



Universitat de Lleida

Bienestar en vacuno de leche: influencia de factores ambientales y del entorno en el comportamiento del animal y en su productividad en explotaciones de Cataluña

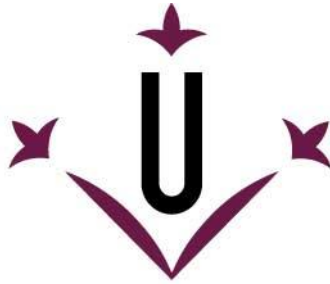
Cesáreo García Pérez

<http://hdl.handle.net/10803/690698>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



Universitat de Lleida

TESIS DOCTORAL

**BIENESTAR EN VACUNO DE LECHE:
INFLUENCIA DE FACTORES
AMBIENTALES Y DEL ENTORNO EN EL
COMPORTAMIENTO DEL ANIMAL Y EN
SU PRODUCTIVIDAD EN
EXPLOTACIONES DE CATALUÑA.**

Cesáreo García Pérez

Memoria presentada para optar al grado de Doctor por la Universitat de
Lleida

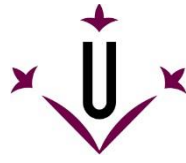
Programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología Agraria y Alimentaria

Directores

Daniel Villalba Mata

Isabel Blanco Penedo

2023



Daniel Villalba Mata, Doctor Ingeniero Agrónomo e Isabel Blanco Penedo, Doctora en Veterinaria, ambos Profesores Titulares del Departamento de Ciència Animal de la Universitat de Lleida

CERTIFICAN:

Que la presente memoria titulada “BIENESTAR EN VACUNO DE LECHE: INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES Y DEL ENTORNO Y SU PRODUCTIVIDAD EN EXPLOTACIONES DE CATALUÑA”, elaborada por CESÁREO GARCÍA PÉREZ, ha sido realizada bajo su dirección y reúne las condiciones exigidas para optar al Grado de Doctor, por lo que consideran procede su presentación.

Lleida, 20 de octubre 2023

Los directores de Tesis,

Fdo. Daniel Villalba Mata

Fdo. Isabel Blanco Penedo

“Sin embargo, fui ciego y sordo hasta el momento en que tuve una iluminación como antaño, durante mi infancia, cuando las imágenes, las palabras y las letras cobraron vida para mí. Un día mis ojos se abrieron, me desperté como de un sueño y con el espíritu desbordante de alegría me pregunté: “¿Por qué?” Porque la temida clave de todo verdadero saber es la pregunta: “¿Por qué?” Esta palabra es más fuerte que la caña de Thoth y más poderosa que las inscripciones grabadas sobre la piedra.

Sinuhé el egipcio

Agradecimientos:

Aún recuerdo siendo niño, en la periferia de mi Huelva natal y más concretamente en el barrio de El Conquero, rodeado de campo. Aquellos enormes cuadrúpedos que avanzaban y se extendían lentamente como mancha de aceite, por aquel magnífico rincón de juego, lleno de maleza y vegetación. El olor de Enrique el vaquero, se adivinaba 15 minutos antes de su llegada en pollino, como si de un tal Sancho se tratase, se desplazaba errático como si hubiera perdido a su amo y voceaba a sus animales, a cada uno de ellos por su nombre. Me estremecía escuchar cómo pastaban y engullían tan magníficos animales, que completaban su dieta con los restos de las bolsas de basuras amontonadas en la calle. El piso de mis padres se situaba en la calle Córdoba y como de una premonición se tratase, fue en esta ciudad donde comencé mis estudios en Veterinaria y los terminé. Mi madre siempre me dijo que hay dos formas de pasar por la Universidad, con el simple paso por ella, como cualquier trámite, o que sea ella la que pase por tu vida. Y aquí estamos, procurando que quede su impronta. Pasó el tiempo hasta que apareciste tú, Chapu y la veterinaria del renacimiento. Cómo echo de menos la discusión y el vino. Bueno, el vino procuro tenerlo siempre, al menos tener este consuelo tras tu marcha.

Mamá aquí está mi promesa, mi deuda contigo. Tu hijo que te admira y lucha cada día por parecerse a ti, ha cumplido. El camino ha sido largo y tortuoso, pero ya ha terminado, espero que con orgullo para ti. Ahora madre me despido, porque no supe hacerlo en su momento. Cuida de mis hijas mamá, que te quiero mucho.

Gratitud a todos los ganaderos que han participado en este trabajo, por su apoyo y paciencia. Gracias a FEFRIC, pero especialmente a Rita Casals por tu sonrisa, tu inestimable ayuda, visión y gestión, sin ti, este proyecto no hubiera podido salir adelante.

Gracias a Nutricor SL, a Pepe Cortés por llamar a mi puerta y tener la paciencia de esperarme y por tu confianza, a Jaume Cortés por entender mi inconformismo perpetuo y ayudarme a canalizarlo, dándome la libertad y el optimismo que necesito.

Gracias a mis compañeros de trabajo, sobre todo, a Eva Carrera por tu apoyo en momentos difíciles. A Miriam Sanahuja por todas las facilidades que me has dado, sin cuestionarlas, sencillamente confiando. A María Sandoval por aguantar mis berrinches y mi mal humor crónico.

A mis amigos gallegos Javier y Amador, por ser buenas personas, además de alcohólicos.

A Evelia Varella Negre, mi aleph que a pesar de la distancia y aunque no nos veamos, sólo necesito silbarte y ahí estás.

A Alba Juanpere y Concha Jiménez, porque fueron testigos y partícipes del camino que tomé y sigo sintiendo a pesar de los años, el calor y el afecto que me procesaron en tan crucial momento.

A Mateu Creus por ser tan generoso con tus conocimientos, sin recelo y por enseñarme a cuestionarlo todo, y hacerme entender que no existen únicas verdades.

A Teo Izquierdo por sus buenos consejos durante este viaje acompañado siempre de buen vino.

A Maria Rosa, mi hermana y a mi padre por los momentos familiares que rompen en carcajadas y alivian la presión acumulada.

A ti Małgoza Kalinowska, mi dulce polaca, por la luz de tus ojos, por tu apoyo incansable y comprensión, por tu enorme sacrificio sin reproches. Entendiendo en todo momento lo importante que este momento era para mí. Y por las dos hijas que me has dado.

A mi Nicola y mi Greta, mis dos grandes tesoros. Además de las gracias, pediros perdón por todo el tiempo que os he robado y no he pasado con vosotras, metido en la cueva. Gracias por sacarme de ella para sorprenderme y hacerme reír. Al final de todo este camino, lo único que deseo es seguir corriendo a vuestro lado.

Gracias a Daniel Villalba Mata por mantener la puerta de tu despacho siempre abierta, por tu humildad, por apoyarme en este proyecto a pesar de tu elevada carga de trabajo y por tus infinitas ganas de transmitir y enseñar. Gracias y mil gracias, Dani.

Isabel Blanco Penedo, mis disculpas, mi gratitud y mi respeto. Ni te entendí, ni empecé con buen pie. Ha pasado el tiempo, miro hacia atrás y veo este inmenso regalo, y no sólo me refiero a la Tesis. Tenerte como directora lo ha sido y no creo que hubiera alcanzado a entender la importancia de todo este escenario y su complejidad, sin tu exigencia y apoyo. Isa, ya llevo el veneno dentro y a pesar de las dificultades del entorno, me comprometo a seguir ampliando visión y conocimiento.

En la presente tesis se evaluó el grado de bienestar existente en el vacuno lechero de raza Holstein en Cataluña a través del protocolo de bienestar animal Welfare Quality® *Assessment protocol for cattle* (2009). Además, se estudió el efecto del ambiente y entorno en el bienestar del animal, su influencia en la expresión del potencial genético estimado, en el estado emocional, en las interacciones humano-animal y comportamiento social. En primer lugar, se caracterizó el bienestar del vacuno lechero en 26 granjas en las estaciones de invierno y verano para valorar la influencia del estrés térmico y analizar las diferencias de bienestar existentes entre varias tipologías de granja. No se observaron diferencias significativas en los principios de bienestar, sólo diferencias significativas en el porcentaje de ubres sucias y de animales con respiración forzada, probablemente atribuibles al estrés térmico. En segundo lugar, se estudió la relación del bienestar con el valor genético de diferentes caracteres y su efecto sobre la productividad, observando que el entorno y ambiente son decisivos en el bienestar y en la expresión del potencial genético. El nivel de bienestar animal observado en los animales no solo afectó la producción, sino a la propia longevidad del animal. En tercer lugar, se estudió la prevalencia y variabilidad (intra y entre granjas) del nivel de suciedad, daños, lesiones e inflamaciones en las regiones del cuerpo, nivel de cojeras y su severidad, y se analizó el efecto de la paridad, entorno y ambiente. Se observó que la prevalencia y su variabilidad entre granjas son explicadas por las diferencias en las condiciones del entorno, de las instalaciones y del manejo, siendo un factor muy importante la paridad. En cuarto lugar, se estudió el comportamiento del vacuno lechero a través del comportamiento emocional positivo, de la interacción humano-animal y de los comportamientos sociales agonísticos, observando una variabilidad moderada en el comportamiento emocional asociada al tipo de relación del animal con su entorno. Además, se observó una falta de vínculo y de interacciones humano-animal positivas y un elevado número de comportamientos sociales agonísticos asociados a la falta de recursos y espacio vital. Las implicaciones de este proyecto de Tesis destacan la necesidad de integrar la evaluación del confort térmico como herramienta de bienestar. También, subrayan la importancia del entorno y ambiente en el bienestar animal, no sólo físico sino emocional. Y concluyen con la necesidad de mejora de las instalaciones, con una reducción de la densidad y una mejor adaptación a un clima cada vez más extremo. Lo que mejoraría las condiciones de vida, y se traduciría en una mayor longevidad, generando un modelo de ganadería más eficiente y sostenible.

RESUMEN

Palabras clave: Holstein, Welfare Quality[®], estrés térmico, paridad, tegumentos, potencial genético, comportamiento, emociones, recursos.

En aquesta tesi es va avaluar el grau de benestar existent al boví lleter de raça Holstein a Catalunya a través del protocol de benestar animal Welfare Quality® Assessment protocol for cattle (2009). A més, es va estudiar l'efecte de l'ambient i l'entorn en el benestar de l'animal, la seva influència en l'expressió del potencial genètic estimat, l'estat emocional, les interaccions humà-animal i el comportament social. En primer lloc, es va caracteritzar el benestar del boví lleter a 26 granges a les estacions d'hivern i estiu per valorar la influència de l'estrès tèrmic i analitzar les diferències de benestar existents entre diverses tipologies de granja. No es van observar diferències significatives en els principis de benestar, només diferències significatives en el percentatge de braguers bruts i animals amb respiració forçosa, probablement atribuïbles a l'estrès tèrmic. En segon lloc, es va estudiar la relació del benestar amb el valor genètic de diferents caràcters i el seu efecte sobre la productivitat, observant que l'entorn i l'ambient són decisius en el benestar i en l'expressió del potencial genètic. El nivell de benestar animal observat en els animals no només va afectar la producció, sinó la pròpia longevitat de l'animal. En tercer lloc, es va estudiar la prevalença i variabilitat (intra i entre granges) del nivell de brutícia, danys, lesions i inflamacions a les regions del cos, nivell de coixeres i la seva severitat, i es va analitzar l'efecte de la paritat, entorn i ambient. Es va observar que la prevalença i la variabilitat entre granges són explicades per les diferències en les condicions de l'entorn, de les instal·lacions i del maneig, sent un factor molt important la paritat. En quart lloc, es va estudiar el comportament del boví lleter a través del comportament emocional positiu, de la interacció humà-animal i dels comportaments socials agonístics, observant una variabilitat moderada en el comportament emocional associada al tipus de relació de l'animal amb el seu entorn. A més, es va observar una manca de lligam i d'interaccions humà-animal positives i un nombre elevat de comportaments socials agonístics associats a la manca de recursos i espai vital. Les implicacions d'aquest treball destaquen la necessitat d'integrar l'avaluació del confort tèrmic com a eina de benestar. També subratllen la importància de l'entorn i l'ambient en el benestar animal, no només físic sinó emocional. I conclouen amb la necessitat de millora de les instal·lacions, amb una reducció de la densitat i una millor adaptació a un clima cada cop més extrem. Això milloraria les condicions de vida, i es traduiria en una major longevitat, generant un model de ramaderia més eficient i sostenible.

RESUM

Paraules clau: Holstein, Welfare Quality[®], estrès tèrmic, paritat, teguments, potencial genètic, comportament, emocions, recursos.

In this thesis, the welfare of Holstein dairy cows in Catalonia was assessed using the animal welfare protocol, Welfare Quality[®] Assessment protocol for cattle (2009). Additionally, the impact of the productive environment on animal welfare was examined, as well as its influence on the expression of estimated genetic potential, emotional state, human-animal interactions, and social behaviour. First, the welfare of dairy cattle was characterised on 26 farms in the winter and summer seasons to assess the influence of heat stress and to analyse the differences in welfare between various farm typologies. No significant differences in welfare principles were observed, only significant differences in the percentage of dirty udders and animals with forced breathing, probably attributable to heat stress. Secondly, the relationship between welfare and the genetic value of different traits and their effect on productivity were studied, observing that the productive environment is decisive in welfare and in the expression of genetic potential. The level of animal welfare observed in the animals not only affected production, but also the longevity of the animal itself. Thirdly, the prevalence and variability (intra- and inter-farm) of the level of dirtiness, damage, lesions and inflammations in body regions, level of lameness and its severity were studied, and the effect of parity and productive environment were analysed. It was observed that the prevalence and its variability between farms are explained by differences in environmental conditions, facilities, and management, with parity being a very important factor. Fourthly, the behaviour of dairy cattle was studied through positive emotional behaviour, human-animal interaction and agonistic social behaviours, observing a moderate variability in emotional behaviour associated with the type of relationship of the animal with its environment. Furthermore, a lack of bonding and positive human-animal interactions and a high number of agonistic social behaviours associated with a lack of resources and living space were observed. The implications of this thesis project highlight the need to integrate the evaluation of thermal comfort as a welfare assessment tool. It also underlines the importance of the productive environment for animal welfare, not only physical but also emotional. It concludes with the need for improved facilities, with a reduction in density and better adaptation to an increasingly extreme climate. This would improve living conditions and lead to greater longevity, generating a more efficient and sustainable livestock farming model.

ABSTRACT

Key words: Holstein, Welfare Quality[®], heat stress, parity, teguments, genetic potential, behaviour, emotions, resources.

1	INTRODUCCIÓN GENERAL	5
1.1	Concepto y evolución del bienestar	5
1.2	Situación actual y modelo productivo global.....	6
1.3	Situación del modelo productivo regional	9
1.4	Selección genética y bienestar animal	10
1.5	Cambio climático y bienestar animal.....	11
1.6	Protocolos de trabajo y cuantificación del bienestar.....	12
1.7	Búsqueda de nuevas herramientas de evaluación del bienestar.....	13
1.8	Referencias Bibliográficas	16
2	OBJETIVOS	23
3	MATERIAL Y MÉTODOS	27
3.1	Localización del estudio	29
3.2	Selección de las granjas	30
3.3	Evaluación del bienestar animal y recogida de datos	32
3.4	Factores climatológicos	36
4	CAPÍTULO I – Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza Holstein.....	37
4.1	Introducción	39
4.2	Material y métodos	40
4.2.1	Evaluación del confort térmico	40
4.2.2	Cálculos y análisis estadístico	41
4.3	Resultados	42
4.3.1	Calificación global del bienestar	42
4.3.2	Exploración clínica y comportamental entre estaciones	45
4.3.3	Indicadores de bienestar animal y niveles de THI.....	46
4.3.4	Criterios de bienestar de diferentes tipologías de granjas	49
4.4	Discusión	52

ÍNDICE

4.4.1	Calificación global del bienestar	52
4.4.2	Principos, criterios e indicadores de Welfare Quality®	52
4.4.3	Efecto de la estación y el THI	57
4.5	Referencias Bibliográficas	59
5	CAPÍTULO II – Relación entre indicadores del nivel de bienestar y la expresión de potencial genético en vacas lecheras de raza Holstein	63
5.1	Introducción	65
5.2	Material y métodos	66
1.1	Análisis de datos	70
5.3	Resultados	72
5.3.1	Asociación entre Welfare Quality® y eficiencia en caracteres productivos	72
5.3.2	Asociación entre Welfare Quality® e índices genéticos funcionales y productivos	77
5.4	Discusión	84
5.4.1	Asociación entre Welfare Quality® y eficiencia en rasgos productivos	84
5.4.2	Asociación entre Welfare Quality® e índices genéticos funcionales y productivos	87
5.5	Referencias Bibliográficas	91
6	CAPÍTULO III - Descripción de la prevalencia y variabilidad del nivel de suciedad, daño en tejidos y cojeras del vacuno lechero en Cataluña.	95
6.1	Introducción	97
6.2	Material y métodos	99
6.2.1	Criterios de selección de granja.....	99
6.2.2	Análisis de datos.....	99
6.3	Resultados	101
6.4	Discusión	108
6.5	Referencias Bibliografías.....	118

7	CAPÍTULO IV - Comportamiento en vacas lecheras estabuladas e influencia de factores climatológicos, propios del animal y del entorno	123
7.1	Introducción	125
7.2	Material y métodos	126
7.2.1	Protocolo de Bienestar	126
7.2.2	Factores propios del animal.....	126
7.2.3	Análisis de datos.....	127
7.3	Resultados	129
7.3.1	Estado emocional del animal.....	129
7.3.2	Interacción humano-animal.....	134
7.3.3	Comportamientos sociales agonísticos (CSA)	136
7.4	Discusión	137
7.4.1	Estado emocional del animal.....	137
7.4.2	Interacción humano-animal.....	139
7.4.3	Comportamientos sociales agonísticos (CSA)	141
7.5	Referencias Bibliográficas	143
8	DISCUSIÓN GENERAL	147
8.1	Puntos críticos de la metodología Welfare Quality®	150
8.1.1	Influencia del estrés térmico en la aplicación del protocolo Welfare Quality®	150
8.1.2	Mejoras en el análisis de las interacciones animales en el protocolo Welfare Quality®	151
8.1.3	Mejoras en la ponderación de los criterios del protocolo Welfare Quality®	152
8.2	Resultados Welfare Quality® y puntos de inferencia.....	155
8.2.1	Comparación Nacional	155
8.2.2	Comparación Internacional	157
8.2.3	Identificación de áreas de preocupación en la evaluación del bienestar	160
8.3	Referencias Bibliográficas	165

ÍNDICE

9	CONCLUSIONES	169
10	ANEXO	173
10.1	Intervenciones de la Tesis	175
10.1.1	Publicaciones a la que ha dado lugar la Tesis	175
10.1.2	Contribución a jornadas y divulgación de la investigación.....	175
10.2	Hojas de campo para el desarrollo de la Tesis y modelo de informe.....	176
10.2.1	Ejemplar de compromiso de colaboración con las granjas del estudio	176
10.2.2	Cuestionario tomado del protocolo Welfare Quality®, ampliado con preguntas propias	178
10.2.3	Hoja de campo del protocolo Welfare Quality®, para medir distancia de huida	180
10.2.4	Hoja de campo del protocolo Welfare Quality®, para medir Qualitative Behaviour Assessment	181
10.2.5	Hoja de campo del protocolo Welfare Quality®, para diversas medidas relacionadas con los criterios: confort en área descanso, ausencia de enfermedad, comportamientos sociales agonísticos.....	182
10.2.6	Hoja de campo del protocolo Welfare Quality®, para las medidas relacionadas con el criterio ausencia de sed.....	183
10.2.7	Modelo de Informe Welfare Quality® de carácter informativo para la granja colaboradora.....	184

MATERIAL Y MÉTODOS

Tabla 1. Características productivas y datos referenciales en Cataluña de las granjas participantes en el estudio (n=26) obtenidas a través de FEFRIC..... 33

Tabla 2. Características técnicas de las granjas participantes en el estudio (n=26), datos obtenidos a través de cuestionario en explotación..... 34

CAPÍTULO I

Tabla 3. Estadísticos básicos de los diferentes principios y criterios y media de cada uno de ellos en función de la clasificación del bienestar global de las visitas a granja (n=52).
..... 43

Tabla 4. Prevalencia (media±error estándar de la media) en indicadores relacionados con la exploración clínica en las dos estaciones de muestreo (n=52). 47

Tabla 5. Efecto del estrés térmico en verano, sobre principio, criterios e indicadores del protocolo Welfare Quality® (media ± error estándar de la media) en las 26 granjas participantes del estudio durante el verano..... 48

CAPÍTULO II

Tabla 6. Descripción de los índices genéticos estudiados. 68

Tabla 7. Variables del formulario de evaluación clínica individual..... 69

Tabla 8. Asociación entre variables del Welfare Quality® y nivel de eficiencia del individuo para producción de leche..... 74

Tabla 9. Nivel de significación entre las variables Welfare Quality® y niveles (alto, medio, bajo) en % grasa en leche (TB), % proteína en leche (TP) y recuento de células somáticas (RCS). 76

