\pm$ 6.6*	.033
Udder	30.8 $\pm$ 23.9	35.1 $\pm$ 27.4	48.9 $\pm$ 28.3**	51.3 $\pm$ 28.3**	56.0 $\pm$ 20.3**	.001
Upper leg and flank	38.1 $\pm$ 30.2	28.2 $\pm$ 22.9	42.2 $\pm$ 25.9	39.6 $\pm$ 26.3	42.8 $\pm$ 26.3	.554
Hock lesions (%)	22.2 $\pm$ 21.7	21.2 $\pm$ 18.9	17.3 $\pm$ 24.1	23.1 $\pm$ 23.0	28.7 $\pm$ 25.8	.368
Reproductive measures						
Interval calving to first AI (d)	76.8 $\pm$ 11.3	84.3 $\pm$ 11.3*	81.4 $\pm$ 10.5	77.0 $\pm$ 10.3	82.5 $\pm$ 10.0	.018
Fertility in the first AI (%)	32.7 $\pm$ 8.7	33.9 $\pm$ 11.6	33.1 $\pm$ 10.9	32.7 $\pm$ 12.3	30.7 $\pm$ 11.9	.892
Interval calving to conception (d)	145.3 $\pm$ 23.5	149.4 $\pm$ 24.4	151.6 $\pm$ 22.5	150.0 $\pm$ 32.0	157.3 $\pm$ 38.5	.465
% Heat detection	56.5 $\pm$ 7.0	52.7 $\pm$ 8.9	53.1 $\pm$ 9.0	51.4 $\pm$ 9.2*	46.7 $\pm$ 8.5**	.000
Mean fertility (%)	32.7 $\pm$ 6.4	34.3 $\pm$ 8.4	34.7 $\pm$ 9.2	35.0 $\pm$ 9.7	35.6 $\pm$ 9.9	.575
Culling rate (%)	24.7 $\pm$ 9.6	21.4 $\pm$ 16.2	23.9 $\pm$ 9.3	25.3 $\pm$ 10.8	20.3 $\pm$ 11.7	.337
Productivity						
L/cow/day	34.4 $\pm$ 3.8	33.7 $\pm$ 5.6	31.2 $\pm$ 5.1**	30.5 $\pm$ 4.0**	27.4 $\pm$ 2.3**	.000
L/cow/day normalised 4% fat/3.3% protein	35.3 $\pm$ 4.3	34.9 $\pm$ 5.7	32.8 $\pm$ 5.6	31.1 $\pm$ 4.3**	28.1 $\pm$ 3.6**	.000
Somatic cells ($\times 10^3$ cells/mL)	217.1 $\pm$ 62.5	264.7 $\pm$ 119.3	225.2 $\pm$ 81.1	264.2 $\pm$ 110.9	244.9 $\pm$ 90.7	.114
% Fat	3.8 $\pm$ 0.8	3.8 $\pm$ 0.6	3.9 $\pm$ 0.5	3.7 $\pm$ 0.3	3.6 $\pm$ 0.9	.556
% Protein	3.3 $\pm$ 0.1	3.3 $\pm$ 0.1	3.3 $\pm$ 0.1	3.3 $\pm$ 0.1	3.3 $\pm$ 0.2	.997

* $p < .05$ and ** $p < .01$: for comparison with top-performing farms.

Discussion

The results of this study indicated a difference of 33 points, out of a possible 58, between the top-performing farm (scored 6 points) and the poorest-performing farm (scored 39 points). However, the distance between the two groups, top-performing (score: 6–20) and poorest-performing farms (score: 30–39) was shorter, which made it difficult to identify differences between the middle groups. This was the reason why facility-based parameters were only compared between the top-performing and the poorest-performing farms.

Hygiene

The proportions of cows with hygiene score >2 for legs, udder and flanks in all groups of farms included in the present study (Table 4) were higher than reported by Cook and Reinemann (2007) both for the 25% top-performing farms (47%, 11%, and 8% for legs, udder and flanks, respectively) and for the average-performing farms (59%, 19%, and 15%, for legs, udder and flanks, respectively). Although hygiene scores were far from optimal in any of the groups of farms in the present study, there were significant differences between top-performing farms and those in groups 3, 4 and 5. This was probably related to the

better quality of bedding materials and bedding maintenance, and with the better cleaning practices used on top-performing farms.

Clean resting areas and clean alleys contribute to cow cleanliness (Cook and Reinemann 2007) and lower incidence of hoof disease because humidity and dirtiness cause soft hoofs that are more likely to become damaged and infected (Mülling et al. 2006; Lager 2007). A high incidence of lameness will in turn contribute to poor bedding and cow hygiene, as lame cows tend to lie down more time than healthy ones (Ito et al. 2010).

Poor cow hygiene is known to be associated with a high incidence of mammary infections as manure and bedding materials are the main sources of *E. coli* and environmental *Streptococcus* (*S. uberis*, *S. dysgalactiae*, *Enterococcus spp*; Cook and Reinemann 2007). However, there were no differences in somatic cell counts between the groups of farms included in the present study, probably because there were high percentages of dirty cows in all farm groups. In farms with outdoor run, there were more cows with dirty legs and udder, however, somatic cell counts were lower than in indoor farms. Although there is not an obvious explanation for this, dirtiness of cows with outside access might be due to soil and mud more than to manure, that is considered the main contaminating source.

Table 5. Proportions (expressed as percentages) of the top-performing and poorest-performing farms that met the objectives established for the facility-based measures evaluated.