Tabla 10. Nivel de significación entre las variables Welfare Quality® y el valor genético estimado para los índices genéticos corregidos por lactación. 78

CAPÍTULO III

Tabla 11. Factores candidatos a explicar la variabilidad de cojeras a nivel de granja. 100

Tabla 12. Resultados promedios y coeficiente de variación en las granjas de las variables relacionadas con los criterios: confort área de descanso, ausencia de daños y buena relación humano animal (n = 50)..... 103

Tabla 13. Resultados por paridad de las variables relacionadas con los criterios: confort área de descanso, ausencia de daños y buena relación humano-animal. 105

CAPÍTULO IV

Tabla 14. Evaluación del estado emocional positivo de las visitas a granja del estudio (n = 50)..... 130

Tabla 15. Correlación entre componentes principales (CP1; CP2) con factores climatológicos, propios del animal y recursos del entorno. 133

Tabla 16. Datos medios de distancia de huida de las visitas a granjas (n = 50)..... 134

Tabla 17. Correlación entre distancia de huida con factores propios del animal y recursos del entorno. 135

Tabla 18. Promedio en componentes principales, recursos del entorno, propios del animal, golpes de cabeza y otros comportamientos en granjas que superan o no las recomendaciones de comportamientos sociales agonísticos (CSA)..... 137

DISCUSIÓN GENERAL

Tabla 19. Calificación (media \pm error estándar de la media) de los principios y criterios en 8 granjas calificadas como aceptables que pasaron en la segunda visita a calificación mejorada. 154

Tabla 20. Media de los indicadores de bienestar del protocolo Welfare Quality[®] entre diferentes trabajos publicados en España. 156

MATERIAL Y METODOS

Figura 1. Distribución geográfica de las granjas participantes en el estudio. 30

CAPÍTULO I

Figura 2. Calificación de los criterios de Welfare Quality® en granjas del nordeste de España en función de: a) estación de muestreo; b) producción lechera; c) número animales en ordeño; d) objetivo de producción; y e) índice de estrés térmico (THI)..... 51

CAPÍTULO II

Figura 3. Relación entre los valores genéticos para la producción de leche (VGE) y la producción de leche fenotípica y KL residual. Para KL residual, los puntos por encima de la línea azul son eficientes y por debajo de la línea no son eficientes..... 71

Figura 4. Valor genético medio estimado (VGE) para índice tamaño del animal (ICAP) en relación con las variables alteración de tegumentos del protocolo Welfare Quality®. 79

Figura 5. Valor genético medio estimado (VGE) para el índice conformación de ubre (ICU) e índice general de tipo (IGT) en relación con la variable falta de pelo en carpo del protocolo Welfare Quality®..... 80

Figura 6. Valor genético medio estimado (VGE) para el índice patas-pies (ISP) y para el índice de salud podal (ISP) en relación a la variable grado de cojera del protocolo Welfare Quality®..... 81

Figura 7. Valor genético medio estimado (VGE) para el índice longevidad funcional (LF) en relación con las variables grado de cojera, falta de pelo en tarso y presencia o no de lesión del protocolo Welfare Quality®. 83

CAPÍTULO III

Figura 8. Árbol de partición que ilustra el orden jerárquico de los factores asociados a la presencia de cojera en granjas con animales de tres o más lactaciones. 107

Figura 9. Prevalencia y rango de cojeras de los datos obtenidos en este trabajo frente a otras publicaciones. Punto azul indica el número de rebaños estudiados, línea azul el promedio de prevalencia de cojeras, cuadrado verde y rojo el valor mínimo y máximo de rango de cojeras 111

CAPÍTULO IV

Figura 10. Distribución de los descriptores de Qualitative Behaviour Assessment en las dos componentes principales (CP1; CP2).	131
Figura 11. Puntuaciones de las granjas en el nuevo espacio Qualitative Behaviour Assessment resumido en las dos componentes principales (CP1; CP2) en función de la estación del año. Los datos de la misma granja están conectados.....	132

A

ADE: Área de descanso exterior · 155

ADF: Distancia de huida · 126

B

BA: Bienestar animal · 5

C

CONAFE: Confederación de Asociaciones de Frisona Española · 67

CSA: Comportamientos sociales agonísticos · 126

F

FEFRIC: Federación de Asociaciones de Criadores de raza Frisona de Cataluña · 9

P

PLF: Precision Livestock Farming · 13

Q

QBA: Qualitative behaviour assessment · 126

T

THI: Índice de estrés térmico · 40

V

VGE: Valor genético estimado · 70

1 INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Concepto y evolución del bienestar

El concepto y definición de bienestar animal (BA), debido a su complejidad, ha evolucionado a lo largo del tiempo y del conocimiento mostrando un carácter multidisciplinar, como ha señalado y definido la comunidad científica a través de EFSA (2012). El salto evolutivo en el concepto de BA se consiguió al superar criterios estrictamente relacionados con la salud física y alcanzar la dimensión de estado emocional. Se pretende comprender y cuantificar este último, que engloba emociones, afecto y estado de ánimo (Vere y Kuczaj, 2016), a través de la información procedente de las experiencias vividas, sean positivas o negativas. El sufrimiento no sólo se infringe a nivel físico, sino también a nivel emocional, ya sea puntual o de forma prolongada en el tiempo (Dawkins, 2011).

En el camino de la evolución de la definición de BA en animales de granja, siguen surgiendo nuevos retos y perspectivas. Por un lado, su vinculación con la sostenibilidad, refiriéndose a la adaptación del modelo productivo al entorno, a los recursos disponibles y a la reducción del impacto ambiental de la actividad ganadera, respaldado por la Unión Europea en su estrategia “De la Granja a la Mesa” (UE, 2020). Y, por otro lado, por el vínculo entre bienestar en términos de salud animal, salud humana y medioambiente, todos ellos englobados en los conceptos de “One Welfare” y “One Health”. El primer concepto, One Welfare, de carácter holístico, establece un vínculo ineludible entre el bienestar animal-humano y su relación con el medio ambiente, reduciendo además el sufrimiento en ambos, por tanto, mejorando el bienestar del ganadero, de sus animales e incrementado sus oportunidades de progreso. Pero no sólo en el entorno rural, sino también en el ámbito doméstico y urbano, favoreciendo las condiciones de bienestar de animales abandonados y personas con fuertes necesidades psicosociales entre otros retos (García Pinillos *et al.*, 2016).

En el caso de “One Health” su objetivo es agrupar los esfuerzos de colaboración entre múltiples disciplinas (medicina, veterinaria, etc.) para lograr una única salud en tres ámbitos interrelacionados: salud humana, salud animal y medio ambiente, entendiendo por salud, el estado completo de bienestar físico, mental y social. Para ello se establecen mecanismos de control de las enfermedades infecciosas que interactúan en la asociación animal-humano-ecosistema, como pueden ser la atención clínica, vigilancia y control de

enfermedades entre especies, educación e investigación sobre la patogenicidad, el diagnóstico y terapia de vacunación frente a enfermedades (Gibbs, 2014).

En España como elemento regulador de la política de bienestar, se ha publicado en el Boletín Oficial del estado (BOE 204 el Código de Protección y Bienestar animal, edición actualizada a 16 de agosto de 2023, con la incorporación de los conceptos “One Welfare” y “One Health” (BOE, 2023).

El bienestar también está cada vez más presente en la cadena alimentaria debido a la inquietud creciente en el consumo de productos basados en una producción más ética (Alonso *et al.*, 2020). Los ciudadanos europeos caminan hacia una mayor sensibilización en la necesidad y exigencia de mejorar las condiciones de bienestar animal, incrementándose la concienciación de los consumidores de un 34 % (2006) a un 54 % (2015) (European Commission 2007; European Commission 2016). Esta mayor concienciación no es exclusiva de Europa, obteniéndose resultados similares en otros estudios internacionales llevados a cabo en Estados Unidos, Hispanoamérica y Australia (Wolf *et al.*, 2016; Miranda-de la Lama *et al.*, 2017; Malek *et al.*, 2018).

1.2 Situación actual y modelo productivo global

Debido a la competitividad del sector y al menor margen de beneficio económico, las explotaciones han crecido progresivamente en número de cabezas reduciéndose el número de ganaderías de escala pequeña y mediana, lo que ha provocado en los últimos años una intensificación del sector lácteo (Berckmans, 2014). Junto a esa tendencia, en las últimas décadas se ha observado una reducción de la esperanza de vida de las vacas de leche, que, con una esperanza fisiológica cercana a los 20 años, no llegan a alcanzar en las explotaciones lecheras los 6 años de vida (De Vries y Marcondes, 2020). Aunque los datos de mortalidad son variables entre los diferentes países, con rangos que oscilan entre el 1 y 8 % (Thomsen y Houe, 2006; Thomsen *et al.*, 2006), parece claro que la tasa de eliminación de animales adultos se ha incrementado en los últimos años. Sobre todo en regiones como Estados Unidos y Europa donde la intensificación está más presente, llegando incluso a duplicar su incidencia (Compton *et al.*, 2017). Pero a pesar de su gravedad, la eliminación de animales, también conocido como “cull rate”, sigue siendo la principal causa de elevadas tasas de reposición (Overton y Dhuyvetter, 2020), viéndose también incrementada y oscilando entre 21 y 36 % (Nor *et al.*, 2014). El principal motivo de eliminación es económico, al descartarse animales que durante su vida en granja han

sufrido procesos que tienen como consecuencia una baja productividad para la explotación (Rilanto *et al.*, 2020). Se está produciendo además un preocupante incremento de las eliminaciones involuntarias siendo las causas principales por fallo reproductivo, por mamitis y por lesiones o cojeras (Bell *et al.*, 2010).

Este incremento en la eliminación involuntaria de animales está relacionado con las condiciones desafiantes para el bienestar (De Vries *et al.*, 2011), teniendo su origen en la falta de recursos en el entorno productivo. Entendemos entorno productivo como todos los elementos presentes que cubren y mejoran las necesidades del animal, como, por ejemplo: la superficie de bebedero útil, el tipo de cama, el tipo de material que la constituye, el espacio útil por animal, e incluso la posibilidad de pastorear. La falta de recursos puede provocar una pérdida de bienestar al afectar a su estado físico y emocional (De Vries *et al.*, 2015) y podría conducir a la eliminación temprana del animal (Armengol y Fraile, 2018). Por tanto, el entorno productivo juega un papel fundamental en el bienestar (Cook, 2020). La identificación y corrección de puntos críticos en las instalaciones como, por ejemplo, suelos resbaladizos y demasiado duros, la disponibilidad y correcto dimensionamiento de los cubículos, acompañado de un material de cama confortable y no lesivo, puede reducir la incidencia de procesos que dificultan la vida del animal, como es el caso de las cojeras, daños en los tejidos y suciedad (Andreasen y Forkman, 2012). Otro ejemplo de entorno limitado es la densidad de animales, que si es muy alta dificulta un correcto tiempo de descanso (Winckler *et al.*, 2015).

Pero pueden existir otros factores relacionados con el manejo en explotación que condicionen el BA. Cada vez las granjas son de mayor tamaño, con mayor número de animales, menos presencia de mano de obra familiar y una mayor ratio de vacas por trabajador, por lo que hay un menor cuidado individualizado. Además, en estas granjas se crean grupos más dinámicos que reagrupan animales de distintas paridades y estado productivo (Barkema *et al.*, 2015). En este tipo de explotaciones los animales de primera lactación suelen ser sometidos a una elevada presión productiva, siendo preocupante el porcentaje de animales de primera lactación que no llegan a segunda lactación por no alcanzar los niveles de producción previstos (Fouz *et al.*, 2014).

Es importante resaltar que el bienestar en las granjas no sólo se obtiene mejorando las condiciones individuales, sino teniendo en cuenta que el individuo forma parte de un grupo social y como tal, se relaciona e interactúa con sus congéneres (Miller y Wood-

Gush, 1991). Dichas interacciones dependerán de si se dan las condiciones en el entorno productivo para que se manifiesten, con comportamientos sociales cohesivos y agonísticos, como pueden ser el lamido social o los golpes de cabeza, respectivamente (Gygax *et al.*, 2010).

Existen indicadores que nos permiten estudiar las relaciones sociales del grupo a través de ese tipo de interacciones y nos permite calificar el estado de bienestar del rebaño (Wey *et al.*, 2008). Las relaciones sociales además juegan un papel fundamental en la formación y aprendizaje del individuo, incrementando la capacidad para afrontar las posibles situaciones adversas en el presente y en el futuro (Gaillard *et al.*, 2014). De modo que aquellos animales que han sido criados en grupo desde edades tempranas sufren menos estrés que aquellos mantenidos de manera aislada durante la lactancia, adaptándose mejor al reagrupamiento sufrido en el postdestete (De Paula Vieira *et al.*, 2010). En cambio, animales que tienen un contacto más tardío con sus congéneres suelen tener mayor dificultad para acciones fundamentales de adaptación, como localizar comederos en espacios nuevos, reconocer el entorno, pudiendo adoptar un comportamiento más agresivo y menos social ante el resto de los animales (Veissier *et al.*, 1994). Por tanto, animales criados en grupo son animales con un mayor desarrollo cognitivo, incluso más temprano, lo que mejorará las condiciones de adaptación a su entorno y su supervivencia (Gaillard *et al.*, 2014).

Pero los animales de granja no sólo mantienen una relación o vínculo con el resto del rebaño, sino que es fundamental el tipo de relación y contacto con sus cuidadores que, debido a un progresivo mayor tamaño de explotación, está cada vez menos presente. La falta de vínculo humano-animal se traduce, entre otros, en una menor producción lechera y un peor ambiente laboral que además incrementa el riesgo de desembocar en accidente con las consecuentes pérdidas para la explotación (Kallioniemi *et al.*, 2011). El vínculo entre ambos está asociado con el manejo, como puede ser el tiempo y tipo de contacto que existe entre cuidador y animal y la actitud manifiesta en el entorno de trabajo (de Boyer des Roches *et al.*, 2016). La reacción de los animales a los humanos también dependerá de las experiencias previas vividas. Manipulaciones que generen dolor como es el descornado pueden provocar en el animal rechazo al contacto humano llegando incluso a identificar a quien le generó dicha experiencia (De Passillé *et al.*, 1996).

1.3 Situación del modelo productivo regional

Todos estos factores que afectan al bienestar podrían observarse en el modelo productivo Catalán que está constituido por diversas tipologías de granja adaptadas a su localización geográfica y que abarca desde explotaciones pequeñas situadas en zonas del Pirineo con salida al exterior del animal durante su periodo no productivo, a otras de mayor tamaño en grandes extensiones agrícolas con estabulación permanente, como es la plana de Lleida, presentando un tamaño medio de 195 vacas presentes por explotación, según los datos de asociados aportados por la Federación de Asociaciones de Criadores de raza Frisona de Cataluña (FEFRIC) para el año 2021, en el registro de explotaciones aparecen granjas con menos de 125 vacas (51%) y con más de 500 (5%). El promedio de producción se sitúa alrededor de los 30 litros, con un 3.83 % de grasa y 3.31 % de proteína, por vaca presente (FEFRIC, 2021). La edad media ha ido descendiendo progresivamente en los últimos años desde los 65 meses de vida y 3 lactaciones en la década de los 90 hasta llegar al 2021 con una edad media del rebaño de 52 meses y 2.35 lactaciones. El número de bajas registradas en 2021 fue del 32 %. El intervalo medio entre partos se sitúa en los 418 días y la duración media de la lactación con 60 días de secado fue de 357 días (FEFRIC, 2021). En cuanto a la tipología de explotación se puede hablar de dos modelos productivos, zona de montaña con explotaciones familiares de menor tamaño, con una presencia significativa de la mano de obra familiar orientado a la producción de manteca y queso a través de sistema cooperativista (del Mármol y Vaccaro, 2015), frente al resto de Cataluña que presenta explotaciones de mayor tamaño con mano de obra asalariada y destinadas mayoritariamente a la producción intensiva de leche como respuesta a la competitividad del mercado (Barbeta-Viñas y Requena-i-Mora, 2022). En ambos predominan las instalaciones con cubículos siendo reducido el número de explotaciones con cama fría. Pero también existen modelos mixtos, sobre todo en explotaciones de tamaño medio y estabulación permanente que construyeron nuevos establos libres de cubículos con el objetivo de reducir la incidencia de cojeras y lesiones ya que como indican los datos tanto a nivel nacional (Molina *et al.*, 2020) como europeo (Blanco-Penedo *et al.*, 2020) las granjas con estabulación libre tienen, en general, menor severidad en los daños y lesiones de aplomos.

1.4 Selección genética y bienestar animal

Los objetivos de selección genética del vacuno de leche han dado mayor importancia al incremento de la producción láctea (Miglior *et al.*, 2017). Pero esta mejora genética no ha generado un incremento de la esperanza de vida de los animales, sino que más bien ha ido descendiendo progresivamente en las últimas décadas (De Vries, 2020). Oltenacu y Broom (2010) sugieren que la mejora en la producción láctea ha venido acompañada de una caída de la fertilidad, de una mayor incidencia de enfermedades y por tanto de una pérdida de bienestar. Pero a pesar de la relación directa entre el incremento de producción lechera y mayor presencia de enfermedades y de daños o lesiones en el animal (Coignard *et al.*, 2014), la producción láctea no debe actuar como indicador de bienestar. Como consecuencia, en las últimas décadas, ha habido un mayor interés en la selección de caracteres funcionales relacionados con salud, fertilidad y longevidad, con el objetivo de mejorar la rentabilidad de las explotaciones (Chesnais *et al.*, 2012). Así, por ejemplo, el índice combinado (ICO) que utiliza la Confederación Nacional de Frisona Española (CONAFE) ha pasado de no incluir los caracteres funcionales (días abiertos, longevidad, etc.) en el 2001 a darles un peso del 31 % en el último índice del 2019. Pero a pesar de ello, la mejora genética de los caracteres funcionales necesita su tiempo y no compensará inmediatamente las deficiencias presentes en el entorno (Kolmodin *et al.*, 2002). Quizás por eso, a pesar de la mejora de los índices genéticos, los países con mayor producción lechera no presentan una mayor longevidad, generando una pérdida de rentabilidad de las explotaciones (Dallago *et al.*, 2021).

La heredabilidad de caracteres como la longevidad es baja, entre 0.02 y 0.18, comparada con los de producción de leche, entre 0.19 y 0.59 (Mark, 2004), aunque para caracteres como la mamitis y la cojera la heredabilidad es media (entre 0.15 y 0.22, Weber *et al.*, 2013). El problema de los caracteres funcionales como la cojera es disponer de datos fenotípicos fiables teniendo en cuenta la dificultad que supone su registro y que existe una interacción e influencia con el medioambiente (Honghong *et al.*, 2021). Con el desarrollo de la tecnología molecular, aplicada mediante la selección genómica, se puede acelerar la mejora genética y acortar el intervalo generacional, pero también supone acelerar el reemplazo de animales (Zhang *et al.*, 2021). Por tanto, hay margen genético para reducir la incidencia de dichas patologías responsables de la eliminación involuntaria, siendo uno de los objetivos marcados por asociaciones como la Farm

Animal Welfare Council (FAWC) con la intención de incrementar la longevidad de los animales (Pritchard *et al.*, 2013).

1.5 Cambio climático y bienestar animal

La ganadería debe adaptarse a las condiciones climáticas presentes y futuras, siendo la cuenca mediterránea una de las zonas más afectadas, con mayores dificultades de Europa (Giorgi, 2006) como consecuencia de sus elevadas temperaturas en primavera y durante el periodo estival, y con un incremento en la frecuencia de olas de calor (Zampieri *et al.*, 2016). Es el caso de las ganaderías estudiadas, localizadas en la cuenca mediterránea y más exactamente en la región de Cataluña, con rangos de temperaturas que van desde los 10 ° C en invierno a 38.5 ° C en periodo estival, unidas a elevadas humedades relativas (IDECAT, 2019), por tanto, sensibles al estrés por calor. El estrés térmico afecta en el caso del vacuno lechero a la producción láctea, la fertilidad y el bienestar. Periodos prolongados de estrés térmico rompen la dinámica diaria del animal afectando sus rutinas comportamentales (Cook *et al.*, 2007) y por tanto a su bienestar (Polsky y von Keyserlingk, 2017), llegando a comprometer su supervivencia (Vitali *et al.*, 2009). Los animales más susceptibles al estrés térmico son aquellos que tienen un mayor número de partos (Bernabucci *et al.*, 2014) y mayor producción láctea (Carabaño *et al.*, 2016) por lo que requieren de instalaciones más sofisticadas con sistemas de disipación de calor que generen confort y reduzcan su temperatura corporal, no sólo en su periodo de lactación, sino incluso durante su periodo no productivo con una repercusión positiva en su bienestar y productividad (Toledo *et al.*, 2020). La inclusión de estos sistemas de reducción del estrés térmico ha demostrado su efectividad a través de indicadores indirectos como datos de salud, producción y reproducción (Gernand *et al.*, 2019), pero también directos de carácter fisiológico como pueden ser temperatura rectal y frecuencia respiratoria (Cerqueira *et al.*, 2016). También el entorno se puede ver afectado ante un posible cambio climático, por ejemplo, con una reducción de la disponibilidad de agua que afecta la calidad y cantidad en las cosechas y producción de forrajes, que empobrecerá el nivel de bienestar de los animales (Signalini *et al.*, 2013).

Por tanto, estos cambios en las condiciones climáticas podrían generar situaciones extremas que requerirían de nuevas condiciones de adaptación y resiliencia, siendo necesario la introducción de mejoras: en genética con animales menos sensibles al calor, en los diferentes sistemas productivos y en los diferentes tipos de alojamiento para

solventar el estrés térmico además de una mejora de las condiciones de producción inherentemente unidas a las condiciones de bienestar y sostenibilidad (Buller *et al.*, 2018).

1.6 Protocolos de trabajo y cuantificación del bienestar

La metodología de los protocolos utilizados ha evolucionado a lo largo del tiempo. Por un lado, protocolos basados en la aplicación de medidas indirectas, que miden de manera estricta los recursos disponibles y que actúan como indicadores de los factores de riesgos potenciales. Medidas además más rápidas y eficaces de aplicar, al consumir menos tiempo y localizando el posible origen del problema (EFSA, 2012). Otros protocolos están basados en el uso de medidas directas tomadas a nivel animal, tras demostrar científicamente su eficacia (Brenninkmeyer y Winckler, 2012). Entre las ventajas de estos últimos, destacan su papel como indicadores tempranos, ya que actúan como predictores de un empeoramiento del bienestar, informando de la prevalencia, incidencia y severidad de un problema y aportando un cuadro descriptivo de la situación en el momento. Pero con el inconveniente de un mayor consumo de tiempo y de recursos especializados, no siendo siempre posibles de aplicar (De Vries *et al.*, 2013; Andreassen *et al.*, 2014). Por tanto, la combinación de ambos tipos de medidas puede ser útil para caracterizar la mayor problemática de la granja y determinar cuáles pueden ser los factores de riesgo potenciales que la generan (Bertocchi *et al.*, 2018).

De las diferentes herramientas disponibles a nivel de la Unión Europea, una de las más implantadas y aceptadas es el Welfare Quality[®] *Assessment protocol for cattle* (2009) (WQ[®]), que cuenta incluso con la colaboración de instituciones de Hispanoamérica (Blokhuis *et al.*, 2010). WQ[®] utiliza medidas basadas en el animal o medidas directas y sólo utiliza medidas indirectas cuando no dispone de otra opción. Existen 33 medidas, que califican a 12 criterios a partir de los cuales se calcula la puntuación de 4 principios, para finalmente dar una valoración global de la granja. Uno de los aspectos más interesantes de este protocolo es la medición de la psicología del comportamiento animal a través del principio de comportamiento adecuado, que engloba la expresión de comportamientos sociales mediante medidas que cuantifican los comportamientos positivos y negativos, la relación humano animal existente a través de distancia de huida pero sobre todo el estado emocional del animal, que supone un salto evolutivo en los protocolos de bienestar, que a pesar de seguir una medida innovadora requiere de una mayor profundización. Sin embargo, está lejos de ser un “gold estándar” presentando

también sus limitaciones (Van Eerdenburg *et al.*, 2021). A nivel práctico, uno de los apartados aún no desarrollados, es la evaluación del criterio de estrés térmico en el bienestar de los animales. A esto se une un elevado consumo de tiempo por visita además de su elevado costo, al requerir de recursos humanos especializados (Andreasen *et al.*, 2014).

1.7 Búsqueda de nuevas herramientas de evaluación del bienestar

El BA se ha convertido en una prioridad en la política ganadera de la Unión Europea que se ha reflejado en la creación de programas de investigación cuyo objetivo era el desarrollo de protocolos de bienestar animal en las diferentes especies (Blokhuis *et al.*, 2010). Pero a pesar de su desarrollo, su papel se ha limitado al de tener una valoración del bienestar en un momento determinado y nunca como herramientas de uso para el ganadero, ni para la monitorización continua del estado del animal o la toma rápida de decisiones.

Surgió en el ámbito de la investigación la búsqueda de nuevos instrumentos de monitorización que, a pesar de su elevado costo, podrían ser asumibles y de uso en ganadería, pues suponen una respuesta efectiva para mejorar la eficiencia al detectar de forma temprana la presencia de determinados procesos que incluso pueden acabar con el sacrificio del animal. Esta idea se ha materializado con la apuesta por proyectos PLF (Precision Livestock Farming) que incluyen vacas de leche, cerdos y aves (Berckmans, 2017), con la constitución de redes de investigación (DairyCare, 2013) orientadas a la mejora del bienestar a través del uso de los últimos avances tecnológicos. Estos instrumentos, pueden monitorizar de manera continuada a los animales a través de biomarcadores y de sensores de actividad. Y nos permitirá conocer en todo momento, el estado inmunitario, grado de estrés, riesgos metabólicos, actividad reproductiva, ausencia de cojera, comportamiento alimenticio y social entre otros (DairyCare, 2013).

En el pasado las decisiones a tomar en las granjas se basaban en la observación, juicio y experiencia del ganadero (Frost *et al.*, 2003). Pero muchas de las respuestas fisiológicas del animal ante unos síntomas clínicos determinados no son visibles al ojo humano, como la reducción en el tiempo de rumia, aumento de la frecuencia cardíaca, conductividad en la ubre. A esto se une la dificultad que supone para las granjas contratar mano de obra con experiencia y ojo clínico previsor (Meijer, 2010).

La PLF está constituida por la combinación de hardware y software para obtener un amplio rango de información que monitoriza continuamente salud, bienestar, productividad e impacto ambiental a nivel de individuo y de colectivo (Berckmans, 2014). El presente y futuro para mejora del bienestar en las ganaderías, pasa por la monitorización continua con información actualizada y en tiempo real de cada animal (Schillings *et al.*, 2021). Una de las ventajas de trabajar con estos sistemas frente a protocolos convencionales es además del uso de medidas directas en el animal, la disponibilidad de información en tiempo real y a nivel individualizado (Guarino y Berckmans, 2015) que se diferencia de los protocolos de bienestar, que suministran la información en el momento de aplicación, por lo que no deja de ser un estallido de observación a nivel metodológico. Y, además, a pesar de generar una información global del rebaño no ejerce una acción discriminatoria del bienestar individual (Winckler, 2019).

Por tanto, se constituye como una herramienta prometedora para el estudio y conocimiento del bienestar a pesar de estar enfocada en sus inicios para analizar datos de carácter productivo. Aunque como inconveniente tienen un elevado costo de adquisición y de mantenimiento, requiere del análisis de información compleja para poder generar mecanismos efectivos de detección y respuesta, no existe una dilatada experiencia aún en el sector, se requiere de un mayor análisis de resultados para interpretar la información (Buller *et al.*, 2020). Finalmente, no prescinden la labor del ganadero ni jamás sustituirán la relación humano animal (Hartung *et al.*, 2017).

Pero a pesar de todas las dificultades los sistemas PLF juegan un papel fundamental para el futuro de la producción lechera con la detección temprana de factores relacionados con las principales causas de eliminación voluntaria. Es el caso de las cojeras, la conductividad o recuento de células en el caso de mamitis y el estado de condición corporal que tanta influencia tienen en ciertas patologías metabólicas o reproductivas. Pero, además, con la detección temprana se evita una mayor cronificación y severidad del problema (Silva *et al.*, 2021). Lo que permitirían reducir el elevado número de descartes existentes en las granjas y que a pesar de toda la mejora genética no se ha conseguido paliar. Aún estamos en un proceso de aprendizaje, selección y validación de sistemas comerciales que nos permitan garantizar el bienestar de lo individuos y que todo este fenómeno llevará un tiempo (Stygar *et al.*, 2021). Obtener información en tiempo real de la rutina alimentaria, de la duración del tiempo de descanso y del número de cambios posturales, es una realidad. Nos permitirá detectar de manera individual y temprana

comportamientos anómalos que pueden tener su origen en un proceso inicialmente leve y al que el ojo humano no es capaz de anticiparse con tanta precisión. Por tanto, indicadores que nos permitirán reducir el tiempo de detección, asegurando una respuesta más rápida y efectiva. Evitando el desarrollo de procesos que cuando se generan de manera continua y repetitiva sin ser detectados a tiempo y que incrementan las posibilidades de eliminación del animal.

1.8 Referencias Bibliográficas

- Alonso ME, González-Montaña JR, Lomillos JM (2020). Consumers' concerns and perceptions of farm animal welfare. *Animals* 10(3): 385. <https://doi.org/10.3390/ani10030385>.
- Andreasen SN, Sandøe P, Forkman B (2014). Can animal-based welfare assessment be simplified? A comparison of the Welfare Quality® protocol for dairy cattle and the simpler and less time-consuming protocol developed by the Danish Cattle Federation. *Animal Welfare* 23(1): 81–94. <https://doi.org/10.7120/09627286.23.1.081>.
- 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. *Journal of Dairy Science* 95:(9) 4961–67. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5169>.
- Andreasen SN, Sandøe P, Forkman B (2014). Can animal-based welfare assessment be simplified? A comparison of the Welfare Quality® protocol for dairy cattle and the simpler and less time-consuming protocol developed by the Danish Cattle Federation. *Animal Welfare* 23(1): 81–94. <https://doi.org/10.7120/09627286.23.1.081>.
- Armengol R, Lorenzo L (2018). Descriptive study for culling and mortality in five high-producing Spanish dairy cattle farms (2006-2016). *Acta Veterinaria Scandinavica* 60 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0399-z>.
- Barbeta-Viñas M, Requena-i-Mora M (2022). The paradoxes of dairy farmers in Catalonia (Spain): Crisis and double bind. *Sociologia Ruralis* 62(1): 91–111. <https://doi.org/10.1111/soru.12357>.
- Barkema HW, von Keyserlingk MAG, Kastelic JP, Lam TJGM, Luby C, Roy JP, LeBlanc SJ, Keefe GP, Kelton DF (2015). Invited review: changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science* 98(11): 7426-45 <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9377>.
- Bell MJ, Wall E, Russell G, Roberts DJ, Simm G (2010). Risk factors for culling in holstein-friesian dairy cows. *Veterinary Record* 167(7): 238–40. <https://doi.org/10.1136/vr.c4267>.
- Berckmans D (2014). Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *OIE Revue Scientifique et Technique* 33(1): 189–96. <https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2273>.
- Berckmans D (2017). Bright farm by precision livestock farming. *Impact* 2017(1): 4–6. <https://doi.org/10.21820/23987073.2017.1.4>.
- Bernabucci U, Biffani S, Buggiotti L, Vitali A, Lacetera N, Nardone A (2014). The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 97 (1): 471–86. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6611>.
- Bertocchi L, Fusi F, Angelucci A, Bolzoni L, Pongolini S, Strano RM, Ginestreti J, Riuizi G, Moroni P, 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. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2017.11.023>.

- Blanco-Penedo I, Ouweltjes W, Ofner-Schröck E, Brügemann K, Emanuelson U (2020). Symposium review: animal welfare in free-walk systems in Europe. *Journal of Dairy Science* 103(6): 5773-82. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17315>.
- Blokhuis HJ, Veissier I, Miele M, Jones B (2010). The Welfare Quality® project and beyond: safeguarding farm animal well-Being. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Science* 60(3): 129–40. <https://doi.org/10.1080/09064702.2010.523480>.
- BOE (2023). Código de Protección y Bienestar Animal. Boletín Oficial del Estado, núm 204, del 16 de Agosto de 2023. https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?id=204&modo=2¬a=0.
- de Boyer des Roches A, Veissier I, Boivin X, Gilot-Fromont E, Mounier L (2016). A prospective exploration of farm, farmer, and animal characteristics in human-animal relationships: An epidemiological survey. *Journal of Dairy Science* 99(7): 5573–85. <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10633>.
- Brenninkmeyer C, Winckler, C (2012). Scientific report submitted to EFSA. Relationships between animal welfare hazards and animal-based welfare Prepared by Christine Brenninkmeyer and Christoph Winckler, BOKU Universität für Bodenkultur Wien, University of Natural Resources and Life Science. EFSA Supporting Publications, 21.
- Buller H, Blokhuis H, Jensen P, Keeling L (2018). Towards farm animal welfare and sustainability. *Animals* 8(6): 81. <https://doi.org/10.3390/ANI8060081>.
- Carabaño MJ, Logar B, Bormann J, Minet J, Vanrobays ML, Díaz C, Tychon B, Gengler N, Hammami H (2016). Modeling heat stress under different environmental conditions. *Journal of Dairy Science* 99(5): 3798–3814. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10212>.
- Cerqueira JOL, Araújo JPP, Blanco-Penedo I, Cantalapiedra J, Silvestre AMD, Silva SJCR (2016). Predicción de estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos. *Archivos de Zootecnia* 65(251):357–64. <https://doi.org/10.21071/az.v65i251.697>.
- Chesnais J, Van Doormaal B, Miglior F (2012). Genetic improvement: a major component of increased dairy farm profitability. 38th International Committee for Animal Recording, 1–13. http://www.icar.org/cork_2012/Manuscripts/Published/Miglior A1.pdf.
- Coignard M, Guatteo R, Veissier I, Lehébel A, Hoogveld C, Mounier L, Bareille N (2014). Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds? *Veterinary Journal* 199(1): 184–87. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.011>.
- Compton CWR, Heuer C, Thomsen PT, Carpenter TE, Phyn CVC, McDougall S (2017). Invited review: A systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100(1): 1–16. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11302>.
- Cook NB (2020). Symposium review: The impact of management and facilities on cow culling rates. *Journal of Dairy Science* 103(4): 3846–55. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17140>.

- Cook NB, Mentink RL, Bennett TB, Burgi K (2007). The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90(4): 1674-82. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-634>.
- DairyCare (2013). Memorandum of Understanding for the implementation of a European Concerted Research Action designated as COST Action DA1308: DairyCare.
- Dallago G, Kevin M, Roger W, Cue I, McClure JT, Lacroix R, Pellerin D, Vasseur E (2021). Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals* 11(3): 1-26. <https://doi.org/10.3390/ani11030808>.
- Dawkins MS (2011). From an animal's point of view: motivation, fitness, and animal welfare. *Behavioral and Brain Sciences* 13(1): 1-9. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00077104>.
- Van Eerdenburg FJCM, Di Giacinto A, Hulsén J, Snel B, Stegeman JA (2021). A new, practical animal welfare assessment for dairy farmers. *Animals* 11(3): 1-21. <https://doi.org/10.3390/ani11030881>.
- European Commission (2007). Special Eurobarometer 270: Attitudes of EU citizens towards animal welfare. Fieldwork Publication Survey Requested by European Commission, no. October: 82. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_270_en.pdf.
- European Commission (2016). Special Eurobarometer 442 report: Attitudes of Europeans towards animal welfare. Fieldwork Publication Survey Requested by the European Commission, no. March: 1-17. <https://doi.org/10.2875/645984>.
- European Food Safety Authority, EFSA (2012). Scientific opinion on the use of animal-based measures to assess welfare of dairy cows. *EFSA Journal* 10(1): 2554. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2554>.
- Fefric (2021). Control Lleter de la raça Frisona a Catalunya 2021. Federació d'associacions de Criadors de raça Frisona de Catalunya. https://www.fefric.com/documents/controlleter/185__resum_anual_2021.pdf
- Fouz R., Yus E, Sanjuán ML, Diéguez FJ (2014). Causas de eliminación en rebaños bovinos lecheros de raza frisona en control lechero oficial. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria* 110(2): 171-86. <https://doi.org/10.12706/itea.2014.011>.
- Frost AR, Parsons DJ, Stacey KF, Robertson AP, Welch SK, Filmer D, Fothergill A. (2003). Progress towards the development of an integrated management system for broiler chicken production. *Computers and Electronics in Agriculture* 39(3): 227-40. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(03\)00082-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(03)00082-6).
- Gaillard C, Meagher RK, von Keyserlingk MAG, Weary DM (2014). Social housing improves dairy calves' performance in two cognitive tests. *PLoS ONE* 9(2): e90205. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090205>.
- García Pinillos R., Appleby MC, Manteca, Scott-Park F, Smith C, Velarde A (2016). One Welfare - a platform for improving human and animal welfare. *Veterinary Record* 179(16): 412-13. <https://doi.org/10.1136/vr.i5470>.
- Gernand E, König S, Kipp C (2019). Influence of on-farm measurements for heat stress indicators on dairy cow productivity, female fertility, and health. *Journal of Dairy Science* 102(7): 6660-71. <https://doi.org/10.3168/JDS.2018-16011>.

- Gibbs E, Paul J (2014). The Evolution of one health: A decade of progress and challenges for the future. *Veterinary Record* 174(4): 85–91. <https://doi.org/10.1136/vr.g143>.
- Giorgi F (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters* 33(8): 8707. <https://doi.org/10.1029/2006GL025734>.
- Guarino, M, Berckmans D (2015). Precision Livestock Farming 15. 7th European Conference on Precision Livestock Farming 93, Milan, Italy, 15-18 September 2015.
- Gygax L, Neisen G, Wechsler B (2010). Socio-spatial relationships in dairy cows. *Ethology* 116(1): 10–23. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0310.2009.01708.X>.
- Hartung J, Banhazi T, Vranken E, Guarino M (2017). European farmers' experiences with precision livestock farming systems. *Animal Frontiers* 7(1): 38–44. <https://doi.org/10.2527/AF.2017.0107>.
- Honghong H, Tong M, Yanfen M, XingPing W, Ma Yun M (2021) Analysis of longevity traits in Holstein cattle: a review. *Frontiers in Genetics* 12 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2021.695543>.
- IDECAT (2019). Anuario estadístico de Cataluña. Meteorología, observaciones principales, comarcas y Aran. Conselleria de Medi ambient de la Generalitat de Catalunya. Disponible en: <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=214&lang=es> (Consultado: 01/05/2021).
- Kallioniemi MK, Raussi SM, Rautiainen RH, Kymäläinen HR (2011). Safety and animal handling practices among women dairy operators. *Journal of Agricultural Safety and Health* 17(1): 63–78. <https://doi.org/10.13031/2013.36233>.
- Kolmodin R, Strandberg E, Madsen P, Jensen J, Jorjani H (2002). Genotype by environment interaction in Nordic dairy cattle studied using reaction norms. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Science* 52(1): 11–24. <https://doi.org/10.1080/09064700252806380>.
- Malek L, Umberger WJ, Rolfe J (2018). Segmentation of Australian meat consumers on the basis of attitudes regarding farm animal welfare and the environmental impact of meat production. *Animal Production Science* 58(3): 424–34. <https://doi.org/10.1071/AN17058>.
- Mark T (2004). Applied genetic evaluations for production and functional traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 87(8): 2641–52. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73390-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73390-1).
- del Mármol C, Vaccaro I (2015). Changing ruralities: Between abandonment and redefinition in the Catalan Pyrenees. *Anthropological Forum* 25(1): 21–41. <https://doi.org/10.1080/00664677.2014.991377>.
- Meijer R (2010). The use of precision dairy farming in feeding and nutrition. The First North American Conference on Precision Dairy Management 2010.
- Miglior F, Fleming A, Malchiodi F, Brito LF, Martin P, Baes CF (2017). A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100(12): 10251–71. <https://doi.org/10.3168/JDS.2017-12968>.

- Miller K, Wood-Gush DGM (1991). Some effects of housing on the social behaviour of dairy cows. *Animal Science* 53(3): 271–78. <https://doi.org/10.1017/S0003356100020262>.
- Miranda-de la Lama, GC, Estévez-Moreno LX, Sepúlveda WS, Estrada-Chavero MC, Rayas-Amor AA, Villarroel M, María GA (2017). Mexican consumers' perceptions and attitudes towards farm animal welfare and willingness to pay for welfare friendly meat products. *Meat Science* 125: 106–13. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2016.12.001>.
- Molina L, Agüera EI, Pérez-Martín CC, Maroto-Molina F (2020). Spanish Journal of Agricultural Research 18(1): 1-9. <https://doi.org/10.5424/sjar/2020181-15287>.
- Nor MN, Steeneveld W, Hogeveen H (2014). The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *Journal of Dairy Research* 81(1): 1–8. <https://doi.org/10.1017/S0022029913000460>.
- Oltenucu P, Broom DM (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare* 19(S): 39–49. <https://doi.org/10.1017/s0962728600002220>
- Overton MW, Dhuyvetter KC (2020). Symposium review: An abundance of replacement heifers: what is the economic impact of raising more than are needed? *Journal of Dairy Science* 103(4): 3828–37. <https://doi.org/10.3168/JDS.2019-17143>.
- De Passillé AM, Rushen J, Ladewig J, Petherick C (1996). Dairy calves' discrimination of people based on previous handling. *Journal of Animal Science* 74(5): 969–74. <https://doi.org/10.2527/1996.745969x>.
- De Paula Vieira A, von Keyserlingk MAG, Weary DM (2010). Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science* 93(7): 3079–85. <https://doi.org/10.3168/JDS.2009-2516>.
- Polsky L, von Keyserlingk MAG (2017). Invited review: effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science* 100(11): 8645–57. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>.
- Pritchard T, Coffey M, Mrode R, Wall E (2013). Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. *Animal* 7(1): 34–46. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001401>.
- Rilanto T, Reimus K, Orro T, Emanuelson U, Viltrop A, Mõtus K (2020). Culling reasons and risk factors in Estonian dairy cows. *BMC Veterinary Research* 16(1): 173. <https://doi.org/10.1186/S12917-020-02384-6>.
- Schillings J, Bennett R, Rose DC (2021). Exploring the potential of precision livestock farming technologies to help address farm animal welfare. *Frontiers in Animal Science* 2: 1–17. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.639678>.
- Segnalini M, Bernabucci U, Vitali A, Nardone A, Lacetera N (2013). Temperature humidity index scenarios in the mediterranean basin. *International Journal of Biometeorology* 57(3): 451–58. <https://doi.org/10.1007/S00484-012-0571-5>.