Area	Parameter	Top-performing farms (n = 61) %	Poorest-performing farms (n = 28) %	p Value
Resting	Stocking density	72.1	57.1	.124
	Quarantine pen	23.0	10.7	.141
	Calving pen	77.0	46.4	.005
	Dry bedding	90.2	42.9	.000
	Level bed surface	88.5	57.1	.001
	Bedding maintenance	95.1	53.6	.000
	Bedding materials	67.2	28.6	.001
	Calcium carbonate	70.5	35.7	.002
	Stall width	50.8	14.3	.001
	Brisket broad distance from curb	29.5	21.4	.299
	Brisket broad height	26.2	46.4	.051
	Total stall length	9.8	7.1	.512
	Neck rail distance from curb	8.2	14.3	.297
	Neck rail height	37.7	28.6	.276
	Curb height	24.6	10.7	.107
Alley	Width crossovers	9.8	25.0	.063
	Width fed alley	62.3	7.1	.000
	Width free stall alley	70.5	17.9	.000
	Striped surface	91.8	21.4	.000
	Rubber floor	8.2	0.0	.143
	Blind alleys	60.7	25.0	.002
	Slipping floor	95.1	28.6	.000
	Slatted floor	95.1	25.0	.000
	Slurry pit under barn	100.0	53.6	.000
	Manure accumulation in the alley	98.4	67.9	.000
	Presence of ectoparasites	78.7	64.3	.120
Cows	Presence of flies	95.1	89.3	.278
	Presence of cows with horns	44.3	21.4	.031
	Presence of cows with tail	93.4	78.6	.048
	Flight zone	95.1	82.1	.061
	Stress for a scarce commodity	95.1	57.1	.000
	Cow crowding	91.8	71.4	.016
	Preventive claw trimming	73.8	46.4	.012
	Footbaths	93.4	57.1	.000
	Welfare objects	52.5	78.6	.016
	Feeding table smooth and clean	45.9	3.6	.000
Feeding	Cleaning feeding table	100.0	96.4	.315
	Continuous feed availability	100.0	96.4	.315
	Feeding table with shadow	73.8	50.0	.026
	Feeding table covered	100.0	92.9	.097
	Height from feeding table to cow foot	50.8	28.6	.040
	Water analysis	93.4	92.9	.618
	Cleaning water troughs	50.8	7.1	.000
	Water troughs design	78.7	14.3	.000
	Cm. of water troughs /cow	73.8	57.1	.094
	Water troughs at the exit of the parlour	75.6	32.1	.003
	Width headlocks	82.0	60.7	.031
	Orientation	31.1	35.7	.423
	Air movement on the face of the cow	91.8	75.0	.038
	Condensation	98.4	50.0	.000
Ventilation	Ceiling insulation	21.3	0.0	.005
	Sidewall height	91.8	46.4	.000
	Lateral opening	95.1	39.3	.000
	Cow curtain	41.0	0.0	.000
	Height to ridge	98.4	71.4	.000
	Forced ventilation systems	31.1	7.1	.010
	Humidity	100.0	67.9	.000
	Spider webs	96.7	35.7	.000

Parameters and numbers shown in bold type indicate significant differences between the two farm groups.

Lameness scoring

According to Juaristi et al. (2004), dairy farmers should aim for lameness scores to be distributed as follows: >75% of cows with normal gait, <15% with slight lameness, <9% of cows moderately lame, <0.5% of cows scored lame and <0.5% severely lame. None of

the five groups of farms considered in this study complied with this objective (Table 4), indicating that lameness may be somewhat neglected by farmers in the region. Nonetheless, the proportion of cows scoring 1, 2 and 3 differed significantly between the top-performing group and groups 4 and 5. Such

differences may be related to the use of suitable material for bedding and floors, rigorous cleaning practices, adequate dimensions of alleys and preventive measures against hoof disease, all which were observed on most top-performing farms (Table 5).

For optimal hoof health, cows should be lying down for around 12 h daily to minimise hoof stress and the incidence of lameness (Mülling et al. 2006; Erina et al. 2008). Adequate stall dimensions (Mülling et al. 2006; Espejo and Endres 2007) and comfortable, clean and dry bedding (Mülling et al. 2006; Fregonesi, Veira, et al. 2007) are essential factors in this regard. Ninety percent of the farms included in this study showed some deficiencies in relation to stall dimensions, although the beds were cleaner and bedding materials of higher quality in the top-performing group of farms than in group 5. Moreover, although the difference was not significant, 25% of the top-performing farms and 40% of the farms in group 5 provided less than 1 stall per cow. Higher than 100% stocking density is known to be associated to reduced resting time and increased idle standing in alleys (Fregonesi, Tucker, et al. 2007; Hill et al. 2009; Krawczel et al. 2010), which will favour lameness. Lamé cows and heifers are the most affected by high stocking density as they are not competitive.

Another important aspect related to hoof disease is the type of floor and the cleanliness and dimensions of alleys (Mülling et al. 2006). In free stall farms, cows walk long distances (up to 1 km a day) to gain access to feeding tables, water troughs and the milking parlour (Fjeldaas et al. 2011). The type of floor, as well as the state of conservation and hygiene will determine the comfort provided, the abrasive capacity, level of humidity and degree of contamination. Seventy-four percent of the farms included in the present study had textured (striped or grooved) concrete floors, and only a few of the top-performing farms had rubber floors, which have been reported to be best for hoof health (Telezhenko et al. 2007), although it has also been suggested (Kremer et al. 2007) that the scarce abrasive effect of rubber may favour some claw diseases if claws are not cut frequently. Concrete floors tend to be more slippery (Mülling et al. 2006) unless textured, in which case they provide a rough, abrasive surface. However, the abrasive capacity of concrete floors should not be so high as to cause excessive wear of hoofs nor as low as to favour abnormal growth of claws and slipping (Mülling et al. 2006). Slatted floors tend to be less abrasive and slipperier than compact floors (Telezhenko and Bergsten 2005).