- Silva SR, Araujo JP, Guedes C, Silva F, Almeida M, Cerqueira JL (2021). Precision technologies to address dairy cattle welfare: focus on lameness, mastitis and body condition. *Animals* 1(8): 2253 <https://doi.org/10.3390/ani11082253>.
- Stygar AH, Gómez Y, Berteselli GV, Dalla Costa E, Canali E, Niemi JK, Llonch P, Pastell M (2021) A systematic review on commercially available and validated sensor technologies for welfare assessment of dairy cattle. *Front. Vet. Sci.* 8:634338. doi: 10.3389/fvets.2021.634338
- Thomsen PT, Houe H (2006). Dairy cow mortality. A review. *Veterinary Quarterly* 28(4): 122–29. <https://doi.org/10.1080/01652176.2006.9695218>.
- Thomsen PT, Kjeldsen AM, Sørensen JT, Houe H, Ersbøll AK (2006). Herd-level risk factors for the mortality of cows in Danish dairy herds. *Veterinary Record* 158(18): 622–26. <https://doi.org/10.1136/vr.158.18.622>.
- Toledo IM, Fabris TF, Tao S, Dahl GE (2020). When do dry cows get heat stressed? Correlations of rectal temperature, respiration rate, and performance. *JDS Communications* 1(1): 21–24. <https://doi.org/10.3168/JDSC.2019-18019>.
- Unión Europea (2020). Estrategia de la granja a la mesa. Por un sistema alimentario justo, salusable y ecológico. Retrieved from https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/noticias/2020/Presentacion_Estrategia_de_la_Granja_a_la_mesa.pdf.
- Weissier I, Gesmier V, Le Neindre P, Gautier JY, Bertrand G (1994). The effects of rearing in individual crates on subsequent social behaviour of veal calves. *Applied Animal Behaviour Science* 41(3–4): 199–210. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90023-X).
- de Vere AJ, Kuczaj SA (2016). Where are we in the study of animal emotions? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science* 7(5): 354–62. <https://doi.org/10.1002/wcs.1399>.
- Vitali A, Segnalini M, Bertocchi L, Bernabucci U, Nardone A, Lacetera N (2009). Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2127>.
- De Vries A, Marcondes MI (2020). Review: overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal* 14(S1): S155–64. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003264>.
- De Vries A (2020). Symposium review: why revisit dairy cattle productive lifespan? *Journal of Dairy Science* 103(4): 3838–45. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17361>.
- de Vries M, Bokkers EAM, van Reenen CG, Engel B, van Schaik G, Dijkstra T, de Boer IJM (2015). Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Preventive Veterinary Medicine* 118(1): 80–92. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.016>.
- de Vries M, Bokkers E, Dijkstra T, van Schaik G, de Boer I (2011). Invited review: associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *Journal of Dairy Science* 94(7): 3213–28. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4169>.

- de Vries M, B Engel B (2013). Assessment time of the Welfare Quality® protocol for dairy cattle. *Animal Welfare* 22(1): 85–93. <https://doi.org/10.7120/09627286.22.1.085>.
- Weber A, Stamer E, Junge W, Thaller G (2013). Genetic parameters for lameness and claw and leg diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96(5): 3310–18. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6261>.
- Wey T, Blumstein DT, Shen W, Jordán F (2008). Social network analysis of animal behaviour: A promising tool for the study of sociality. *Animal Behaviour* 75(2): 333–44. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.06.020>.
- Winckler C (2019). Assessing animal welfare at the farm level: do we care sufficiently about the individual? *Animal Welfare* 28(1): 77–82. <https://doi.org/10.7120/09627286.28.1.077>.
- Winckler C, Tucker CB, Weary DM (2015). Effects of under and overstocking freestalls on dairy cattle behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 170: 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.06.003>.
- Wolf CA, Tonsor GT, McKendree MGS, Thomson DU, Swanson JC (2016). Public and farmer perceptions of dairy cattle welfare in the United States. *Journal of Dairy Science* 99(7): 5892–5903. <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10619>.
- Zampieri M, Russo S, di Sabatino S, Michetti M, Scoccimarro E, Gualdi S (2016). Global assessment of heat wave magnitudes from 1901 to 2010 and implications for the river discharge of the Alps. *Science of The Total Environment* 571: 1330–39. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.008>
- Zhang H, Liu A, Wang Y, Luo H, Yan X, Guo X, Li X, Liu L, Su G. 2021. Genetic parameters and genome-wide association studies of eight longevity traits representing either full or partial lifespan in Chinese Holsteins. *Frontiers in Genetics* 12:634986. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.634986/>.

2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es poder caracterizar el bienestar del vacuno lechero de raza Holstein en Cataluña a través de la aplicación del Welfare Quality® *Assessment protocol for cattle* (2009). Pero además se establecen una serie de objetivos específicos que se desarrollan en 4 capítulos diferenciados que son:

1. Describir el grado de bienestar animal y analizar las posibles diferencias significativas en ganaderías de Cataluña, entre las estaciones de invierno y verano y según tipología de granja.
2. Analizar si existe relación entre la expresión del valor genético estimado con el bienestar animal, a través de los índices funcionales y productivos.
3. Describir los niveles de prevalencia y de variabilidad de una serie de indicadores de bienestar relacionados con el grado de daño, lesión, inflamación en los tejidos y cojera. Con el fin de analizar el efecto de medidas correctoras sobre el individuo y analizar el efecto de la paridad en dichos indicadores, valorando la influencia del entorno y del manejo.
4. Evaluar el comportamiento del animal a través del estudio de su estado emocional, de la relación humano-animal y de los comportamientos sociales agonísticos existentes. Además de la variabilidad existente entre granjas y la posible influencia ejercida por factores climatológicos, factores propios del animal y los recursos del entorno.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del siguiente trabajo en sus cuatro capítulos se estableció una metodología común que es descrita a continuación. Además, en cada uno de los capítulos se procede a explicar de manera específica la metodología y tipo de análisis para su estudio.

3.1 Localización del estudio

El estudio se realizó en la región de Cataluña con dos visitas a las granjas participantes durante la estación de invierno y verano. El clima es mayoritariamente mediterráneo, presentando un trimestre estival seco y el resto del año moderadamente húmedo, aunque por su variada orografía existe cierta diversidad climatológica. La temperatura media anual es de 14 °C, con medias de 8 °C en invierno y 21 °C en verano. La precipitación media anual es de 513 mm y la humedad relativa es de 68 %, según el Instituto de Estadística de Cataluña (IDECAT, 2019).

Las granjas que colaboraron en este estudio se distribuyen por varias comarcas de su geografía. Un 36.5 % de las granjas se distribuyen entre el Alt Urgell y Cerdanya, un 34.6 % entre Osona y Berguedà, un 17.3 % entre Pla de L'Estany, Baix Empordà, Gironés y La Selva, un 7.6 % en La Noguera, finalmente un 3.8 % en El Maresme (véase Figura 1, para localización de granjas en el mapa). Las visitas en invierno comenzaron el 17 de diciembre de 2018 y finalizaron el 11 de marzo del 2019. Las visitas en verano se produjeron entre el 6 de junio y el 3 de octubre de 2019. Las temperaturas fueron tomadas en un rango horario comprendido entre las 7:30 h de la mañana a 17:30 h de la tarde.

3.2 Selección de las granjas

La Federació d'Associacions de Criadors de Raça Frisona de Catalunya (Federación de Asociaciones de Criadores de Raza Frisona de Cataluña, FEFRIC), que representaba en el 2017 el 62 % de la cabaña de vacuno lechero de Cataluña, proporcionó el contacto con las granjas, así como los datos del Control Lechero Oficial de Cataluña (CLO) correspondiente al periodo del estudio observacional.



Figura 1. Distribución geográfica de las granjas participantes en el estudio.

De un total de 272 explotaciones (47722 reproductores mayores de 24 meses) inscritas en 2017, 196 (37536 reproductores mayores de 24 meses) presentaban datos completos de control lechero y libro genealógico según los datos publicados en el resumen “Control Lleter de la Raça Frisona a Catalunya 2017 (Control Lechero de la Raza Frisona en Cataluña 2017)”. A partir de las 196 granjas, se efectuó una selección aleatoria estratificada uniforme proporcionada en función del promedio anual de kg de leche, estratificando en dos grupos, granjas con producciones inferiores y superiores a la media. Finalmente, fueron seleccionadas 27 granjas. El equipo de FEFRIC se puso en contacto vía telefónica con la persona responsable de la granja, ya fuera encargado o dueño, confirmando su participación. Al comienzo del estudio una de las granjas fue sustituida por no querer participar en el proyecto y otras de las explotaciones participantes fueron desechadas por la construcción de un establo nuevo, posterior a la primera visita, corriendo el riesgo de sesgar los resultados. Por tanto, en el primer trabajo que incluye datos globales de granja, participaron 26 explotaciones. Pero en el resto de artículos donde se combina datos individuales, se desechó una de las granjas porque los niveles de suciedad impidieron una valoración detallada de las lesiones, no incluyéndola en los capítulos II, III, IV de la Tesis.

Los datos del control lechero proporcionados por FEFRIC correspondían a información individual (con su código de identificación bovino) referentes a: i) fecha de control; ii) kilogramos de leche; iii) recuento de células somáticas. En el mes de agosto no se dispone de datos del control por ser periodo vacacional. Según los datos procedentes del Control Lechero de la Raza Frisona en Cataluña 2017, un 55.8 % de las granjas participantes estaban por debajo del promedio de producción media de leche estandarizada, con 29 ± 0.4 kg, mientras que el 44.2 % de las granjas estaban por encima del promedio, con una producción media de leche estandarizada de 35 ± 0.6 kg.

El tamaño medio de las granjas visitadas en el año 2017 fue de 150 ± 11 vacas presentes, un 90.4 % de las granjas disponían de sistema de cubículos o mixto (léase cubículos y cama fría) y un 9.6 % de las granjas presentaba sistema de cama fría. En cuanto a la superficie útil de establo por vaca, un 50 % de las granjas disponían de menos de 10.8 m² por vaca lactante. El 53.8 % de las granjas utilizaba área de descanso exterior durante el periodo de vaca seca, y un 30.8 % del total ofrecía pastoreo al lote de novillas y vacas secas. En cuanto al número de ordeños, un 78.8 % de las explotaciones ordeñaba 2 veces al día, un 19.2 % realizaba 3 ordeños al día y finalmente, una de las granjas disponía de dos robots de ordeño. Del total de granjas, el

65 % utilizaban su propio carro unifeed a diario, el 45 % restante trabajaban con sistema de carro unifeed comunitario.

3.3 Evaluación del bienestar animal y recogida de datos

Para el análisis de bienestar animal en las granjas se utilizó el protocolo Welfare Quality® *Assessment protocol for cattle* (2009) para ganado vacuno lechero, el cual evalúa el estado clínico y fisiológico del animal, así como el estado comportamental y emocional. Este protocolo se centra en aplicar el mayor número de indicadores basados en el animal. Para aquellos principios y criterios que no se pueden medir parcial o completamente en el animal, existen o se complementan con medidas indirectas. Los indicadores basados en recursos del ambiente se obtienen al inspeccionar el establo y tras la obtención de información sobre aspectos de manejo mediante un cuestionario al responsable de la explotación. De la inspección, se evaluó el número y tipo de bebederos y su funcionalidad, ya que no existe otra medida directa o práctica para determinar la ausencia de sed a nivel de animal. Del cuestionario, se analizó la información recabada como área de ejercicio, práctica de pastoreo, ausencia de enfermedades y ausencia de dolor inducido.

Por otro lado, para poder caracterizar el modelo de ganadería en el noreste de España, se registró información no incluida en el protocolo WQ®: i) localización; ii) censo de animales y su distribución por corrales; iii) en vacas lactantes, tipo de cama o cubículo, número de cubículos, metros cuadrados de cama por vaca (área de descanso), en caso de cama, material de la cama y metros cuadrados útiles de establo por animal; iv) número de cornadizas; v) número de ordeños; vi) hora de ordeño; vii) número de horas en ordeño; viii) número de comidas al día; ix) número de aproximaciones de la comida al día; x) número de empleados, contando la mano de obra propia. Parte de esta información se recoge en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Características productivas y datos referenciales en Cataluña de las granjas participantes en el estudio (n=26) obtenidas a través de FEFRIC.

	Media \pm DE ¹	Mínimo	Máximo	FEFRIC ²
Número vacas presentes	150 \pm 84	49	490	160
Número de lactaciones	2.28 \pm 0.25	1.73	3.00	2.38
Intervalo entre partos (días)	422 \pm 20	375	472	418
Edad primer parto (meses)	26.1 \pm 1.5	23	29	26
Kg leche por vaca en lactación	33.08 \pm 4.29	20.76	43.54	32.8
Recuento de células somáticas (1.000 células/ml)	275 \pm 110	69	531	288
Valor genético Kg de leche	464 \pm 176	48	783	479
Índice genético longevidad	106 \pm 2.6	101	113	104
Índice mérito genético global	2420 \pm 264	1808	2971	2221

¹DE: Desviación estándar. ²Media asociación FEFRIC del año 2017 (Federación de Asociaciones de Criadores de Raza Frisona de Cataluña).

Tabla 2. Características técnicas de las granjas participantes en el estudio (n=26), datos obtenidos a través de cuestionario en explotación.

	Media \pm DE ¹	Mínimo	Máximo
Vacas por trabajador	46.63 \pm 12.82	24.50	94.00
Raciones al día	1.35 \pm 0.56	1.00	3.00
Aproximaciones de alimento al día	3.88 \pm 2.06	1.00	10.00
Comederos por vaca	0.80 \pm 0.21	0.34	1.31
Cubículos por vaca	0.85 \pm 0.18	0.50	1.39
Superficie cama por vaca (m ²)	10.34 \pm 3.22	5.00	14.70
Superficie establo por vaca (m ²)	11.03 \pm 2.78	5.85	19.35
Centímetros de bebedero por vaca	6.64 \pm 2.38	3.52	16.29
Vacas por bebedero individual ²	11.18 \pm 5.77	4.00	21.30

¹ DE: Desviación estándar.

Todas las evaluaciones fueron realizadas por un único observador, poseedor del “Certificate of Achievement Welfare Quality[®] Assessment Protocol for Dairy Cattle”.

El orden en la aplicación del protocolo fue el siguiente: i) distancia de huida, cuando la gran mayoría de los animales estaban situados en la línea de comedero; ii) valoración del estado emocional del rebaño en varios segmentos; iii) durante los 120 minutos de observación en varios segmentos, tiempo para tumbarse, colisión o no durante el proceso, número de animales fuera o parcialmente fuera de la cama, comportamientos sociales agonísticos y número de toses, fueron medidas de manera simultánea; iv) condición corporal, grado de limpieza por regiones corporales, alteración de tegumentos, cojeras, descarga nasal y ocular, respiración forzada, diarrea y descarga vulvar, fueron medidas en el animal sin trabar, a una distancia máxima de 2 m tanto en animales de pie, como tumbados que fueron levantados para la exploración; v) tipo de bebedero, centímetros y número de bebederos por cada tantos animales, su nivel de limpieza, funcionalidad y caudal.

Las visitas comenzaron siempre por la mañana, una hora antes de finalizar el primer ordeño, las observaciones comenzaban entre las 6:00 h y las 10:30 h. En el caso de la única granja con robots de ordeño, con dos corrales de producción diferenciados, los robots funcionaban con circulación forzada, por lo que hubo dificultades de los animales al aproximarse al comedero de manera discontinua (goteo de animales), lo que prolongó el tiempo necesario para medición de la distancia de huida. El desarrollo completo del protocolo duró de 5 a 12 h, dependiendo del tamaño de explotación.

Para la aplicación del protocolo, se tuvo en cuenta en la selección de individuos las siguientes exclusiones:

i) vacas con tratamiento de podología en las cuatro semanas previas a la visita; ii) vacas no inscritas en el libro genealógico de la raza frisona. Para el tamaño muestral, se siguieron las recomendaciones del protocolo WQ[®]. Se muestrearon y observaron de manera individual 1492 animales en invierno y 1572 animales durante el verano (esta diferencia fue debida a una adecuación del tamaño muestral al mínimo aceptable y no al ideal en invierno, debido a las dificultades técnicas sufridas por falta de luz en algunos establos). La elección de los animales se hizo de manera aleatoria, tomando siempre nota del número de identificación de crotal en la exploración clínica. Para la observación del comportamiento emocional se segmentaron los establos de 2 a 4 tramos, con una media de 3.5 segmentos en los 25 min de observación. En el

caso de la evaluación del comportamiento social se realizaron con una media de 10 segmentos en los 120 min de observación, en dos vueltas con un rango de 4 a 12 segmentos totales.

En el caso de que algún grupo de animales (vacas en lactación, vacas secas y novillas gestantes) no pudiera ser muestreado para la evaluación clínica, como fue el caso en tres granjas que tenían vacas secas en pastoreo, estos animales fueron sustituidos por un mayor muestreo del resto para la aplicación correcta del protocolo.

3.4 Factores climatológicos

Para medir el efecto estación y al que haremos referencia como factores climatológicos, se registraron la temperatura y humedad en granja, contrastando los datos obtenidos con los de las estaciones meteorológicas más cercanas a las explotaciones. En este estudio se registraron la temperatura y humedad relativa en granja mediante la toma de al menos cuatro registros en el mismo día de la evaluación.

4 CAPÍTULO I – Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza Holstein

4.1 Introducción

En la actualidad, la sensibilización del consumidor sobre las condiciones de producción animal constituye uno de los grandes retos de la ganadería, en especial de las explotaciones de vacuno de leche, cuyo principal objetivo ha sido incrementar su producción (EFSA, 2009). Según una encuesta realizada a un total de 27672 ciudadanos de 28 estados miembros de la Comisión Europea, un 35 % pagarían hasta 5 % más del precio del producto, si se mejorasen las condiciones de la producción y bienestar animal (Napolitano *et al.*, 2010; European Commission, 2016; Alonso *et al.*, 2020). En España, también, se puede observar un aumento de la concienciación del consumidor sobre el bienestar animal (María, 2006; Alonso *et al.*, 2020), lo que ha dado lugar a la búsqueda de herramientas o protocolos que permitan cuantificar el grado de bienestar, siendo muy diversos en vacuno lechero. Un ejemplo es el propuesto por el *Centro di Referenza Nazionale per il Benessere Animale* (Centro de Referencia Nacional para el Bienestar animal), que valoran el bienestar del bovino y la bioseguridad en sistemas de estabulación permanente (Bertocchi y Fusi, 2014). Otros protocolos cuantifican el bienestar con medidas directas e indirectas en el animal (Calamari y Bertoni, 2009). El mayor proyecto de evaluación del bienestar animal a nivel europeo es el denominado Welfare Quality® *Assessment protocol for cattle* (2009), que se emplea como herramienta de análisis, con la finalidad de medir el bienestar de los diferentes animales de producción (Blokhuis *et al.*, 2010).

La evaluación del bienestar animal a nivel europeo se enfrenta a dos retos principales, por un lado, la diversidad en las condiciones productivas, y por el otro, la variabilidad de las condiciones climáticas (Carabaño *et al.*, 2014; Blanco-Penedo *et al.*, 2020b). La temperatura, junto con la humedad ambiental, son dos de los factores extrínsecos que pueden condicionar el bienestar de los animales (Lacetera, 2019). El cambio climático está provocando un incremento de temperatura progresivo que, junto a la aparición combinada de altos niveles de humedad y temperatura en la granja, comprometen el bienestar animal (Nardone *et al.*, 2010), siendo de especial relevancia para las cabañas ganaderas de la cuenca mediterránea (Pasqui y di Giuseppe, 2019).

Por tanto, la capacidad de medir el bienestar en los diferentes sistemas de producción, integrando la evaluación y la influencia de los factores climáticos externos como el estrés térmico, cobra cada día mayor importancia.

Se han realizado diversos estudios basados en el efecto del índice de estrés térmico sobre la producción lechera, composición de la leche, y el recuento de células somáticas, entre otros

(Carabaño *et al.*, 2014; Hagiya *et al.*, 2019; Toledo y Thatcher, 2020), pero escasean las referencias que describan su influencia sobre factores psicológicos y comportamentales del animal. En este sentido, es importante investigar la influencia que las condiciones climáticas ejercen sobre el comportamiento y el estado emocional del animal, complementando la información obtenida en los protocolos establecidos.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el nivel de bienestar animal en granjas de vacas de leche del noreste de España, mediante medidas directas sobre el animal, así como de medidas indirectas, a través de la aplicación del protocolo WQ[®] en invierno y verano, comparando los resultados por estación y tipología de granja.

4.2 Material y métodos

4.2.1 Evaluación del confort térmico

En este estudio se añadió la metodología para evaluar el confort térmico al carecer de su análisis en los protocolos actuales de bienestar de vacuno. En este estudio se incluye el índice de estrés térmico (THI por las siglas en inglés Temperature Humidity Index) a través de la siguiente ecuación estandarizada, $THI = (1.8 \times \text{temperatura ambiental} + 32) - (0.55 - 0.0055 \times \text{humedad relativa}) \times (1.8 \times \text{temperatura ambiental} - 26)$ (Bohmanova *et al.*, 2007). La temperatura y humedad relativa se obtuvieron mediante la toma de al menos cuatro registros, en el mismo día en el que se desarrolló la evaluación, utilizando para el cálculo del THI el valor promedio de las lecturas. Además, a través del Servei Meteorològic de Catalunya (Servicio Meteorológico de Cataluña), se obtuvo el histórico de registros de humedad y temperatura, durante los tres meses de verano de cada una de las estaciones más próximas a las granjas, con una distancia media entre granja y estación meteorológica, de 5.2 km, siendo la distancia menor de 1.7 km y la mayor distancia de 10.8 km. La correlación entre el THI medio obtenido a partir de las observaciones de granja y el THI medio de 7:00 h y las 18:00 h de las estaciones meteorológicas cercanas fue 0.84 para el mismo día del control y 0.89 para los tres meses de verano.

Para describir cómo las diferentes tipologías de granja pueden presentar distinto nivel de bienestar animal (EFSA, 2009), se clasificaron las valoraciones de las granjas por descriptores: estación de muestreo, producción lechera, número de animales en ordeño, objetivo de producción e índice de temperatura y humedad.

4.2.2 Cálculos y análisis estadístico

Las ecuaciones de cálculo propuestas por el WQ[®] *Assessment protocol for cattle* (2009) se integraron en formato Access[®] para calcular la puntuación de los criterios, de cada uno de los principios y la puntuación global.

Finalmente, se obtuvo la puntuación global media a partir de todos los principios y criterios, en un rango comprendido entre 0 y 100, siendo 0 la peor puntuación, 50 un valor neutro y 100 la puntuación máxima. Así pues, las evaluaciones de las granjas fueron categorizadas como: i) excelente, más de 50 puntos en todos los principios y más de 80 en dos de los principios; ii) mejorada, más de 20 puntos en todos los principios y más de 55 puntos en dos de ellos; iii) aceptable, más de 10 puntos en todos los principios y más de 20 puntos en dos de ellos; iv) no calificada, no se supera el mínimo de puntuación necesario para la calificación, aceptable. Se aplicó una desviación de 5 puntos, por ejemplo, 50 no se considera significativamente inferior a 55.

El cálculo de las calificaciones globales (excelente, mejorada, aceptable, no calificada) se obtuvo en dos evaluaciones de cada granja, una en invierno y otra en verano, calculando el porcentaje de cada tipo de calificación respecto al total de evaluaciones. Para la calificación final se emplea el promedio por granja de las calificaciones obtenidas en las dos evaluaciones o visitas.

Para el análisis estadístico se empleó R, versión 3.6.3 (*The R Project for Statistical Computing*). En este estudio, las variables, criterios y principios, fueron analizadas de forma descriptiva, y se muestran la media, mediana, desviación estándar, error estándar de la media y rango intercuartílico (Q1, Q2 (mediana) y Q3) según corresponda. Para determinar la normalidad en la distribución de los datos, se aplicó el Test Shapiro-Wilk. Para establecer la existencia de diferencias entre los resultados de bienestar para las granjas según la estación de muestreo, se aplicaron el Test de Mann-Whitney o bien t de Student (para variables con distribución normal). Para comparar las medias de las granjas por rangos de THI, se aplicó el Test de Wilcoxon o Test de Anova (para variables con distribución normal). Para el nivel de significación se establece un valor de 5 %.

4.3 Resultados

4.3.1 Calificación global del bienestar

Un 28.8 % de las granjas, obtuvieron la calificación global de mejorada, un 67.3 % aceptable y 3.8 % no calificadas. En la Tabla 3 se muestran las puntuaciones de los principios y criterios de bienestar, así como por calificación, utilizando las ecuaciones de cálculo propuestas por el WQ[®] *Assessment protocol for cattle* (2009). De los cuatro principios, la buena alimentación y el buen alojamiento superaron la puntuación neutra (50 en una escala de 0 a 100), mientras que, para los principios de buena salud y el comportamiento adecuado, la puntuación es baja, por debajo de 30. La buena alimentación, a nivel del criterio ausencia de hambre prologada, el porcentaje de vacas delgadas fue de un 1.17 %, no hubo diferencias significativas entre clasificaciones. En contraste, si se observaron diferencias en el criterio ausencia de sed prolongada, debidas al indicador limpieza de bebedero, donde un 72.1 % de las granjas en las dos visitas presentaban el bebedero parcialmente limpio. A nivel de clasificación, un 42.9 % de las granjas clasificadas como aceptables en verano e invierno presentaron el bebedero sucio, frente al 100 % de bebederos parcialmente limpio en las otras clasificaciones. En cuanto al indicador provisión de agua, en el caso de bebederos lineales, fue de 6.6 cm / animal, superando el mínimo de 6 cm / animal que establece el protocolo. En el caso de bebederos individuales, existe un bebedero por cada 11 vacas, superando en 1 animal el valor recomendado por el protocolo WQ[®]. En cuanto al indicador flujo de agua no se obtuvieron valores inferiores a lo recomendado.

En lo referente al principio buen alojamiento, dentro del criterio confort en el área de descanso, el tiempo que tarda el animal en tumbarse es de 4.6 s, no existiendo diferencias entre clasificaciones. En ningún caso se supera el valor de 5.2 s por vaca, establecido por el protocolo WQ[®] como valor límite. En cuanto a las colisiones, un 41 % de los animales colisionaron al tumbarse en la clasificación mejorada. El protocolo WQ[®] establece que una frecuencia de colisiones por encima del 30 % ha de considerarse un problema serio. En este estudio, las clasificaciones aceptable y no calificada presentaron un 35.9 % y 28.5 %, respectivamente.

Tabla 3. Estadísticos básicos de los diferentes principios y criterios y media de cada uno de ellos en función de la clasificación del bienestar global de las visitas a granja (n=52).

	Valoración global niveles					Mejorada	Aceptable	No Calificada
	Media±DE ¹	P25 ²	Mediana	P75 ³				
Buena alimentación	63.1±28.55	37.0	63.0	100.0	77.40	56.37	73.50	
Ausencia de hambre prolongada	92.2±13.26	85.0	100.0	100.0	91.47	92.71	89.0	
Ausencia de sed prolongada	62.5±32.17	32.0	60.0	100.0	78.67	54.57	80.0	
Buen alojamiento	60.7±7.24	59.0	59.0	69.5	60.47	60.91	59.0	
Confort área de descanso	37.7±11.49	35.0	35.0	51.8	37.33	38.06	35.00	
Facilidad de movimiento	100.0±0.00	0	100.0	100.0	100.00	100.00	100.00	
Buena salud	27.7±6.94	24.0	27.5	32.0	28.07	28.43	12.50	
Ausencia de daños	35.0±12.53	26.0	33.0	42.0	31.67	37.23	20.50	
Ausencia de enfermedad	30.4±7.06	25.0	30.0	37.0	28.27	31.40	28.50	
Ausencia de dolor inducido	34.8±22.40	20.0	28.0	41.0	42.73	33.17	3.00	
Comportamiento adecuado	16.4±4.77	13.0	16.5	20.0	18.80	15.71	11.0	
Expresión de comportamiento social	28.2±30.06	0.0	16.0	56.0	37.40	25.83	0.00	
Expresión otros comportamientos	0.0±0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	
Buena relación humano animal	24.6±7.18	19.0	23.0	31.5	25.40	24.26	25.00	
Estado emocional positivo	60.6±9.91	57.3	63.5	67.0	65.47	59.14	50.50	

¹ DE: Desviación estándar ² P25: Percentil 25 ³ P75: Percentil 75

El porcentaje de animales tumbados fuera de sitio fue de 2.8, siendo mayor en las granjas clasificadas como aceptables y no calificadas (3.2 % y 3 % respectivamente) frente al 1.9 % en la clasificación mejorada en el total de evaluaciones. En lo referente al nivel de limpieza de las distintas regiones corporales, el 95.9 % de los animales presentan la pierna sucia, 89.7 % el cuarto trasero sucio y el 86.2 % la ubre sucia. En el criterio confort en el área de descanso sólo el percentil 75 está por encima de 50. El criterio facilidad de movimiento obtuvo la puntuación máxima (100) al no existir ninguna explotación con vacas trabadas.

En el principio de buena salud, existen diferencias significativas en la puntuación promedio obtenida en las granjas clasificadas como no calificada y las clasificadas como aceptable ($P < 0.05$) en ambas visitas. De los tres criterios, la ausencia de daños y ausencia de dolor inducido son los que presentan los valores más bajos en las granjas no calificadas. En cuanto a ausencia de daños, un 35.8 % de los animales presentan cojera moderada con el mayor porcentaje de animales cojos (40 %) en la clasificación mejorada, frente al 33.9 % en aceptable y 37 % en no calificada. Un 9.0 % de los animales presentan cojera severa, con el porcentaje más bajo en la clasificación aceptable (7.3 %), frente al 12.5 % en mejorada y 14 % en no calificada. Finalmente, un 51.2 % de los animales no presentan cojeras (44.4 % en mejorada, 54.5 % en aceptable y 45 % no calificada). A nivel de alteraciones en tegumentos del criterio ausencia de daños, un 14.8 % no presentan ningún tipo, 54.7 % moderada y un 22.6 % alteración severa del tegumento, de esta última un 56.5 % de los animales se detectan en las granjas no calificadas, frente al 17.3 % y el 22.9 % en mejorada y aceptable. El criterio ausencia de enfermedad, presenta valores bajos, pero similares en las tres clasificaciones de bienestar obtenidas en las granjas participantes en el presente estudio, el número de toses por cada 15 min es de 6, un 36.7 % de los animales testados presentan descarga nasal, un 40.2 % descarga ocular, un 4.6 % respiración forzada, un 1.1 % diarrea, 1.4 % descarga vulvar, un 13.1 % un recuento de células somáticas superior a 400 mil, un 8 % de mortalidad y un 4.3 % de partos distócicos. Destaca la tasa de mortalidad, que es alta en granjas no calificadas (12.5 %) frente al 7.5 % y el 7.9 % en mejorada y aceptable. En referencia al criterio dolor inducido, en cuanto a los indicadores descornado (100 % de los animales) y corte de colas (6.7 % de los animales), las granjas no calificadas presentaban un 36.9 % de los animales con corte de cola, frente al 0 % y el 7.8 % en mejorada y aceptable.

En cuanto al principio comportamiento adecuado, es el que peor puntuación obtuvo, inferior a 20 puntos, siendo los criterios expresión de comportamiento social, con un 31 % de las evaluaciones con una puntuación igual a 0, y otros comportamientos, con un 69 % de las evaluaciones con una puntuación igual a 0, los peores valorados. Dentro del criterio expresión del comportamiento social, el número de golpes de cabezas por hora es de 2.5 y el número de otros comportamientos es de 2 por hora. Las peores puntuaciones se dan en el grupo no calificadas, donde el número de golpes de cabeza por hora es de 7.2 frente a 1.3 y 2.7 de mejorada y aceptable, respectivamente. Con respecto a la frecuencia de otros comportamientos sociales agonísticos por hora, la media es 5.0 para no calificadas, frente 1.2 y 2.2 de mejorada y aceptable, respectivamente, existiendo diferencias significativas ($P < 0.05$) ente las categorías mejorada y no calificada. El criterio expresión de otros comportamientos obtiene una calificación de 0 al tratarse de granjas sin pastoreo o corral de descanso en vacas lactantes. El criterio buena relación humano animal, obtiene una puntuación baja siendo similar en las tres clasificaciones, un 28.4 % de los animales son tocados, el 12.5 % casi son tocados, 16.3 % permiten una aproximación entre 50 - 100 cm y un 42.9 % huyen a más de un metro de distancia. En cuanto al criterio estado emocional positivo, las tres clasificaciones globales, superan la puntuación neutra. Existen diferencias significativas para el principio de comportamiento adecuado ($P < 0.05$) entre las categorías mejorada y no calificada.

4.3.2 Exploración clínica y comportamental entre estaciones

En la Tabla 4, se muestran los indicadores basados en el animal relacionados con la exploración clínica: higiene, presencia de alteraciones en tegumento (ausencia de pelo, lesión e inflamación) y ausencia de enfermedad, en función de la estación. La temperatura media fue de 9.9 °C con un 65 % de humedad en invierno, frente al verano con 24.6 °C y 60 % de humedad. El porcentaje de animales observados de manera individual que presentan tarso, cuarto trasero y ubre sucia, es superior al 80 % en ambas estaciones, siendo mayor esta prevalencia en verano que en invierno ($P < 0.05$). En cuanto al comportamiento social de los animales, el número de golpes de cabeza y otros comportamientos sociales (desplazamientos, persecuciones, peleas, persecuciones con levantamiento), se reducen de manera significativa en el verano ($P < 0.05$). A nivel de descarga nasal y descarga ocular, no existen diferencias significativas entre las dos estaciones. El porcentaje de animales con respiración forzada es casi ocho veces superior

en verano que en invierno siendo la diferencia entre estaciones significativa ($P < 0.001$). En cuanto al tipo de alteración de tegumento, un 47 % presentan alteración moderada en invierno, frente a 61.7 % en verano ($P < 0.001$). Un 23.8 % de los animales presentaba alteración severa en tegumento, es decir, presencia de lesión o inflamación en invierno frente al 21.4 % en verano ($P > 0.05$). Dentro de los tres tipos de alteraciones en tegumento, el 30.8 % se presentan en cuarto trasero, el 29.4 % en tarso, existiendo una mayor tendencia en verano. En cuanto al tipo de alteración, el 77.9 % se corresponde a falta de pelo. Sólo existen diferencias significativas entre estaciones ($P < 0.05$) con ausencia mayor de pelo en tarso en verano, mayor número de lesiones en otras regiones en invierno, más inflamaciones en tarso, de flanco-espalda-cuello y de carpo en invierno. En relación con las cojeras y su severidad en los animales se han detectado prevalencias de cojera moderada significativamente superiores en verano ($P < 0.01$) y el porcentaje de animales sin cojeras fue mayor en invierno.

4.3.3 Indicadores de bienestar animal y niveles de THI

Durante la estación de verano, y a partir de los datos de las estaciones meteorológicas (con mediciones cada media hora), se observa que, a nivel general, los animales pasaron un 48 % de las horas con un THI inferior a 68, un 18 % con un THI entre 68 a 72, y un 34 % con un THI superior a 72. Por tanto, las granjas pasaron durante el verano de 2019, un 52 % de las horas en condiciones de estrés térmico.

En la Tabla 5 se presenta el efecto del THI, calculado con las mediciones realizadas el día de la evaluación en granja, sobre algunos principios, criterios e indicadores del protocolo WQ[®]. Un 46.2 % de las explotaciones superan el valor de THI de 72 en el momento de la evaluación, con un valor promedio de 75.6. Un 30.8 % de las explotaciones presentan entre 68 a 72 de THI, con un valor promedio de 70.25. Finalmente, un 23 % de las granjas tienen un THI inferior a 68, con un valor promedio de 65.17. Por tanto, un 77 % de las granjas alcanzaron en la evaluación de verano, en las horas centrales del día, valores de THI compatibles con condiciones de estrés térmico.

Tabla 4. Prevalencia (media±error estándar de la media) en indicadores relacionados con la exploración clínica en las dos estaciones de muestreo (n=52).

	Invierno	Verano	Valor P
Vacas delgadas (%)	1.46 ± 2.87	0.88 ± 1.50	0.359
Piernas sucias (%)	94.62 ± 0.76	97.15 ± 0.55	0.034
Cuartos traseros sucios (%)	88.50 ± 1.75	90.88 ± 1.60	0.229
Ubres sucias (%)	88.58 ± 1.81	83.77 ± 2.69	0.149
Golpes de cabeza por hora	3.56 ± 0.59	1.46 ± 0.25	0.003
Otros comportamientos por hora	2.63 ± 0.43	1.42 ± 0.26	0.027
Descarga nasal (%)	33.85 ± 2.89	39.58 ± 3.01	0.191
Descarga ocular (%)	37.77 ± 2.68	42.65 ± 3.22	0.201
Animales respiración forzada (%)	1.12 ± 0.47	8.00 ± 2.26	0.001
Sin alteración tegumentos (%)	17.88 ± 2.73	11.82 ± 2.48	0.073
Alteración moderada tegumentos (%)	47.73 ± 3.04	61.69 ± 3.27	0.001
Alteración severa tegumentos (%)	23.85 ± 3.80	21.40 ± 3.50	0.203
<i>Ausencia de pelo</i>			
Tarso	24.53 ± 2.89	28.92 ± 2.79	0.047
Cuarto trasero	24.00 ± 2.72	27.81 ± 2.58	0.160
Flanco. espalda y cuello	11.19 ± 1.60	12.54 ± 2.80	0.634
Carpo	11.77 ± 1.83	13.92 ± 1.65	0.160
Otras regiones	0.88 ± 0.58	0.23 ± 0.23	0.248
<i>Lesiones</i>			
Tarso	1.08 ± 0.38	0.65 ± 0.15	0.335
Cuarto trasero	4.88 ± 1.36	4.31 ± 1.14	0.433
Flanco. espalda y cuello	0.73 ± 0.27	0.35 ± 0.12	0.154
Carpo	0.50 ± 0.21	0.35 ± 0.12	0.582
Otras regiones	2.11 ± 1,02	0.07 ± 0.05	0.003
<i>Inflamación</i>			
Tarso	2.42 ± 0.35	1.23 ± 0.21	0.001
Cuarto trasero	0.35 ± 0.13	0.27 ± 0.12	0.776
Flanco, espalda y cuello	1.08 ± 0.34	0.46 ± 0.18	0.034
Carpo	1.11 ± 0.35	0.54 ± 0.17	0.049
Otras regiones	0.00 ± 0.00	0.385 ± 0.38	0.317
¹ Animales sin cojera (%)	57.42 ± 2.31	44.96 ± 1.97	0.001
Animales cojera moderada (%)	29.04 ± 2.02	42.58 ± 1.63	0.001
Animales cojera severa (%)	9.00 ± 1.29	9.12 ± 1.28	0.731

¹ En un 3.94 % de los animales testados, no se diagnosticó el grado de cojera.

Tabla 5. Efecto del estrés térmico en verano, sobre principio, criterios e indicadores del protocolo Welfare Quality® (media ± error estándar de la media) en las 26 granjas participantes del estudio durante el verano.

	Niveles de índice de estrés térmico			Valor P
	<68 (n=6)	68 a 72 (n=8)	>72 (n=12)	
Confort área de descanso	41.33 ± 9.81	35.38 ± 13.15	35.17 ± 12.09	0.490
Ausencia de enfermedad	30.00 ± 9.17	31.25 ± 5.52	29.75 ± 6.11	0.833
Ausencia alteración tegumento	30.50 ± 14.56	35.38 ± 7.73	31.42 ± 8.16	0.390
Tiempo en tumbarse (s)	4.45 ± 0.90	4.68 ± 0.63	4.13 ± 0.62	0.237
Colisiones (%)	36.17 ± 30.72	36.13 ± 24.67	44.00 ± 29.55	0.823
Animales tumbados (%)	44.47 ± 1.91	39.00 ± 4.14	36.92 ± 3.25	0.105
Animales tumbados fuera de sitio (%)	1.33 ± 1.21	2.50 ± 2.78	4.00 ± 5.95	0.632
Pierna sucia (%)	97.50 ± 3.02	95.75 ± 2.92	97.92 ± 2.50	0.235
Cuarto trasero sucio (%)	89.67 ± 10.35	92.00 ± 5.35	90.75 ± 9.14	0.947
Ubres sucias (%)	71.17 ^b ±16.44	82.13 ^{ab} ±12.56	91.17 ^a ±7.38	0.020
Descarga nasal (%)	51.17 ± 15.79	34.75 ± 18.71	37.00 ± 10.15	0.100
Descarga ocular (%)	41.17 ± 20.55	39.13 ± 16.44	45.75 ± 15.17	0.674
Respiración forzada (%)	0.33 ^c ±0.82	3.75 ^b ± 3.99	14.67 ^a ± 14.09	0.003
Descarga vulvar (%)	2.00 ± 2.28	0.50 ± 0.76	1.08 ± 1.62	0.335
Diarrea (%)	0.83 ± 1.60	2.13 ± 2.10	2.50 ± 3.61	0.302
Toses cada 15 minutos	5.86 ± 2.94	3.58 ± 1.89	5.73 ± 2.02	0.087
Vacas con RCS>400%	8.69 ± 2.26	11.10 ± 4.07	8.70 ± 2.67	0.322
Sin alteración en piel%	18.33 ± 18.37	12.41 ± 13.75	8.17 ± 7.23	0.598
Alteración moderada en piel (%)	49.83 ± 13.73	63.50 ± 15.50	66.42 ± 17.09	0.129
Alteración severa en piel (%)	27.67 ± 19.37	17.06 ± 12.81	21.17 ± 20.32	0.353
Animales sin cojeras (%)	40.50 ± 15.73	48.25 ± 6.43	45.00 ± 8.53	0.377
Cojera moderada (%)	45.33 ± 12.94	41.75 ± 7.17	41.75 ± 6.52	0.669
Cojera severa (%)	11.33 ± 7.97	6.13 ± 2.59	10.00 ± 7.32	0.461

En las medidas relacionadas con los criterios de confort en el área descanso, ausencia de enfermedad y ausencia de alteraciones en tegumento, no se detecta relación con el THI. Las granjas con $\text{THI} > 72$, presentan un porcentaje de animales tumbados parcial o totalmente fuera del área de descanso superior al umbral de alarma recomendado (3 %) por el protocolo WQ[®]. En cuanto al nivel de limpieza de los animales, no encontramos diferencias significativas entre los niveles de THI, a nivel del porcentaje promedio de animales con la pierna sucia (95.9 %), ni en el porcentaje de animales con cuarto trasero sucio (89.7 %). Sin embargo, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el porcentaje de animales con ubre sucia (86.2 %) con un incremento de la suciedad a mayor nivel de THI. A nivel clínico, no encontramos diferencias significativas entre los diferentes segmentos de THI, en descarga nasal, ocular y vulvar respectivamente con niveles promedios 36.7 %, 40.2 % y 1.4 % respectivamente. Sin embargo, el porcentaje promedio de animales con respiración forzada (4.6 %) presenta diferencias significativas ($P < 0.001$) entre los diferentes segmentos de THI, creciendo el porcentaje de animales con respiración forzada conforme se incrementa el valor de THI. Finalmente, no observamos diferencias significativas para los diferentes tramos de THI en el porcentaje de animales con diarrea (1.1 %), en el porcentaje promedio de animales con RCS > 400 mil (9 %), en las alteraciones de tegumento, ni en el nivel de cojeras.