The slats can also become misaligned and difficult for cows to walk on.

Adequate cleaning of alleys is essential for hoof hygiene and to prevent cows slipping. Alley dimensions should be such that two cows walking in the opposite direction should not have to touch each other. Narrow or blind alleys, when existing dominant cows, may favour stressful situations and sudden avoidance movements causing hoof injuries (Mülling et al. 2006).

Most of the top-performing farms in the present study applied measures to prevent hoof diseases. These included regular claw trimming and installation of footbaths, which may partly account for group 1 having lower (i.e. better) lameness scores (Lagger 2007) than groups 4 and 5, in which such preventive measures were less frequently applied.

Farms with outdoor run were more frequent in groups 4 and 5 than in the other farm groups (Table 3). Having an external area for cows to walk around helps to maintain hoof health, as walking on meadows or yards would prevent excessive wear or growth of claws caused by concrete floors, and the prolonged exposure of hoofs to humidity and manure typical of indoor farms. However, in the present study, in some of the farms with outdoor access, cows were allowed to go outside for short periods of time daily or only in good weather, or sometimes yards were not properly drained. So, these handicaps added to poor facilities and/or poor management would account for outdoor run-farms not having better lameness scores than indoor farms.

Lameness is known to decrease dry matter intake and body condition (Bach et al. 2007) and to reduce reproductive performance and milk production (Huxley 2013), leading to important economic losses. According to Liang et al. (2017), the mean cost associated with each lame cow on a dairy farm is around 160 € for primiparous and 300 € for multiparous cows, including production and fertility losses and treatment costs.

Reproduction and milk production

The heat detection rate and milk production were significantly higher in the top-performing group of farms than in groups 4 and 5. This finding may be associated with the higher incidence of lameness in groups 4 and 5. Lamé cows feel pain and may move less than healthy cows, thus affecting dry matter intake and reducing the chance that heat symptoms will be detected. Lameness may therefore have a significant

impact on heat detection and milk production (Cha et al. 2010).

The difference in milk production between the top-performing and the poorest-performing farms was 7 L/cow present on farm/day. Differences in milk production may reflect differences in genetic and in feeding management. It is likely that larger farms with modern facilities and good management practices had also animals of higher genetic merit, but this could be highly variable among farms within groups, so in this study we cannot speculate about the influence of genetic on milk production. Although rations offered by the different farms were not evaluated, they probably did not differ too much since practically all farms recruited worked with a nutritionist. However, the feeding environment provided by top-performing farms was better than that in farms of group 5. Clean and dry feeding tables, continuous feed availability, and adequate space of manger and water trough per cow will favour optimal dry matter intake (Grant et al. 2010). Feeding tables that are unsuitable or of difficult access may lead to insufficient or imbalanced intake of food and water by cows, being the lame cows and heifers the most harmed as they cannot be competitive. Although not evaluated in this study, it is very likely that management practices known to increase dry matter intake and milk production, such as feeding for feed refusals or feed push up (Bach et al. 2008), were more frequent in the top-performing group of farms than in the poorest-performing group.

Other facility-related factors such as the level of comfort of stalls may also affect milk production, as cows may rest for shorter periods in uncomfortable stalls (Espejo and Endres 2007; Fregonesi, Veira, et al. 2007). During rest periods, blood flow to the mammary gland increases by 21.6%, which enhances milk production (Erina et al. 2008). As already mentioned, stocking density >100% is associated to shortened resting times and reduced milk production (Hill et al. 2009).

Inadequate ventilation systems may be ineffective in counteracting heat stress in summer, another factor known to affect milk production (Bernabucci et al. 2014; De Rensis et al. 2015). Heat stress is known to reduce the feeding, resting and rumination behaviours of cows, and thus, feeding intake and milk production (Tapki and Sahin 2006). Facilities designed to allow good ventilation and avoid humidity and condensation were present in most of the top-performing farms, but they were less frequent in the poorest-performing farms.

Conclusions

The present study showed that comfort and quality of facilities differed significantly among the dairy farms recruited for the study, but some defects were common to all farm groups. Most farms, either in the top-performing or in the other groups, had stalls with insufficient dimensions, and an important proportion of farms (25–40%) provided less than one stall per cow. Proportions of lame cows were high in all groups of farms, varying between 33% and 46%. Inadequate facilities and poor facility maintenance were associated with significantly higher incidence of lameness and with significantly poorer hygiene in legs and udder, with lower heat detection rate and lower milk production. The observed differences in productivity among farm groups, although not entirely due to facility-related aspects, should serve as incentive for farmers to undertake reforms and/or changes in management practices so that cow comfort could be significantly improved. On the other hand, lameness and cow hygiene measures can be used as rapid indicators of unsuitable facilities.

Acknowledgements

The authors thank the veterinary surgeons and farmers who participated in the study.

Ethical statement

The present study was carried out in accordance with European Union legislation (2010/63/EU) as transposed in Spanish law (RD53/2013).