4.3.4 Criterios de bienestar de diferentes tipologías de granjas

En la Figura 2 se presentan los valores de los once criterios de bienestar en función de la estación de muestreo, producción lechera, número de animales en ordeño, objetivo de producción e índice de temperatura y humedad.

En el gráfico con las valoraciones en función de la estación de muestreo (Figura 2a), no se observa diferencia entre las dos estaciones. En cuanto a la agrupación por producción (Figura 2b), las granjas de mayor y menor producción láctea tienen resultados parecidos. En el gráfico por tamaño de la granja (Figura 2c) los resultados por criterios son muy similares, aunque se observa una peor calificación de los criterios de ausencia de hambre y sed prolongada en granjas con tamaño inferior a 60 animales, mientras que, en el caso de las granjas con tamaño comprendido entre 100 y 200 vacas, se observa una peor calificación en los criterios de confort en el área de descanso y ausencia de dolor inducido.

Los resultados diferenciando entre orientación a producción lechera o a calidad con base al mayor extracto quesero (Figura 2d), tampoco muestran diferencias importantes.

En el gráfico de resultados en relación con la estratificación por THI (Figura 1e), las granjas con THI mayor de 72 presentan un patrón similar al resto de estratos, ocupando una posición intermedia entre los otros dos estratos. Las granjas con THI entre 68 y 72 presentan una mejor puntuación en ausencia de hambre prolongada, ausencia de sed prolongada, expresión de comportamiento social, expresión de otros comportamientos y ausencia de dolor inducido, pero menor en confort en el área de descanso. Las granjas con THI menor de 68 presentan una mejor puntuación en confort área de descanso y peor puntuación en expresión de comportamiento social y expresión otros comportamientos.

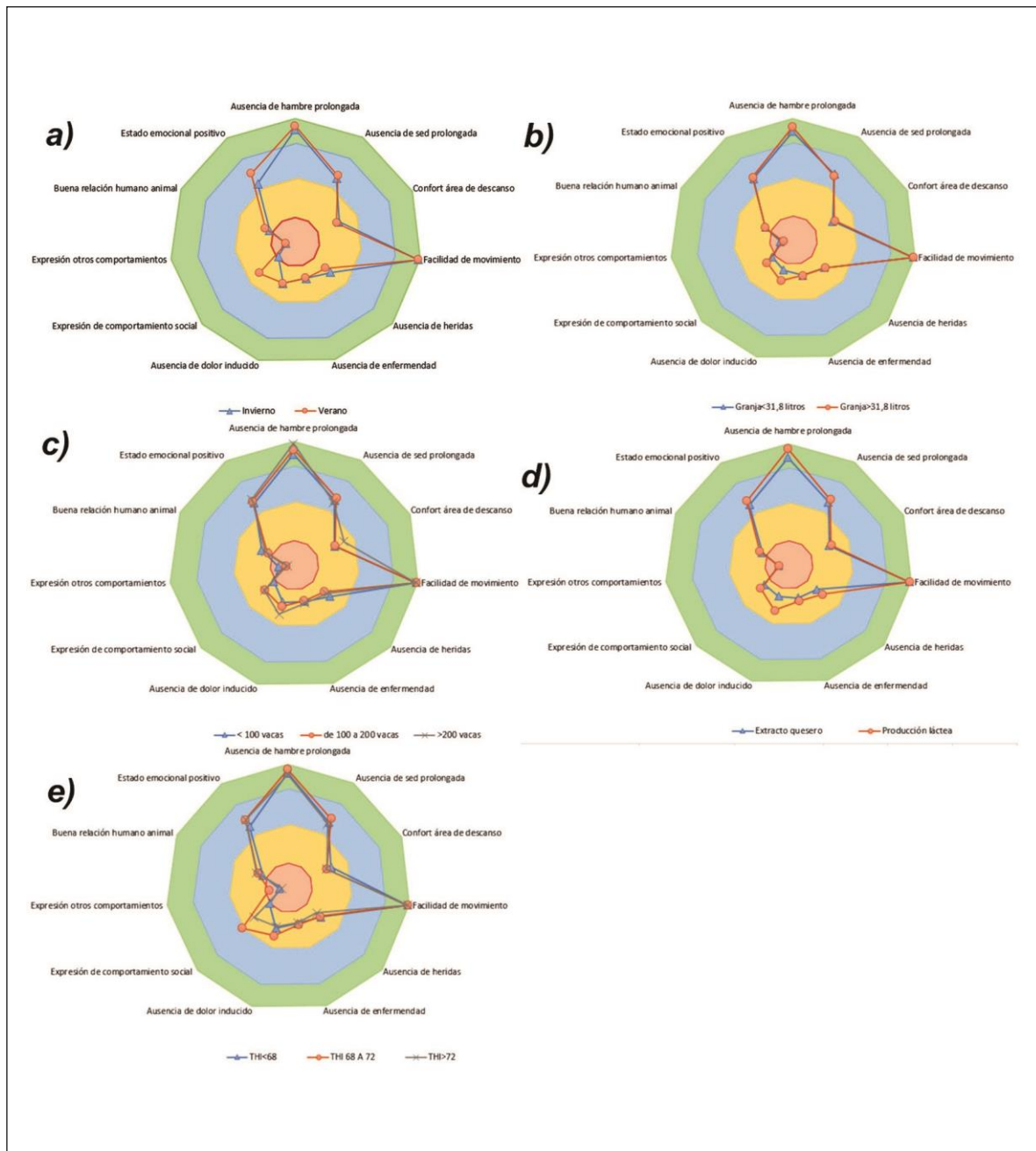


Figura 2. Calificación de los criterios de Welfare Quality® en granjas del nordeste de España en función de: a) estación de muestreo; b) producción lechera; c) número animales en ordeño; d) objetivo de producción; y e) índice de estrés térmico (THI).

4.4 Discusión

4.4.1 *Calificación global del bienestar*

El objetivo de este estudio fue evaluar el nivel de bienestar en granjas de vacas lecheras del noreste de España. Con base en el protocolo WQ[®] para la clasificación de las evaluaciones a granjas, se observó que un 28.8 % son mejoradas, 67.3 % aceptables y 3.8 % no calificadas. En un estudio realizado en 179 granjas de Alemania se obtuvo que un 43.6 % se clasificaron como mejoradas, 47.5 % como aceptables y 8.9 % como no clasificados (De Vries *et al.*, 2013). En otro estudio realizado en 37 granjas del noroeste de España el 2.7 % de las granjas fueron clasificadas como mejoradas, el 94.6 % como aceptables y 2.7 % no fueron clasificadas (Bugueiro *et al.*, 2018). Las proporciones dentro del rango de clasificaciones son muy similares a los del estudio realizado en Francia en 131 ganaderías donde un 36.6 % fueron clasificadas como mejoradas, un 57.3 % como aceptables y un 4.6 % no clasificadas (de Boyer des Roches *et al.*, 2014). Todos los estudios coinciden en la ausencia de granjas con la calificación de excelente y esto pudiera ser debido a exigencias mayores de lo calificable con el modelo real actual de explotación (De Vries *et al.*, 2013; de Boyer des Roches *et al.*, 2014; Bugueiro *et al.*, 2018).

4.4.2 *Principios, criterios e indicadores de Welfare Quality[®]*

De los cuatro principios de bienestar, buena alimentación y buen alojamiento fueron los que obtuvieron una mayor puntuación. En el caso de buena alimentación la puntuación del criterio ausencia de hambre prolongada, tiene un valor medio por encima de lo publicado en otros estudios donde las granjas participantes practicaban pastoreo (De Vries *et al.*, 2013; de Boyer des Roches *et al.*, 2014) o con similar tendencia, cuando se trataba de sistemas trabados con ausencia de pastoreo (Popescu *et al.*, 2014). En nuestro estudio, las ganaderías contaban con una presencia continua de una mezcla única de alimento con un elevado contenido de concentrado y, por lo tanto, existe una menor dispersión de la condición corporal de los animales por lo que la puntuación de ausencia de hambre prolongada se asemeja en las tres calificaciones globales alcanzadas por las ganaderías. Todo ello explicaría las elevadas puntuaciones y su menor variabilidad en la calificación de este criterio.

En cuanto al principio “buen alojamiento”, en concreto el criterio confort en el área de descanso, es donde más de un 80 % de los animales testados presentaban las tres regiones

corporales sucias, superando en los tres casos el nivel de severidad propuesto por el WQ[®] (más del 50 % en la parte baja de la extremidad, más del 19 % en cuarto trasero, más del 19 % en ubre), estos resultados son superiores a los presentados por Blanco-Penedo *et al.* (2020a) en vacas estabuladas en cubículos, pero pudiera estar relacionada con las condiciones de estabulación y manejo (Ruud *et al.*, 2010). Ocurre exactamente lo mismo con el número de colisiones a la hora de tumbarse cuyo valor del 37.1 % de los animales, también supera el límite máximo de problema serio propuesto por WQ[®] (más del 30 %), presentado resultados similares (Blanco-Penedo *et al.*, 2020). El bajo porcentaje de colisiones, a la hora de tumbarse el animal en el estudio de Molina *et al.* (2020), frente a los resultados de este trabajo, dónde se supera el umbral de alarma recomendado, manifiesta una inadecuada dimensión de los cubículos.

Los principios buena salud y comportamiento adecuado con peor puntuación en nuestro estudio, lo fueron además con respecto a los datos publicados por otros autores (De Vries *et al.*, 2013; de Boyer des Roches *et al.*, 2014). La peor puntuación en el principio buena salud, es debida probablemente a la baja puntuación obtenida en todos los criterios e indicadores que la componen. Los porcentajes de alteración de los tegumentos, cojera moderada y severa (véase Tabla 4) superan los niveles de problema serio en el WQ[®] (2009). Por el patrón de daños localizados mayoritariamente en tarso y cuarto trasero (véase Tabla 4), las diferencias observadas pueden ser debidas a la ausencia de pastoreo durante el periodo de lactancia. En un estudio donde se valoró el impacto del pastoreo, se observó que los animales que pasaban más tiempo pastando, presentaban un menor porcentaje de animales con ausencia de pelo y cojera (Wagner *et al.*, 2018), al ser el pastoreo beneficioso para la reducción de cojeras y lesiones (Arnott *et al.*, 2017). Son numerosos los trabajos que apoyan esta hipótesis de mejores puntuaciones globales en granjas con pastoreo (Popescu *et al.*, 2013; Wagner *et al.*, 2018), incluso cuando sólo se realiza durante un corto periodo de tiempo, que permite al animal la recuperación de parte de sus lesiones previas ocasionadas en el establo (Hernandez-Mendo *et al.*, 2007). También, el material de la cama juega un papel fundamental para el confort de los animales (Cazin *et al.*, 2014). En un estudio realizado en explotaciones de vacuno lechero de Córdoba (Molina *et al.*, 2020), la alteración del tegumento en cubículo de compost con unas dimensiones de entre 1.9 a 2.5 m² por vaca y el porcentaje de animales con alteración de tegumentos fueron muy inferiores a los presentados en este trabajo, 85 % de los animales sin alteración, 11 % media y 3 % severa, posiblemente debido a la combinación

del efecto del tipo y cantidad de material en los cubículos y a sus dimensiones. Con respecto al nivel de cojeras, la elevada carga animal de las instalaciones y la ausencia de confort, cuya puntuación recordamos es inferior a 40, puede aumentar el tiempo que los animales pasan de pie incrementando el riesgo de problemas podales. Esta afirmación coincide con un estudio realizado en Canadá donde los animales expuestos a una mayor densidad pasaron menos tiempo tumbados, e incrementaron la competitividad por su lugar de descanso (Winckler *et al.*, 2015).

La mala puntuación en el criterio ausencia de enfermedad en nuestro estudio, se debe a los valores obtenidos en los indicadores: descarga nasal, descarga ocular, y una frecuencia de toses cada 15 min, que superan ampliamente el umbral de alarma (10, 6 y 6 respectivamente) establecido en el WQ[®]. Ambos datos pueden estar relacionados con una elevada densidad de animales (véase Tabla 2), que empeora la calidad del aire favoreciendo el incremento en las condiciones de estrés y por tanto de patologías relacionadas con el aparato respiratorio como describe Macitelli *et al.* (2020) en ganado vacuno de carne. En nuestro estudio encontramos que el número de cubículos y cornadizas por vaca no alcanzan la plaza por animal, lo que favorece un incremento en las condiciones de estrés, reduciendo el tiempo de descanso y el tiempo dedicado a la ingesta de alimento (Krawczel y Grant, 2009).

Otro manejo con alto impacto en el bienestar animal son las escasas prácticas que mitigan el dolor durante el descornado de los animales y la amputación de cola, reflejado en la tabla 3 en el criterio de ausencia de dolor inducido, en cuanto al descornado un 53.8 % utiliza termo cauterizador frente al 46.2 % que sigue utilizando pasta caustica. El 26.9 % hace uso de analgesia, un 30.8 % de anestesia y un 11.5 % de las granjas reconocen hacer uso del corte de colas sin ningún tipo de analgesia y anestesia por el método de la goma. Dando lugar a que la puntuación en el criterio sea inferior al promedio obtenido por otros autores en otros países (De Vries *et al.*, 2013; Wagner *et al.*, 2017), pero en cambio siendo superiores a los obtenidos en otros estudios a nivel nacional (Bugueiro *et al.*, 2018). En referencia al descornado, está demostrado que el uso de anestesia local reduce el estrés y el dolor del animal (Graf y Senn, 1999), y que hay una tendencia a la mejora en la ganancia media diaria de peso vivo, en animales que han recibido un analgésico no esteroideo (Faulkner y Weary, 2000). En cuanto a la amputación de colas, se han descrito una serie de desventajas al amputar una parte del cuerpo del animal fundamental para

eliminar los insectos que lo perturban, además de reducir expresiones propias de comportamiento animal (Tucker *et al.*, 2001). Además, no se observan diferencias por la acción corte de colas en la limpieza, ni en el recuento de células somáticas (Tucker *et al.*, 2001). Dentro del marco europeo existen proyectos de investigación dedicados a la búsqueda de métodos alternativos como por ejemplo al descornado (SANCO, 2009). En cambio, a nivel de ganadero existe una escasa concienciación en cuanto a la mitigación del dolor (Gottardo *et al.*, 2011). En nuestro trabajo, en las visitas no calificadas no se hace uso ni de analgesia, ni de anestesia durante el descornado y lo que es más grave aún, aunque el corte de colas esté recomendado no ser practicado en Europa, estando además firmado y ratificado por España (CETS, 1976), un 36.95 % de los animales testados en el grupo no calificada, presentaban lesiones compatibles con la práctica de corte de colas.

La otra baja calificación se produce en el principio de comportamiento adecuado, donde todos los criterios obtienen puntuaciones por debajo de 30, excepto para el criterio estado emocional positivo, que alcanza una puntuación superior a 60. Esta puntuación es muy inferior a la de otros estudios (De Vries *et al.*, 2013; de Boyer des Roches *et al.*, 2014; Popescu *et al.*, 2014; Wagner *et al.*, 2017). Sólo los datos publicados por Bugueiro *et al.* (2018) coinciden con la mala calificación reportada en el presente trabajo.

La baja puntuación en el criterio de expresión de comportamiento social es debido al elevado número de golpes de cabeza, 2.5 por hora de promedio frente al valor de situación extrema de 1.6 propuesto por el WQ[®], presentando resultados similares a los de Bugueiro *et al.* (2018). Una posible explicación del elevado número de golpes de cabeza es la elevada densidad, que limita la cantidad de recursos disponibles para el animal, afectando su comportamiento, incrementándose el número de comportamientos sociales agonísticos, sobre todo en la zona de comedero (Rioja-Lang *et al.*, 2009) y reduciéndose las interacciones positivas, por efecto de la jerarquización del rebaño, donde la edad está directamente relacionada con el nivel de jerarquía (O'Connell *et al.*, 1989).

Es difícil indicar una posible explicación a las diferencias referentes al número de cabezazos y otros comportamientos sociales agonísticos que afectan a la clasificación global. No existen diferencias importantes, entre no calificadas y el resto, para las variables indicativas de una posible limitación de recursos como, por ejemplo, los centímetros de comedero por vaca, o el número de veces que se suministra comida al día y se arrima. En cuanto a la excesiva densidad observada en las granjas, con cubículos por

vaca, en las granjas con cama caliente 10.3 m² por vaca y 0.8 cornadizas por vaca, siempre que el animal tenga posibilidad de huir, evitará la situación de conflicto, pero en el caso contrario, los comportamientos agresivos se incrementarán, siendo más marcada esta agresividad cuando el tamaño de los grupos es mayor (Bouissou, 1980). Finalmente podríamos pensar que uno de los factores diferenciadores fuera la edad de los animales, pero el porcentaje de primeras lactaciones es bastante similar en los tres grupos, siendo la edad y no tanto el peso factores determinantes (Šárová *et al.*, 2013).

El criterio expresión de otros comportamientos, obtiene la más baja puntuación al tratarse de explotaciones con estabulación libre sin pastoreo y sin área de ejercicio exterior, durante la lactancia y el protocolo WQ[®] penaliza la ausencia de éstos.

Finalmente, el criterio buena relación humano animal obtiene una puntuación baja, en este caso medido por el indicador distancia de acercamiento donde un 28 % de los animales son tocados frente al 43 % que huyen a más de un metro de distancia, esto puede ser debido a dos factores no directamente relacionados con el tamaño de la explotación, pero sí con la relación entre cuidadores y animales. Está demostrado que cuanto más frecuente y positiva sea la relación entre el cuidador y el animal, mejor será la reacción ante éste, pudiendo distinguir entre los diferentes cuidadores según el trato recibido (De Passillé *et al.*, 1996). Incluso en procesos como el descornado y la amputación de cola, el paso por un proceso negativo sin ningún tipo de atenuante genera, además de dolor una reacción de ansiedad, pudiendo provocar una mayor dificultad de adaptación futura y una pérdida de la respuesta natural cognitiva (Neave *et al.*, 2013).

4.4.3 Efecto de la estación y el THI

Es durante la estación de verano y en las granjas con mayor nivel de THI donde se encuentran las mayores ratios de respiración forzada. Siendo este indicador, junto con otros indicadores fisiológicos (aumento frecuencia respiratoria, de la saliva, transpiración y flujo de sangre a piel), los más adecuados para detección precoz de estrés térmico (Galán *et al.*, 2018). Por tanto, aunque el protocolo WQ[®] no contempla el efecto de la temperatura y la humedad, a pesar de su cada vez, mayor importancia en países de clima mediterráneo, sería interesante utilizar esta medida para la detección y calificación del estrés térmico. Por otro lado, debido al nivel de suciedad elevado generalizado indicativo de un alto nivel de densidad en granja, no se detectan diferencias entre granjas con diferentes niveles de THI, excepto a nivel de ubre. A mayor nivel de THI se observa una mayor suciedad de la ubre. Este hecho puede estar relacionado además con la distribución desigual de animales en las instalaciones en las horas del día en granjas y días con mayor nivel de THI, concentrándose de manera jerárquica en las zonas más sombrías y húmedas de la granja. Además, es posible que los animales menos dominantes lleguen a tumbarse en pasillos, con la intención de estar más frescos, al quedar en ocasiones y en algunas granjas, parte de los cubículos expuestos al sol, o existir zonas de la granja con menor ventilación, hecho que puede confirmarse al observarse un incremento del número de animales tumbados fuera de sitio durante la estación de verano en nuestro estudio. Además, aunque no existe diferencias en el porcentaje de diarreas si hay una mayor tendencia en granjas con mayor nivel de THI, posiblemente relacionado con una distorsión en el comportamiento de alimentación (Miller-Cushon *et al.*, 2019).

En cuanto a las diferencias existentes en los indicadores ausencia de cojeras y cojeras moderadas entre estaciones, siendo en verano la segunda visita y donde hay menor número de animales ausentes y mayor número de animales con cojeras moderadas. Este incremento podría ser consecuencia de una superficie de suelo demasiado dura, cubículos poco confortables, como manifiestan el número de colisiones y finalmente el mayor número de horas que pasa el animal de pie en verano, debido al estrés térmico, coincidiendo con los resultados presentados por Cook *et al.* (2007), donde animales sometidos un mayor nivel de THI aumentaban el tiempo de permanencia de pie, incrementándose el número de animales cojos. Es necesario recordar que las visitas se distribuyeron durante los meses de invierno y verano por lo que se pudo medir el efecto de las dos estaciones en los indicadores.

Finalmente, no encontramos diferencias significativas entre los escenarios de comparación de tipos de granjas, obteniendo resultados similares entre las dos estaciones, los diferentes tamaños de explotación, niveles de producción lechera, y orientación productiva, lo que nos permite lanzar la hipótesis de que en cada modelo y dentro de las agrupaciones propuestas, existen granjas con buen y mal manejo, de ahí los patrones gráficos tan similares a pesar de los diferentes escenarios. Esta hipótesis se ve reforzada cuando comparamos los resultados de este trabajo, en cuanto al tamaño de granja, con los publicados por EFSA (2015) donde el tamaño de granja no tiene un efecto directo sobre las enfermedades y el bienestar animal.

4.5 Referencias Bibliográficas

- Alonso ME, González-Montaña JR, Lomillos JM (2020). Consumers' concerns and perceptions of farm animal welfare. *Animals* 10(3): 385. <https://doi.org/10.3390/ani10030385>.
- Arnott G, Ferris CP, O'connell NE (2017). Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. *Animal* 11(2): 261-73. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001336>.
- Blanco-Penedo I, Ouweltjes W, Ofner-Schröck E, Brügemann K, Emanuelson U (2020a). Symposium review: animal welfare in free-walk systems in Europe. *Journal of Dairy Science* 103(6): 5773-5782. <https://doi.org/10.3168/jds.201917315>.
- Blanco-Penedo I, Velarde A, Kipling RP, Ruete A (2020b). Modelling heat stress under organic dairy farming conditions in warm temperate climates within the Mediterranean basin. *Climatic Change* 162: 1269-1285. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02818-y>.
- Bertocchi L, Fusi F (2014). Guidelines for the assessment of welfare and biosecurity in dairy cattle in loose housing systems. 1st. ED. Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna "Bruno Ubertini", Brescia, Italy. 170 pp.
- Bohmanova J, Misztal I, Cole JB (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science* 90(4): 1947-1956. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>.
- Bouissou MF (1980). Social Relationships in Domestic Cattle under Modern Management Techniques. *Bolletino Di Zoologia* 47(3-4): 343-353. <https://doi.org/10.1080/11250008009438691>.
- de Boyer des Roches AB, Veissier I, Coignard M, Bareille N, Guatteo R, Capdeville J, Gilot-Fromont E, Mounier L (2014). The major welfare problems of dairy cows in French commercial farms: an epidemiological approach. *Animal Welfare* 23(4): 467-78. <https://doi.org/10.7120/09627286.23.4.467>.
- Blokhuis HJ, Veissier I, Miele M, Jones B (2010). The Welfare Quality® project and beyond: safeguarding farm animal well-being. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* 60(3): 129-40 <https://doi.org/10.1080/09064702.2010.523480>.
- Bugueiro A, Pedreira J, Diéguez FJ (2018). 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. http://dx.doi.org/10.31893/2318-1265_jabb.v6n3p84-89.
- Calamari L, Bertoni G (2009). Model to evaluate welfare in dairy cow farms. *Italian Journal of Animal Science* 8: 301-323. <http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.301>.
- Carabaño MJ, Bachagha K, Ramón M, Díaz C (2014). Modeling heat stress effect on Holstein cows under hot and dry conditions: selection tools. *Journal of Dairy Science* 97: 7889-7904. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8023>.
- Cazin P, Nicks B, Dufrasne I (2014). Cubicle design and the comfort of dairy cows. *INRA Productions Animales* 27(5): 359-368.

- CETS (1976). CETS n.º 087: Protección de los animales en explotaciones ganaderas. Firmado y ratificado por España. Entró en vigor el 6 de noviembre de 1988. Enmendado en 1992 (Protocolo CETS n.º 145).
- Cook NB, Mentink RL, Bennett TB, Burgi K (2007). The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 1674-1682. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-634>.
- European Food Safety Authority, EFSA (2009). Scientific Opinion on the overall effects of farming system on dairy cow welfare disease. *The EFSA Journal* 7: 1143. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1143>.
- European Food Safety Authority, EFSA (2015). Scientific opinion on the assessment of dairy cow welfare in small-scale farming systems. *The EFSA Journal* 13(6): 4137. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4137>.
- European Commission (2016). Special Eurobarometer 442: Attitudes of Europeans towards animal welfare. Fieldwork Publication Survey Requested by the European Commission, no. March: 1-17. <https://doi.org/10.2875/645984>.
- Faulkner PM, Weary DM (2000). Reducing pain after dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 83(9): 2037-2041. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75084-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75084-3).
- Galán E, Llonch P, Villagrà A, Levit H, Pinto S, del Prado A (2018). A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. *PLoS ONE* 13(11): 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206520>.
- Gottardo F, Nalon E, Contiero B, Normando S, Dalvit P, Cozzi G (2011). The dehorning of dairy calves: Practices and opinions of 639 farmers. *Journal of Dairy Science* 94: 5724-5734. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4443>.
- Graf B, Senn M (1999). Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia. *Applied Animal Behaviour Science* 62(2-3): 153-171. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00218-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00218-4).
- Hagiya K, Bamba I, Osawa T, Atagi Y, Takusari N, Itoh F, Yamazaki T (2019). Length of lags in responses of milk yield and somatic cell score on test day to heat stress in Holsteins. *Animal Science Journal* 90(5): 613-618. <https://doi.org/10.1111/asj.13186>.
- Hernandez-Mendo O, Von Keyserlingk MAG, Veira DM, Weary DM (2007). Effects of pasture on lameness in dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90(3): 1209-1214. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71608-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71608-9).

- IDECAT (2019). Anuario estadístico de Cataluña. Meteorología, observaciones principales, comarcas y Aran. Conselleria de Medi ambient de la Generalitat de Catalunya. Disponible en: <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=214&lang=es> (Consultado: 01/05/2021)
- Krawczel P, Grant R (2009). Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior. *NMC Annuals Meeting Proceedings* 48: 15-24.
- Lacetera N (2019). Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers* 9(1): 26-31. <https://doi.org/10.1093/af/vfy030>.
- Macitelli F, Braga JS, Gellatly D, Paranhos da Costa MJR (2020). Reduced space in outdoor feedlot impacts beef cattle welfare. *Animal* 14: 25882597. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001652>.
- María GA (2006). Public perception of farm animal welfare in Spain. *Livestock Science* 103(3): 250256. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.05.011>.
- Miller-Cushon EK, Dayton AM, Horvath KC, Monteiro APA, Weng X, Tao S (2019). Effects of acute and chronic heat stress on feed sorting behaviour of lactating dairy cows. *Animal* 13:2044-2051. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003762>.
- Molina L, Agüera EI, Pérez-Marín CC, Maroto-Molina F (2020). Comparing welfare indicators in dairy cattle under different loose housing systems (deep litter vs cubicle barns) using recycled manure solids for bedding. *Spanish Journal of Agricultural Research* 18(1): 1-9. <https://doi.org/10.5424/sjar/2020181-15287>.
- Napolitano F, Girolami A, Braghieri A (2010). Consumer liking and willingness to pay for high welfare animal-based products. *Trends in Food Science & Technology* 21(11): 537-543. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.07.012>.
- Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Ranieri MS, Bernabucci U (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science* 130(1-3): 5769. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>.
- Neave HW, Daros RR, Costa JHC, Von Keyserlingk MAG, Weary DM (2013). Pain and pessimism: dairy calves exhibit negative judgement bias following hot-iron disbudding. *PLoS ONE* 8(12): 813. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080556>.
- O'Connell JO, Giller PS, Meaney W (1989). A Comparison of Dairy Cattle Behavioural Patterns at Pasture and during Confinement. *Irish Journal of Agricultural Research* 28(1): 65-72. <https://www.jstor.org/stable/25556231>.
- De Passillé AM, Rushen J, Ladewig J, Petherick C (1996). Dairy calves' discrimination of people based on previous handling. *Journal of Animal Science* 74(5): 969-974. <https://doi.org/10.2527/1996.745969x>.
- Pasqui M, di Giuseppe E. (2019). Climate change, future warming, and adaptation in Europe. *Animal Frontiers* 9(1): 6-11: <https://doi.org/10.1093/af/vfy036>.
- Popescu S, Borda C, Diugan EA, Spinu M, Groza IS, Sandru CD (2013). Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise. *Acta Veterinaria Scandinavica* 55: 43. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-43>.
- Popescu S, Borda C, Diugan EA, Niculae M, Stefan R, Sandru CD (2014). The effect of the housing system on the welfare quality of dairy cows. *Italian Journal of Animal Science* 13(1): 2940. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.2940>.

- Rioja-Lang FC, Roberts DJ, Healy SD, Lawrence AB, Haskell MJ (2009). Dairy cows trade-off feed quality with proximity to a dominant individual in Y-maze choice tests. *Applied Animal Behaviour Science* 117(3-4): 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.12.003>.
- SANCO (2009) ALCASDE Proyect. Final report: study on the improved methods for animal-friendly production, in particular on alternatives to the castration of pigs and on alternatives to the dehorning of cattle. Directorate General for Health and Consumers, Animal Health and Welfare Directorate, Monells, Girona, España. 65 pp.
- Šárová R, Špinka M, St hulová I, Ceacero F, Šimeková M, Kotrba R (2013). Pay respect to the elders: age, more than body mass, determines dominance in female beef cattle. *Animal Behaviour* 86(6): 1315-1323. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.10.002>.
- Ruud LE, Bøe KE, Østerås O (2010). Risk factors for dirty dairy cows in Norwegian freestall systems. *Journal of Dairy Science* 93(11): 5216-5224. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3321>.
- Toledo IM, Thatcher WW (2020). Heat stress: effects on milk production and composition. Reference Collection in Food Science. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00005-2>.
- Tucker CB, Fraser D, Weary DM (2001). Tail docking dairy cattle: effects on cow cleanliness and udder health. *Journal of Dairy Science* 84(1): 8487. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74455-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74455-4).
- De Vries M, Bokkers EAM, van Schaik G, Botreau R, Engel B, Dijkstra T, de Boer IJM (2013). Evaluating results of the Welfare Quality multicriteria evaluation model for classification of dairy cattle welfare at the herd level. *Journal of Dairy Science* 96(10): 6264-6273. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6129>.
- Wagner K, Brinkmann J, March S, Hinterstößer P, Warnecke S, Schüler M, Paulsen HM (2017). Impact of daily grazing time on dairy cow welfare results of the Welfare Quality® protocol. *Animals* 8(1): 1. <https://doi.org/10.3390/ani8010001>.
- Welfare Quality® (2009). Welfare Quality®. Assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium publ., Lelystad, The Netherlands. Disponible en: http://www.welfarequality.net/media/1088/cattle_protocol_without_veal_calves.pdf (Consultado: 01/05/2021).
- Winckler C, Tucker CB, Weary DM (2015). Effects of under- and overstocking freestalls on dairy cattle behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 170: 14-19. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.06.003>.

5 CAPÍTULO II – Relación entre indicadores del nivel de bienestar y la expresión de potencial genético en vacas lecheras de raza Holstein

5.1 Introducción

La reducida esperanza de vida del vacuno lechero, a pesar de todo el avance tecnológico, sigue siendo a nivel mundial una cuestión no resuelta y en deuda con la sociedad. La mejora genética orientada al incremento de producción ha sido uno de los objetivos logrados en los últimos 100 años (Miglior *et al.*, 2017). Ésta obtuvo una rápida respuesta animal, pero generó una serie de problemas asociados al empeoramiento de los caracteres funcionales. Muchos de estos caracteres están relacionados con las principales causas de eliminación involuntaria del animal como son la fertilidad, mamitis y cojeras, todas asociadas con la salud animal (Lucy, 2001). Como consecuencia ha dado lugar a elevadas cifras de tasa de reposición, en ocasiones cercanas al 39 % y una longevidad animal inferior a los 59 meses de vida (Boettcher, 2016). Esta problemática genera además un elevado coste de reposición para el ganadero, pero también para el medio ambiente debido al gasto de recursos poco aprovechados al criar animales que tendrán una corta esperanza de vida (De Vries, 2017). En los últimos años, se ha producido un cambio de paradigma en la mejora genética. Sin perder su objetivo de producción, la mejoría de los caracteres funcionales tiene cada vez más importancia por su intención de prolongar la vida productiva del animal a través de los denominados índices genéticos funcionales (Egger-Danner *et al.*, 2014). Ésta permite una mejor adaptación del animal al entorno, aumentado su resiliencia. Pero a pesar de la importancia de estos caracteres, la selección basada en estos índices no es fácil debido a su heredabilidad baja a moderada (Pérez-Cabal y Alenda, 2002), lo que da lugar a resultados no visibles a corto o medio plazo.

Por tanto, la base para el incremento de la longevidad, además de la mejora genética, debe ser la mayor adaptación de las condiciones de vida y del entorno para obtener un buen estado de bienestar. Esta mejora no solo puede contribuir a reducir la problemática de la eliminación involuntaria, también debe solucionar la falta de bienestar del animal en su día a día, que afecta a la expresión de su capacidad o potencial genético (Rushen y Pasillé, 2013). Los datos presentados por Owusu-Sekyere *et al.* (2023) muestran el impacto que puede tener una ampliación y mejoramiento de las instalaciones en la tasa de eliminación. Factores como son la ampliación de los establos de cría, un aumento en el número de cubículo o de cornadizas o incluso la modernización progresiva de las instalaciones tienen un efecto directo en el incremento de la longevidad del animal.

El desarrollo económico de las granjas está unido a la longevidad de sus animales a la huella de carbono que pueda generar la industria láctea y al estatus de bienestar animal (Dallago *et al.*, 2021). Por tanto, la mejora genética ha de ir de la mano del conocimiento del impacto ambiental de la actividad y del entorno del animal, pero para ello, es necesario conocer el nivel de bienestar existente que actúa como nexo entre ambos. La definición de bienestar propuesta por Broom (1991) hace referencia al estado de un individuo en relación con su entorno y que dicho entorno pueda ser medido. Por lo que la utilización de los protocolos de bienestar o incluso la monitorización continua, constituyen herramientas que nos puede ser útiles de cara a la medición de esa relación entre genética y entorno.

El objetivo de este trabajo es poder conocer si los datos individuales del Welfare Quality[®] *Assessment protocol for cattle* (2009) se pueden relacionar con la eficiencia en caracteres productivos explicando su infra o sobre expresión, y si existe algún tipo de relación entre WQ[®] y el valor genotípico esperado a través de los índices funcionales y productivos.

5.2 Material y métodos

En este capítulo se utilizó la información individual de los animales participantes en el estudio. De los 2960 registros individuales de animales disponibles, se eliminaron los animales que no estuvieran correctamente relacionados con su documento de identificación bovino (DIB) a partir del crotal registrado en granja (300 animales), y también se eliminaron los individuos con más de 425 días en leche.

Tras cruzar las bases de datos, en la estación de invierno se disponían de 1092 registros individuales, con un rango de 2 a 62 animales por granja, con datos de las observaciones del Welfare Quality[®] *Assessment protocol for cattle* (2009), valoración genética del Libro Genealógico de la raza Frisona (LGF) y Control Lechero Oficial (CLO). En la temporada de verano se disponía de 1221 registros, siendo el rango de 16 a 69 animales por granja. Si se tiene en cuenta que había animales con datos en las dos estaciones, la base de datos estaba formada por 1931 animales con entre 1 y 9 registros de CLO.

Finalmente, para la evaluación de la relación entre WQ[®] y CLO solo se utilizaron los registros de 1698 animales, que son los que disponía de CLO dentro de un rango máximo de 40 días antes o después de la evaluación WQ[®].

Para la recopilación de datos se utilizaron los registros de La Federación de Asociaciones de Criadores de Raza Frisona de Cataluña (FEFRIC). Para la obtención de los datos relacionados con el fenotipo se utilizaron los datos del control lechero oficial a partir de los caracteres o índices que se presentan en la Tabla 6. La valoración genética de La Confederación de Asociaciones de Frisona Española (CONAFE) incluye caracteres con el valor genético expresado en las unidades de medida originales y expresados como desviación de la media de la población, pero también otros estandarizados a una media de 100, por lo que un valor por encima del 100 supone una mejora del animal con respecto al promedio de la población de referencia y un valor inferior indica un empeoramiento. Para la obtención de los datos relacionados con el bienestar animal se aplicó el formulario de evaluación clínica presente en el WQ[®]. En la Tabla 7 se presentan las variables seleccionadas en este estudio.

Tabla 6. Descripción de los índices genéticos estudiados.

Abreviatura	Nombre	Observaciones
ICO	Índ. mérito económico	Combina el 49 % a la producción y 51 % a la funcionalidad.
ICAP	Tamaño del animal	Capacidad: incluye estatura, anchura de pecho, profundidad corporal y anchura de grupa.
ICU	Conformación de ubre	Incluye inserción anterior, altura inserción posterior, atadura suspensoria, profundidad de mamas y colocación pezones anteriores.
IGT	Tipo del animal	Incluye 16 índices morfológicos, excepto miembros, aplomos y colocación pezones posteriores.
IPP	Patas-pies	Incluye vista posterior patas traseras, ángulo podal, vista lateral de patas traseras y miembros, y aplomos.
ISP*	Salud podal	Combina los índices genéticos correspondientes a 6 alteraciones podales evaluadas actualmente en España, que son: dermatitis, úlcera de suela, enfermedad de la línea blanca, pared dorsal cóncava (laminitis crónica), flemón e hiperplasia interdigitales.
LF*	Longevidad funcional	Duración del periodo que va desde el primer parto hasta final de la vida productiva.
KL	Kg. leche	
TB	% grasa en leche	
TP	% proteína en leche	
RCS*	Recuento de células somáticas	Los mejores animales son los que tienen el valor más alto.
DA	Días abiertos	Se obtiene restando 282 días al intervalo entre partos.

* Caracteres o índices estandarizados a 100 y desviación típica de 10.

Tabla 7. Variables del formulario de evaluación clínica individual.

Variable	Niveles	Variable	Niveles
Principio Buena alimentación		<i>Lesión</i>	
Vacas delgadas*	Delgada No delgada	Tarso	Lesión No lesión
Vacas gordas*	Gorda No gorda	Cuarto trasero	Lesión No lesión
Principio Buen alojamiento		Cuello	Lesión No lesión
<i>Suciedad</i>		Carpo	Lesión No lesión
Cuarto trasero	Sucia No sucia	Flanco	Lesión No lesión
Principio comportamiento adecuado		<i>Inflamación</i>	
<i>Interacción humano-animal</i>		Tarso	Inflamación No inflamación
Distancia de huida	< 50 cm 50 – 100 cm > 100 cm	Cuarto trasero	Inflamación No inflamación
Principio buena Salud		Cuello	Inflamación No inflamación
<i>Falta de pelo</i>		Carpo	Inflamación No inflamación
Tarso	Falta de pelo No falta de pelo	Flanco	Inflamación No inflamación Inflamación
Cuarto trasero	Falta de pelo No falta de pelo	<i>Lesión y cojeras</i>	
Cuello	Falta de pelo No falta de pelo	Lesión moderada	Lesión No lesión pero falta de pelo No lesión o falta de pelo no vista
Carpo	Falta de pelo No falta de pelo	Lesión severa	Lesión No lesión
Flanco	Falta de pelo No falta de pelo	No cojeras	Cojeras No cojeras
		Tipo de cojeras	Cojera moderada No cojera Cojera severa
		Ausencia de lesión	Lesión No lesión

1.1 Análisis de datos

Los datos producción de leche, de grasa, proteína y recuento de células somáticas se corrigieron teniendo en cuenta el efecto de los días en leche y de estación, a través de un modelo lineal general que incluye 14 clases de 30 días cada uno para los días en leche y estación (4 clases).