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the author(s).

Funding

This study was partly supported by the Diputación Provincial de Lugo [Convenio 2015-CP011].

References

- Abeni F, Bertoni G. 2009. Main causes of poor welfare in intensively reared dairy cows. *Ital J Anim Sci.* 8 (sup1): 45–66.
- Anderson N. 2007. Free stall dimensions. INFO Sheet. Ontario: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs; p. 15.
- Bach A, Dinares M, Devant M, Carre X. 2007. Associations between lameness and production, feeding and milking

- attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *J Dairy Res.* 74(1):40–46.
- Bach A, Valls N, Solans A, Torrent T. 2008. Associations between non-dietary factors and dairy herd performance. *J Dairy Sci.* 91(8):3259–3267.
- Bernabucci U, Biffani S, Buggiotti L, Vitali A, Lacetera N, Nardone A. 2014. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci.* 97(1):471–486.
- Cha E, Hertl JA, Bar D, Gröhn YT. 2010. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Prev Vet Med.* 97(1):1–8.
- Cook NB. 2002. The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder health. Proceedings of the 35th Annual Convention of American Association Bovine Practitioners, September 26–28; Madison (WI): Frontier Printers Inc; p. 97–103.
- Cook NB, Nordlund KV. 2005. An update on dairy cow free-stall design. *Bov Pract.* 39:29–36.
- Cook NB, Reinemann DJ. 2007. A tool box for assessing cow, udder and teat hygiene. Proceedings of the 46th Annual Meeting of the National Mastitis Council, 21–24 January. San Antonio (TX): National Mastitis Council; [accessed 2017 May 26]. <http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkMachine/Cleaning/07%20NMC%20Hygiene%20Toolbox%5B1%5D.pdf>
- Cook NB, Hess JP, Foy MR, Bennett TB, Brotzman RL. 2016. Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. *J Dairy Sci.* 99(7):5879–5891.
- Córdoba JD, Castillo MP, Ormeño N, Acosta G, Tadich N. 2012. Descripción de los cubículos utilizados en granjas lecheras en el sur de Chile y su relación con el confort de las vacas. *Arch Med Vet.* 44(1):75–80.
- D'Emilio A, Porto SM, Cascone G, Bella M, Gulino M. 2017. Mitigating heat stress of dairy cows bred in a free-stall barn by sprinkler systems coupled with forced ventilation. *J Agric Eng.* 48(4):190–195.
- De Rensis F, Garcia-Ispuerto I, López-Gatius F. 2015. Seasonal heat stress: clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology.* 84(5): 659–666.
- Drissler M, Gaworski M, Tucker CB, Weary DM. 2005. Free-stall maintenance: effects on lying behavior of dairy cattle. *J Dairy Sci.* 88(7):2381–2387.
- Erina S, Stanciu G, Csiszter LT, Acatincăi S, Tripon I, Baul S, Gavojdian D. 2008. Study on the resting behavior in Romanian Black and White primiparous cows. *Sci Pap Anim Sci Biotechnol.* 41:398–402.
- Espejo LA, Endres MI. 2007. Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns. *J Dairy Sci.* 90(1):306–314.
- European Commission. 2005. Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals. Special Eurobarometer. Brussels: European Commission 229; p. 14–17.
- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J Dairy Sci.* 77(9):2695–2703.
- Fjeldaas T, Sogstad ÅM, Østerås O. 2011. Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in free-stalls with slatted concrete, solid concrete or solid rubber flooring in the alleys. *J Dairy Sci.* 94(3):1243–1255.
- Fraser D, Duncan IJ, Edwards SA, Grandin T, Gregory NG, Guyonnet V, Hemsworth PH, Huertas SM, Huzzey JM, Mellor DJ, Mench JA, et al. 2013. General principles for the welfare of animals in production systems: the underlying science and its application. *Vet J.* 198(1):19–27.
- Fregonesi JA, Tucker CB, Weary DM. 2007. Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J Dairy Sci.* 90(7): 3349–3354.
- Fregonesi JA, Veira DM, Von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2007. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *J Dairy Sci.* 90(12):5468–5472.
- Grant RJ, Tylutki T, Krawczel P. 2010. Modeling the influence of management on dry matter intake in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 84(E-suppl.1):468.
- Grant R, Miner WH. 2015. Economic benefits of improved cow comfort. St. Charles (MO): Novus International.
- Hemsworth PH, Coleman GJ. 2011. Farm animal welfare: assessment, issues and implications. In: Paul H. Hemsworth and Grahame J. Coleman (Eds.), *Human-live-stock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals*. 2nd ed. Oxford shire, UK: CAB International; p. 21–46.
- Hill CT, Krawczel PD, Dann HM, Ballard CS, Hovey RC, Falls WA, Grant RJ. 2009. Effect of stocking density on the short-term behavioural responses of dairy cows. *Appl Anim Behav Sci.* 117(3–4):144–149.
- Hulsen J. 2007. Cow signals (el lenguaje de las vacas). 1st ed. Madrid, Spain: Ediciones Técnicas Reunidas SL; p. 96.
- Huxley JN. 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livest Sci.* 156(1–3):64–70.
- Ito K, Von Keyserlingk MAG, LeBlanc SJ, Weary DM. 2010. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *J Dairy Sci.* 93(8):3553–3560.
- Juaristi JL, Bach A, Rodríguez P. 2004. Cuadernos de campo: cow comfort. Zaragoza, España: Laboratorios Merial; p. 221.
- Krawczel PD, Klaiber LB, Butzler RE, Klaiber LM, Mooney CS, Dann HM, Grant RJ. 2010. Short-term overcrowding affects the lying and social behaviour of lactating Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 93(E-suppl.1):789.
- Kremer PV, Nueske S, Scholz AM, Foerster M. 2007. Comparison of claw health and milk yield in dairy cows on elastic or concrete flooring. *J Dairy Sci.* 90(10):4603–4611.
- Lagger J. 2007. Estrategias de bienestar animal para prevenir lesiones podales en vacas lecheras. *Veterinaria Argentina.* 24:588–602.
- Laurence M. 2014. 13 Biosecurity and beef cattle health, husbandry and welfare. In: David Cottle and Lewis Kahn (Eds.), *Beef Cattle Production and Trade*. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing; p. 251–289.
- Liang D, Arnold LM, Stowe CJ, Harmon RJ, Bewley JM. 2017. Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *J Dairy Sci.* 100(2):1472–1486.
- Mülling CK, Green L, Barker Z, Scaife J, Amory J, Speijers M. 2006. Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. Proceedings of the 24th World Buiatrics Congress, 15–19 October. World Association for Buiatrics: Nice, France; p. 531–543.
- PennState Extension. 2017. Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management: dairy. [accessed 2017 May 25]. <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/body-condition-scoring/body-condition-scoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>.

- Pereira JM, Barrasa M, González JJ. 2003. Parametrización dimensional de alojamientos de ganado vacuno lechero. Proceedings of the VII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, October 8-10, 2003, Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra; p. 1431–1440.
- Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*. 47(6):1179–1187.
- Tapki I, Sahin A. 2006. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Appl Anim Behav Sci*. 99:1–11.
- Telezhenko E, Bergsten C. 2005. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Appl Anim Behav Sci*. 93(3–4):183–197.
- Telezhenko E, Lidfors L, Bergsten C. 2007. Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. *J Dairy Sci*. 90(8):3716–3724.
- Trillo Y, Quintela LA, Barrio M, Becerra JJ, Vigo M, Peña AI, Herradón PG. 2017. Description of measurable parameters related to animal welfare in free-stall and tie-stall farms in Northwestern Spain. *Arch Zootec*. 66(254): 203–213.
- Tucker CB, Weary DM. 2001. Stall design: enhancing cow comfort. *Adv Dairy Technol*. 13:155–168.
- Vasseur E, Borderas F, Cue RI, Lefebvre D, Pellerin D, Rushen J, Wade KM, de Passillé AM. 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J Dairy Sci*. 93(3):1307–1316.

Research Article

Cite this article: Verdes S, Yáñez U, Trillo Y, Herradón PG, Peña AI, Becerra JJ and Quintela LA. Housing assessment in farms in the Northwest of Spain: main facility weaknesses and strengths. *Journal of Dairy Research* <https://doi.org/10.1017/S0022029922000309>

Received: 15 September 2021

Revised: 4 February 2022

Accepted: 7 February 2022

Keywords:

Animal welfare; cow comfort; dairy cattle; herd performance; infrastructure

Author for correspondence:

Luis A. Quintela,

Email: luisangel.quintela@usc.es

Housing assessment in farms in the Northwest of Spain: main facility weaknesses and strengths

Sonia Verdes, Uxía Yáñez, Yolanda Trillo, Pedro G. Herradón, Ana I. Peña, Juan J. Becerra and Luis A. Quintela

Unit of Reproduction and Obstetrics, Dept. of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain

Abstract

The aim of this research communication was to examine and report the current situation of dairy farms in the province of Lugo (Galicia, Spain) regarding facility problems. We assessed the facilities of 168 free-stall dairy farms, housing in total 9228 Holstein cows in milk. Housing factors related to the resting area, circulation area, feeding area, ventilation area and milking area, as well as animal-handling features, were evaluated. Distance measurements were performed using a laser metre or a roll metric tape. A survey was conducted to gather information about cleaning and preventive protocols. Our results showed that most farms do not comply with the objective for cubicle measurements, width of the crossovers, type of flooring and presence of a quarantine pen, which may have a negative impact on the health and productivity of the animals. Therefore, to maximise the profits of the farm, the recommendations given in this study may be useful as a guide when building a new farm or remodelling the existing ones.

Dairy cattle welfare has become an important issue, as it is directly correlated with the production of the cows and, consequently, with the profitability of the farms (Verdes *et al.*, 2020). Due to the current situation of high production costs and low price per litre of milk, animal welfare may make the difference between making profits or not. If a cow does not achieve an adequate state of welfare, it will not develop its full productive potential.

In the literature, numerous references can be found regarding how different aspects of dairy farm facilities and their use influence the health, longevity, reproductive performance, and production of the animals (Molina *et al.*, 2019; Verdes *et al.*, 2020; Bugueiro *et al.*, 2021). Therefore, if we want to improve animal welfare in our farms, one important issue to consider is the way our facilities are built and how the herd is handled.

Although it might be expected that old facilities do not comply with the needed standards to achieve proper animal welfare, it is surprising to see how many recently built farms do not do so either. In this context, being aware of the main housing mistakes within a certain region may be an important advantage when designing and building new farms or remodelling the already existing ones.

Given this circumstance, the aim of this research was to examine and report the current situation of dairy farms in the province of Lugo (Galicia, Spain) regarding facility weaknesses and strengths, so this study may be useful as a guide to rectify or avoid mistakes in order to achieve proper animal welfare and, consequently, improve the performance of the herd.

Materials and methods

Farms

From January to December 2015, herd welfare was evaluated in 168 dairy farms located in the Northwest of Spain (province of Lugo, Galicia). This province has the largest population census of dairy cattle in Spain. Out of the 844000 dairy cows that were registered in the census in 2015 in Spain, 360000 (43%) were from Galicia, and 161000 (19%) were from the province of Lugo. Additionally, out of the 6799 thousand tons of milk produced during that year in Spain, 2722 (40%) were produced in Galicia (MAPA, 2015a, 2015b).

Farms were selected within the collaborator veterinarians' client list. These veterinarians were responsible for the reproductive control on dairy farms in the region. We aimed to involve as many farms as possible within the areas where the density of farms was higher. Only free-stall farms were included. Although there still are tie-stall farms, these are usually old, and the tendency is for them to disappear. All animals included in this study were Holstein breed. The total number of cows in milk was 9228, with a mean number of cows in milk per farm of 55 (10–240).

© The Author(s), 2022. Published by Cambridge University Press on behalf of Hannah Dairy Research Foundation. This is an Open Access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is unaltered and is properly cited. The written permission of Cambridge University Press must be obtained for commercial re-use or in order to create a derivative work.



CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

Data collected

All farms were visited once by the same evaluator, and all data were collected always following the same order (see online Supplementary Table 1). The facility-based factors regarding resting area, circulation area, feeding area, ventilation area and milking area, as well as animal-handling features, were evaluated as previously described by Juaristi *et al.* (2004) and Verdes *et al.* (2020) (see online Supplementary Table 2). Distance measurements were performed using a laser metre or a roll metric tape. A survey was conducted to gather information about the milking, the herd, the frequency of cleaning and the performance of hoof trimming.

Statistical analysis

To analyse the data, factors that complied with the welfare objective were scored 0 and those that did not comply were scored 1. The percentage of farms that complied with the objective was calculated for each factor. Then, factors were ordered according to this percentage, and quartiles were calculated. Those factors included between 0% and 25% (1st quartile) were classified as the main weaknesses, whereas those included between 75% and 100% (4th quartile) were characterised as the main strengths of the farms in the region of study. All data were analysed using SPSS version 20.0 for Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Results

Factors included in the 1st and 4th quartile are shown in Table 1. The factors with the least percentage of farms that comply with the objective were cubicle measurements, including total length (5.7%), brisket broad distance from curb (24.9%), neck rail distance from curb (5.7%), and curb height (15.5%); the width of the crossovers (16.6%) and the placing of rubber flooring (4.1%). Also included in this weakness category were the stripped surface or placing of rubber flooring over the waiting area of the milking parlour (7.9%), and the presence of a quarantine pen (13.5%).

On the contrary, among the main strengths we found: the bedding, focusing on dry bedding (76.6%), level bed surface (80.3%) and the frequency of bedding maintenance ≥ 2 times per day (80.8%); the alley maintenance, regarding slippery floor (76.6%), accumulation of manure in the alley (87.6%), and presence of slurry pit under the barn (89.1%); the animal handling, referring to cow crowding (77.2%), footbaths (80.3%), stress for a scarce commodity (82.9%), presence of cows with tail (87.6%), flight zone (89.6%), and presence of biting flies (95.3%). Also in this strength category were several factors related to the feeding area, including width of headlocks (82.9%), water analysis (86%), cleaning feeding fence (98.4%), continuous feeding availability (99%) and covered feeding table (99%), as well as the maintenance of an accurate environment, concerning spiderwebs (80.8%), lateral opening (81.3%), sidewall height (82.4%), height to ridge (86%), condensation (87.6%), air movement on the face of the cow (89.6%) and excessive humidity (93.8%).

Discussion

Overall, the results of this study showed that, although most farms in Lugo province have an accurate performance regarding the maintenance of facilities and animal handling, there still are

Table 1. Proportions of the main housing weaknesses and strengths (expressed as percentages) observed in farms in the Northwest of Spain

Variable	% of farms that comply
Main weaknesses	
Rubber floor ^a	4.1
Total stall length ^b	5.7
Neck rail distance from curb ^b	5.7
Stripped/rubber flooring over waiting area ^c	7.9
Ceiling insulation ^d	10.4
Quarantine pen ^b	13.5
Curb height ^b	15.5
Width crossovers ^a	16.6
Brisket broad distance from curb ^b	24.9
Main strengths	
Slippery floor ^a	76.2
Dry bedding ^b	76.7
Cow crowding ^e	77.2
Level bed surface ^b	80.3
Footbaths ^e	80.3
Bedding maintenance ^b	80.8
Spiderwebs ^d	80.8
Lateral opening ^d	81.3
Sidewall height ^d	82.4
Stress for a scarce commodity ^e	82.9
Width of headlocks ^f	82.9
Water analysis ^f	86
Height to ridge ^d	86
Accumulation of manure in the alley ^a	87.6
Presence of cows with tail ^e	87.6
Condensation ^d	87.6
Slurry pit under barn ^a	89.1
Flight zone ^e	89.6
Air movement on the face of the cow ^d	89.6
Humidity ^d	93.8
Presence of biting flies ^e	95.3
Cleaning feeding fence ^f	98.4
Continuous feed availability ^f	99
Feeding fence covered ^f	99

^aCirculation area.

^bResting area.

^cMilking area.

^dVentilation area.

^eCow area.

^fFeeding area.

several aspects to improve concerning housing measurements and materials, even in recently built farms.

Among the main weaknesses observed, it should be noted that cubicles were small, which can affect the resting time of the

animals. Consequently, cows may lay less frequently, or may do so in other places besides the cubicles, including crossovers and alleys (Cook and Nordlund, 2004). This has a negative impact on cattle hygiene. The presence of dirt over the udder and hind-quarters due to laying out of the cubicle is a risk factor that favours the appearance of mastitis (de Pinho *et al.*, 2012) and affects hygienic milk production and thermoregulation (Bugueiro *et al.*, 2018). Moreover, Molina *et al.* (2019) reported a correlation between less clean animals and lower milk production. Additionally, according to Grant (2004), cows need to lie down for about 12–14 h a day; during this period, not only are the dry-matter intake and blood flow to the mammary gland favoured, but it also gives time for the hooves to rest (Calamari *et al.*, 2009). A substandard laying period would diminish feed intake, milk production and would promote the occurrence of lameness and hoof lesions (Tucker *et al.*, 2021).

Most crossovers did not allow the simultaneous passage of two animals. In this regard, it is important to remark that there is a dominance relationship between animals in a herd, and some aggressive interactions increase when space constraints are imposed (Fregonesi *et al.*, 2007). As a consequence, subordinate cows may be bullied and inhibited from accessing a certain resource (such as the feeding fence, cubicles, or mechanical brush), acquiring a submissive or avoidance behaviour, and getting their movements blocked by dominant cows in their paths (Cook and Nordlund, 2004).

Another facility drawback in most farms was the absence of rubber flooring or stripped surface over the waiting area of the milking parlour and the alleys and crossovers. The use of rubber flooring has been extensively documented in the literature. In this regard, Boyle *et al.*, (2007) suggested that cows prefer to stand on comfortable surfaces, but they did not find a beneficial effect of rubber flooring on either hoof health or oestrus expression and reproductive performance. However, other researchers stated that cows on rubber flooring show an earlier onset of regular oestrus behaviour, resulting in an earlier pregnancy and a shorter calving interval, but it has no effect on milk yield (Kremer *et al.*, 2012). Concerning hoof health, Oehme *et al.* (2019) reported a reduction in mechanical load while standing and walking on rubber flooring in comparison with concrete, which might reduce mechanically induced hoof lesions. Moreover, Telezhenko *et al.* (2017) assessed the slip resistance of different types of solid flooring in cattle facilities; they concluded that the risk of slipping is reduced when the cow walked on a surface with better compressibility, such as rubber mats, where the claws could sink deep enough, providing significantly better gait.

In order to achieve proper biosecurity, farms need a biosecurity plan that considers all the risks and includes strategies to manage disease (Dargatz *et al.*, 2002). Among these strategies, the introduction of new animals should be carefully considered, as they might carry diseases either from the farm of origin or acquired at the market or during transit (Laurence, 2014). Consequently, not only a separation of time, but also a physical separation is needed to prevent spread of pathogens. Therefore, a period of quarantine and a quarantine pen are highly recommended to allow the number of pathogens to decline (Laurence, 2014). Nevertheless, few farms in the province of Lugo have a quarantine pen, which may negatively influence the welfare of the cows already in the herd regarding their health status. It has been reported by Bugueiro *et al.* (2018) that management of diseases is a warning aspect to take into consideration in farms from Galicia, encouraging farmers to include new health-control plans to provide better prevention of pathologies.

Our results are different from those obtained by Molina *et al.* (2019), who reported ‘excellent’ and ‘enhance’ scores (according to Welfare Quality® protocol) regarding housing assessment in farms in southern Spain. This may be explained by the different protocols used to evaluate housing factors, as they did not consider cubicle measurements or type of flooring. On the contrary, Bertocchi *et al.* (2018) claimed that the presence of cubicles with wrong dimensions or design was one of the main housing hazards in Italian farms, as well as the type of floor in walking areas.

In most farms, appropriate maintenance of facilities was observed. More than 75% of the farms in this study kept the bed surface dry and levelled, and cleaned the cubicles with sufficient frequency. In addition, food and water supply were proper in almost all farms regarding water analysis, cleaning and cover of the feeding store as well as feed availability. Moreover, an accurate environment was noticed in most farms as far as infrastructure, alley maintenance, presence of biting flies and location of the slurry pit are concerned. As discussed above, hygiene is a key aspect of successful herds, as it affects the health of the cows and their milk yield (de Pinho *et al.*, 2012; Bugueiro *et al.*, 2018; Molina *et al.*, 2019). Furthermore, not only are their productive capacity and health affected by hygiene, but also by an adequate supply of basic needs such as feeding and drinking (Bugueiro *et al.*, 2021). Finally, it should be noted that most farms complied with proper animal handling, including cow crowding, foot baths, stress, flight zone, and presence of cows with a tail. On this subject, Bova *et al.* (2014) claimed that certain management practices such as handling and housing conditions may act as major stressors, as they can severely affect the health and production of the cows.

In conclusion, cubicle and crossovers measurements, flooring materials and the absence of a quarantine pen are the main facility weaknesses observed in dairy farms in the province of Lugo. The design of the facilities should be carefully considered, as it is directly associated with the health and productivity of the cows. Therefore, to maximise both these factors and, consequently, the profits of the farm, the recommendations given in this study may be useful as a guide when building a new farm or remodelling the already existing ones.

Supplementary material. The supplementary material for this article can be found at <https://doi.org/10.1017/S0022029922000309>

Acknowledgements. This study was partially supported by Diputación Provincial de Lugo (Convenio 2015-CP011). Uxía Yáñez Ramil holds a pre-doctoral contract (Ref. 2020/122) from the Xunta de Galicia. The authors wish to thank the veterinarians and farmers for their uninterested collaboration.

References

- Bertocchi L, Fusi F, Angelucci A, Bolzoni L, Pongolini S, Strano RM, Ginestreti J, Riuzzi G, Moroni P and Lorenzi V (2018) Characterization of hazards, welfare promoters and animal-based measures for the welfare assessment of dairy cows: elicitation of expert opinion. *Preventive Veterinary Medicine* **150**, 8–18.
- Bova TL, Chiavaccini L, Cline GF, Hart CG, Matheny K, Muth AM, Voelz B, Kesler D and Memili E (2014) Environmental stressors influencing hormones and systems physiology in cattle. *Reproductive Biology and Endocrinology* **12**, 58.
- Boyle LA, Mee JF and Kiernan PJ (2007) The effect of rubber vs. concrete passageways in cubicle housing on claw health and reproduction of pluriparous dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* **106**, 1–12.

- Bugueiro A, Diéguez FJ and Pedreira J** (2018) Study on the major welfare problems of dairy cows from the Galicia region (NW Spain). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* **6**, 84–89.
- Bugueiro A, Fouz R and Diéguez FJ** (2021) Associations between on-farm welfare, milk production and reproductive performance in dairy herds in northwestern Spain. *Journal of Applied Animal Welfare Science* **24**, 29–38.
- Calamari L, Calegari F and Stefanini L** (2009) Effect of different free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* **120**, 9–17.
- Cook NB and Nordlund KV** (2004) Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. *Veterinary Clinics Food Animal Practice* **20**, 495–520.
- Dargatz DA, Garry FB and Traub-Dargatz JL** (2002) An introduction to biosecurity of cattle operations. *The Veterinary Clinics Food Animal Practice* **18**, 1–5.
- De Pinho M, Borin D, Yoshida P, Zampolli M, Donizete B and Langoni H** (2012) Relationships between teat-end condition, udder cleanliness and bovine subclinical mastitis. *Research in Veterinary Science* **93**, 430–434.
- Fregonesi JA, Tucker CB and Weary DM** (2007) Overstocking reduces lying time in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **90**, 3349–3354.
- Grant RJ** (2004) Incorporating dairy cow behaviour into management tools. Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 19–21.10.2004. Ithaca, New York (USA), pp. 65–96.
- Juaristi JL, Bach A and Rodríguez P** (2004) *Cuadernos de Campo: Cow Comfort [Field Notebooks: Cow Comfort]*. Zaragoza, Spain: Laboratorios Merial, p. 221.
- Kremer PV, Scholz AM, Nüske S and Föster M** (2012) Do mats matter? – comparison of fertility traits and milk yield in dairy cows on rubber or concrete flooring. *Archiv für Tierzucht* **55**, 438–449.
- Laurence M** (2014) 13 Biosecurity and beef cattle health, husbandry and welfare. In Cottle D and Kahn L (eds), *Beef Cattle Production and Trade*. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, pp. 251–289.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)** (2015a) Encuestas de efectivos de ganado bovino [Surveys of cattle numbers]. Available at https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/informe-bovino2015_tcm30-423113.pdf [21/07/2021].
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)** (2015b) Cuadros de producciones de leche de vaca en las explotaciones desglosadas por CCAA [Tables on the production of cow milk in farms, classified by autonomous community]. Available at https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cuadroiccuadrosdeproducciondelechedevacaenlasexplotacionesdesglosadasporccaa_tcm30-103606.pdf [21/07/2021].
- Molina L, Agüera E, Maroto-Molina F and Pérez-Marín CC** (2019) Assessment of on-farm welfare for dairy cattle in southern Spain and its effects on reproductive parameters. *Journal of Dairy Research* **86**, 165–170.
- Oehme B, Grund S, Munzel J and Mülling CKW** (2019) Kinetic effect of different ground conditions on the sole of the claws of standing and walking dairy cows. *Journal of Dairy Science* **102**, 10119–10128.
- Telezhenko E, Magnusson M and Bergsten C** (2017) Gait of dairy cows on floors with different slipperiness. *Journal of Dairy Science* **100**, 1–10.
- Tucker CB, Jensen MB, de Passillé AM, Hänninen L and Rushen J** (2021) Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of Dairy Science* **104**, 20–46.
- Verdes S, Trillo Y, Peña AI, Herradón PG, Becerra JJ and Quintela LA** (2020) Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain. *Italian Journal of Animal Science* **19**, 319–329.



O obxectivo deste estudo foi avaliar o benestar animal e o seu impacto na produción e na reprodución nas granxas de vacas leiteiras na provincia de Lugo, identificando as súas fortalezas e debilidades para establecer pautas de mellora para incrementar a rendibilidade das explotacións. A conclusión é que a maioría das granxas avaliadas teñen un bo manexo dos animais e bo mantemento das instalacións, aínda que estas amosan certas deficiencias de deseño. As granxas que presentaron maiores deficiencias tamén tiveron peores puntuacións de hixiene, unha menor taxa de detección de celo e unha produción de leite inferior. A prevalencia de coxeiras foi moi elevada, sendo os principais factores de risco a existencia de pisos esvaradíos, unha distancia de retirada inferior a 75 cm e a presenza de lesións nos pezuños.