La eficiencia se definió como la diferencia entre lo esperado en función del valor genético del animal y su fenotipo real. Para ello el valor fenotípico corregido se ajustó a un modelo que tenía en cuenta el valor genético estimado de la vaca como covariable, el número de lactación ($p_1, p_2, p_3, p>3$) como efecto fijo y la granja como efecto aleatorio.

$$Y_{ijk} = \mu + b * VGE_k + Granja_i + \text{número de lactación}_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} es el dato fenotípico de kilogramos de leche (KL), porcentaje de grasa en leche (TB), porcentaje de proteína en leche (TP) o recuento de células somáticas (RCS) corregido por el efecto días en leche y estación de la vaca k , procedente de la Granja i con un número de lactación j . VGE_k es el valor genético del carácter de la vaca k que actúa como covariable lineal.

Consideramos el residual (ε_{ijk}) obtenido para valorar la eficiencia del individuo en relación con su potencial genético, de modo que una vaca con un residual negativo, produce menos de lo esperado por su potencial genético, granja y paridad, siendo menos eficiente (véase Figura 3). Mientras que vacas con un residual positivo (ε_{ijk}) producen más de lo que se proyectaba genéticamente, siendo más eficiente. Los residuales obtenidos para las cuatro variables se clasificaron en tres niveles de expresión del valor genético estimado (VGE), bajo, medio y alto.

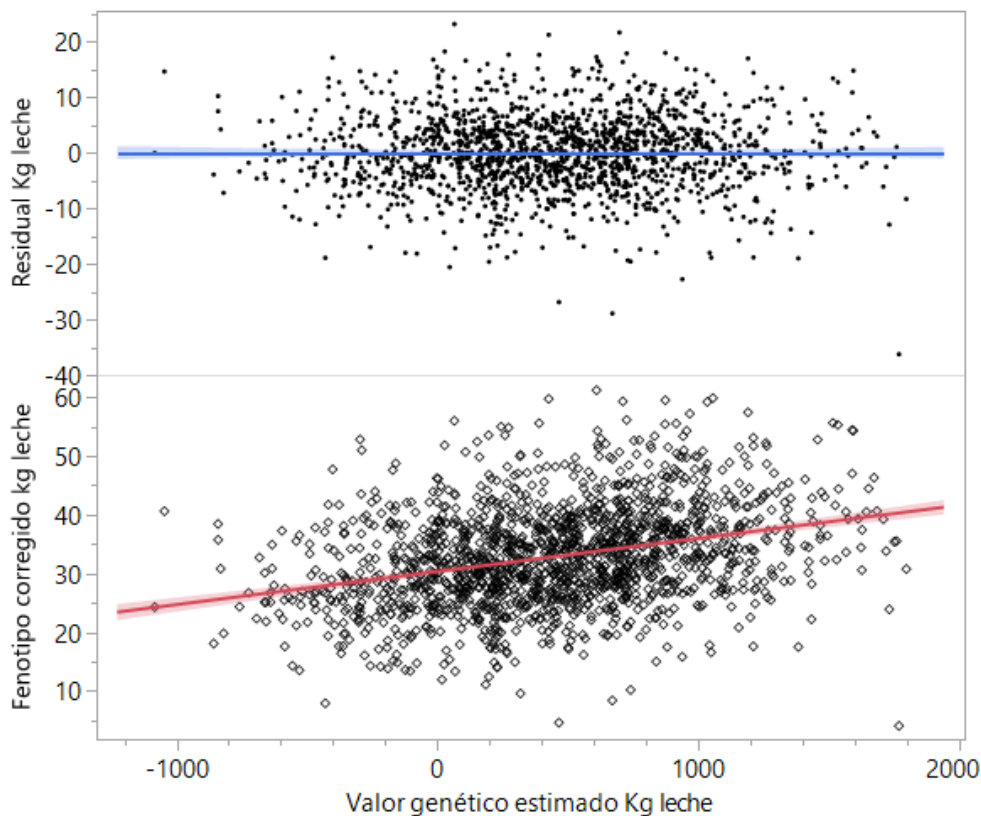


Figura 3. Relación entre los valores genéticos para la producción de leche (VGE) y la producción de leche fenotípica y KL residual. Para KL residual, los puntos por encima de la línea azul son eficientes y por debajo de la línea no son eficientes.

La asociación entre las variables de evaluación clínica individual y las tres clases de eficiencia se obtuvo mediante análisis de regresión logística. Cuando la asociación fue significativa ($P < 0.05$), se calculó la razón de probabilidades para el evento negativo (es decir, falta de pelo, lesión, inflamación) para los niveles de expresión: i) baja frente alta; ii) media frente alta; iii) media frente a baja. Como ejemplo, si esta razón de probabilidades es significativamente mayor que 1 en la comparación de expresión baja frente a alta, significa que las vacas de baja tenían una mayor probabilidad de tener el evento negativo que las vacas de alta expresión.

Se realizó un análisis de varianza con WQ[®] y lactancia agrupada y separación de medias para cada variable de WQ[®] y cada índice genético. Debido al elevado número de comparaciones se ha aplicado la corrección de Bonferroni, siendo sólo estadísticamente significativos los resultados que presentan un nivel de significación ** ($P < 0.01$) ó *** ($P < 0.001$). Los resultados con un nivel de significación de * ($P < 0.05$) debe interpretarse con precaución, por lo que sólo los niveles de $P < 0.01$ y $P < 0.001$ serán presentados y

discutidos. Todos los modelos y análisis estadísticos fueron realizados con el software R y el JMP Pro 16.

5.3 Resultados

5.3.1 Asociación entre Welfare Quality® y eficiencia en caracteres productivos

La asociación entre las variables WQ® y nivel de expresión del potencial genético para producción de leche (KL) se presenta en la Tabla 8 y para TB, TP y RCS en la Tabla 9.

En el caso de las vacas de baja eficiencia frente a las de alta, para el criterio condición corporal, las vacas de menor expresión tienen más riesgo de presentar excesiva condición corporal que las de eficiencia alta (Odds Ratio [OR] = 8.67; 95 % IC: 2.6-28.9). En el criterio alteración de tegumentos, sólo se observa asociación para la presencia de lesiones en cuarto trasero frente a ausencia, con un riesgo mayor en vaca de baja expresión frente a alta, aunque esta diferencia no es significativa (OR = 1.11; 95 % IC 0.4-2.7). En el apartado, lesión y cojeras, los animales de baja expresión presentan más riesgo de lesión moderada y falta de pelo frente a ausencia que los de alta (OR = 1.49; 95 % IC: 1.1-2.2), con también más riesgo de lesión moderada frente a falta de pelo (OR = 1.62; 95 % IC: 1.2-2.2) y de lesión severa frente a su ausencia (OR = 1.61; 95 % IC: 1.2-2.2).

En el caso de los animales clasificados como expresión media frente a los clasificados como baja, se repiten asociaciones significativas para casi los mismos eventos, de modo que para la medida condición corporal, el riesgo de vacas gordas es significativamente menor para vacas de expresión media (OR = 0.27; 95 % IC: 0.1-0.6). Para la medida alteración de tegumentos el riesgo es significativamente menor en animales de expresión media frente a los de baja para la presencia de lesiones en cuarto trasero (OR = 0.69; 95 % IC: 0.5-0.9) y cuello (OR = 0.20; 95 % IC: 0.1-0.9). Para las medidas lesión y cojera el riesgo es significativamente menor para las vacas de expresión media frente a las de baja para la lesión media frente a falta de pelo (OR = 0.70; 95 % IC: 0.5-0.9) y para la lesión severa frente a su ausencia (OR = 0.71; 95 % IC: 0.5-0.9).

Las comparaciones entre las vacas de expresión media frente a alta las relaciones se suceden en la misma dirección que en las presentadas anteriormente, pero los riesgos relativos no son estadísticamente significativos excepto para la lesión del cuello (OR = 0.21; 95 % IC: 0.1-0.9).

Tabla 8. Asociación entre variables del Welfare Quality® y nivel de eficiencia del individuo para producción de leche.

Variable WQ®	Chi cuadrado	Odds ratio según eficiencia del animal ¹			
		Baja vs Alta	Media vs Alta	Media vs Baja	
Condición corporal					
Vacas delgadas	0.2982				
Vacas gordas	<0.0001	Gordas vs No	8.67*	2.34	0.27*
Alteración tegumentos					
<i>Falta de pelo</i>					
Tarso	0.4659				
Cuarto trasero	0.4013				
Cuello	0.2541				
Carpo	0.7823				
Flanco	0.8711				
<i>Lesión</i>					
Tarso	0.6556				
Cuarto trasero	0.0091	Lesión vs No	1.64*	1.14	0.69*
Cuello	0.0350	Lesión vs No	1.11	0.21*	0.20*
Carpo	0.1858				
Flanco	0.5877				
<i>Inflamación</i>					
Tarso	0.4323				
Cuarto trasero	0.0802				
Cuello	0.5079				
Carpo	0.2238				
Flanco	.				
Lesión y cojeras					
Lesión media	0.0307	Lesión y falta de pelo vs No	1.49*	1.20	0.80
		Lesión vs Falta de pelo	1.62*	1.13	0.70*
		Falta de pelo vs No lesión	0.92	1.06	1.15
Lesión severa	0.0056	Lesión vs No	1.61*	1.15	0.71*
No cojas	0.9468				
Tipo de cojeras	0.2127				
Ausencia de lesión	0.0056	Lesión vs No	1.61*	1.15	0.71*
Suciedad					
Cuarto trasero	0.8727				
Interacción humano-animal					
Distancia de huida	0.5858				

¹Odds ratio superior a 1 y con * significa una mayor probabilidad del primer evento (es decir, Lesión) en la primera clase (es decir, Baja). Odds ratio inferior a 1 y con * significa una probabilidad más baja del primer evento en la primera clase.

En la Tabla 9 se exponen la relación entre las variables WQ[®] y los tres niveles de expresión (alto, medio, bajo) en el porcentaje de grasa en leche (TB), porcentaje proteína en leche (TP) y recuento de células somáticas (RCS). En el caso de la condición corporal, el TB solo se asocia con vaca gorda, con mayor riesgo en los animales de expresión media del TB en comparación con los de expresión baja. En cuanto al TP se asocia con falta de pelo en cuello y lesión moderada, pero solo existe un riesgo significativo de falta de pelo versus ausencia de lesión en lo animales de nivel de expresión baja del TP comparados con los de nivel media y alta. En el caso de RCS está asociado con la distancia de huida teniendo los animales de alto nivel de expresión de recuento (RCS superior a lo esperado) una mayor probabilidad de ser tocados que los de nivel medio.

Tabla 9. Nivel de significación entre las variables Welfare Quality® y niveles (alto, medio, bajo) en % grasa en leche (TB), % proteína en leche (TP) y recuento de células somáticas (RCS).

Variable WQ®	Asociación según nivel		
	TB	TP	RCS
Condición corporal			
Vacas gordas	0.006	0.447	0.494
Vacas flacas	0.472	0.248	0.345
Alteración en tegumentos			
<i>Tarso</i>			
Falta de pelo	0.918	0.942	0.297
Lesión	0.797	0.220	0.387
Inflamación	0.302	0.275	0.956
<i>Cuarto trasero</i>			
Falta de pelo	0.652	0.434	0.191
Lesión	0.371	0.697	0.181
Inflamación	0.586	0.592	0.091
<i>Carpo</i>			
Falta de pelo	0.644	0.529	0.695
Lesión	0.376	0.725	0.845
Inflamación	0.192	0.109	0.655
<i>Flanco</i>			
Falta de pelo	0.366	0.870	0.513
Lesión	0.758	0.755	0.587
Inflamación	.	.	.
<i>Cuello</i>			
Falta de pelo	0.342	0.043	0.722
Lesión	0.161	0.383	0.552
Inflamación	0.913	0.532	0.689
Suciedad por regiones			
Flanco y pierna	0.118	0.534	0.864
Ausencia de lesión y cojera			
Ausencia de cojera	0.572	0.432	0.468
Ausencia de lesión	0.312	0.526	0.308
<i>Lesión y cojeras</i>			
Moderada	0.357	0.016	0.519
Severa	0.312	0.526	0.308
Grado de cojera	0.306	0.462	0.121
Interacción humano-animal			
Distancia de huida	0.240	0.589	0.045

5.3.2 Asociación entre Welfare Quality® e índices genéticos funcionales y productivos

En la Tabla 10 se presentan los resultados de significación del test de ANOVA para el VGE de los diferentes índices genéticos, tanto funcionales como productivos, en función de los niveles de las variables del WQ®.

En cuanto al índice combinado que propone CONAFE, el ICO, no se observa diferencias estadísticas entre los valores de ICO de los animales con relación a ningún nivel de las variables de bienestar. En cuanto a los índices funcionales (véase Tabla 10), el índice de capacidad presenta una relación muy significativa ($P < 0.001$) con inflamación en tarso y relación ($P < 0.05$) con falta de pelo en cuello y carpo, inflamación en carpo, ausencia de lesión y grado de cojera. En la Figura 4 se presenta el valor genético medio estimado para ICAP en relación con las variables relacionadas con alteración de tegumentos del protocolo WQ®, y se observa que a mayor VGE del índice, mayor es la presencia de falta de pelo en carpo, mayor presencia de inflamación a nivel de tarso y una menor presencia de cojera.

Tabla 10. Nivel de significación entre las variables Welfare Quality® y el valor genético estimado para los índices genéticos corregidos por lactación.

WQ Variable	Índices de carácter funcional						Índices de carácter productivo					
	ICO	ICAP	ICU	IGT	IPP	ISP	LF	KL	%G	%P	RCS	DA
Falta de pelo												
Tarso							****					
Cuarto trasero					*	*	***					
Cuello		*		****						*		
Carpó		*		***						*		
Flanco				**		**						
Lesión												
Tarso						*				*		
Cuarto trasero							****					
Cuello												
Carpó												
Flanco												
Inflamación												
Tarso			***			*		*				
Cuarto trasero												
Cuello												
Carpó		*				*						
Flanco												
Ausencia de lesión y cojera												
Ausencia de lesión		*			***	***	*	*	*	*	*	*
Ausencia de cojera							***	**	***	***	***	***
Tipo de lesión												
Moderada							***	***	***	***	***	*
Severa							***	***	***	***	***	
Grado de cojera		*			***	***	***	***	***	***	***	
Suciedad cuarto trasero												
Distancia de huida						*						

Animales tocados* Nivel de significación para los índices genéticos P>=0.05 en blanco, P<0.05: *, p<0.01: **, p<0.001: ***

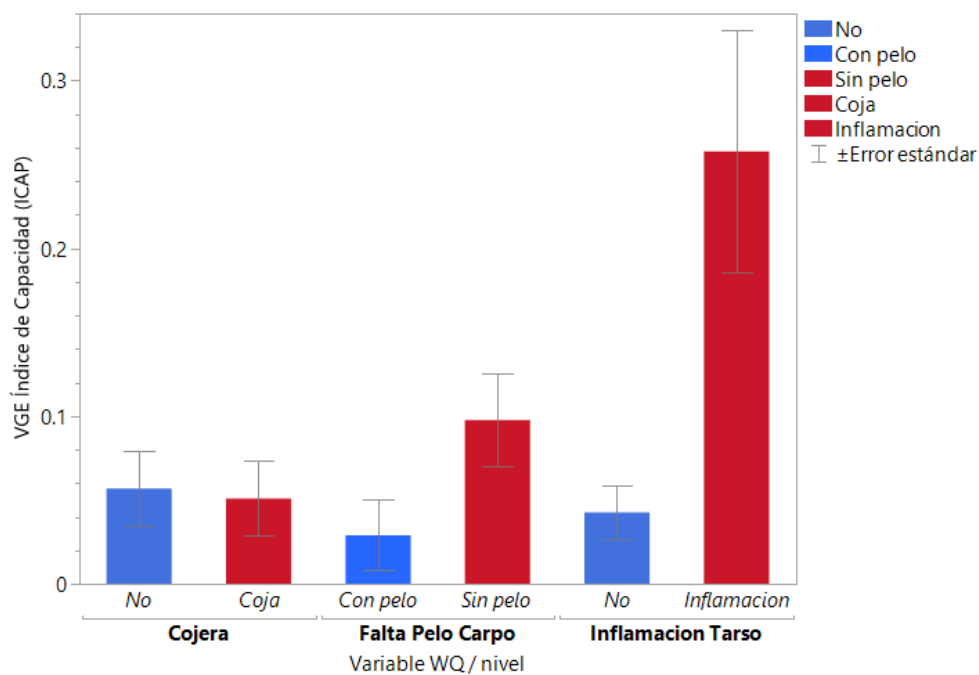


Figura 4. Valor genético medio estimado (VGE) para índice tamaño del animal (ICAP) en relación con las variables alteración de tegumentos del protocolo Welfare Quality®.

En la Figura 5 se presentan las medias de los índices ICU y IGT en función de la valoración de la variable falta de pelo en el carpo. Para el índice conformación de ubre hay una diferencia significativa ($P < 0.001$) entre las dos clases de falta de pelo siendo mayor el VGE de conformación de ubre en las vacas con falta de pelo en carpo. En el caso del índice general de tipo se observa que un mayor IGT en las vacas con falta de pelo en carpo.

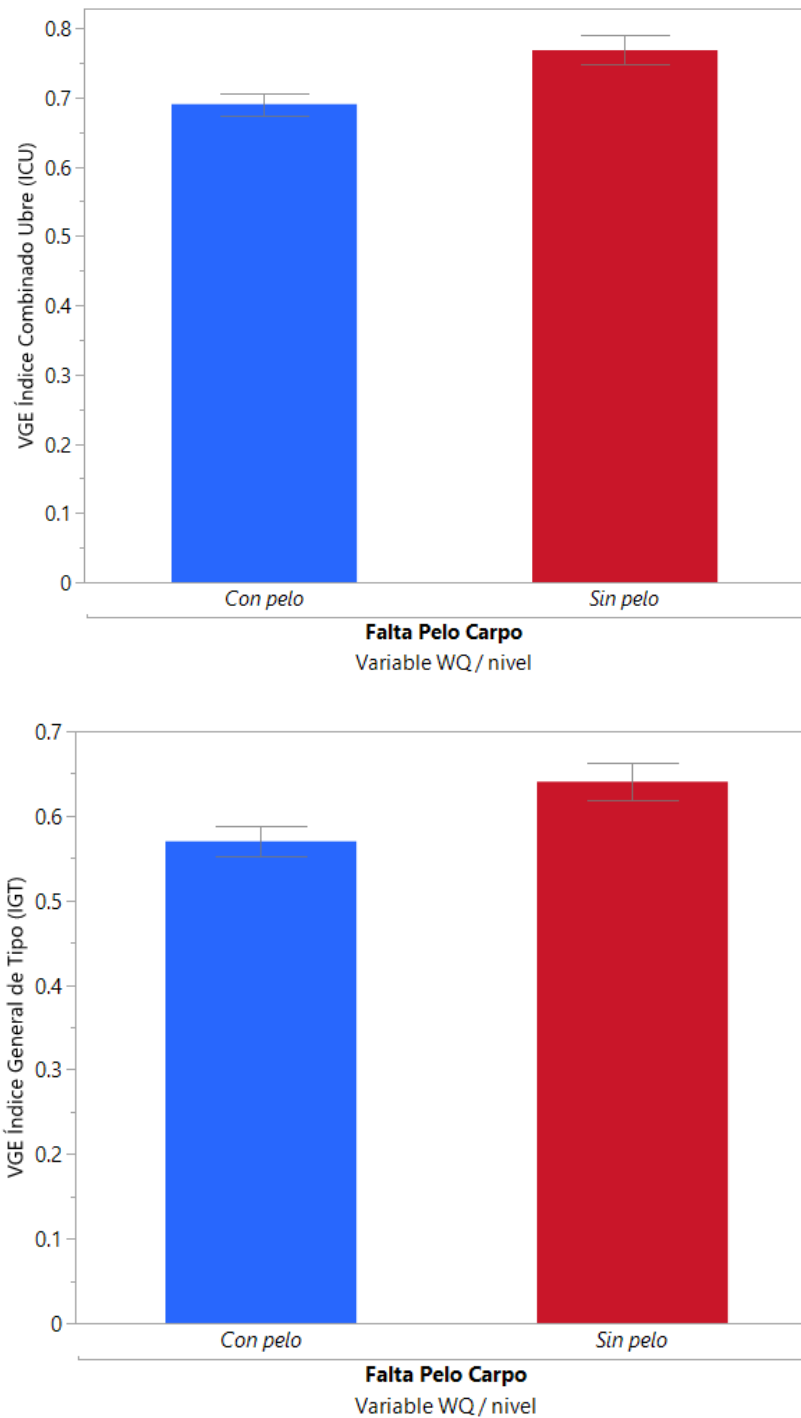


Figura 5. Valor genético medio estimado (VGE) para el índice conformación de ubre (ICU) e índice general de tipo (IGT) en relación con la variable falta de pelo en carpo del protocolo Welfare Quality®.

El índice patas pies está afectado estadísticamente con la ausencia de lesión ($P < 0.001$), el grado de cojera ($P < 0.001$), y con falta de pelo en flanco ($P < 0.001$) y en menor medida ($P < 0.05$) con falta de pelo en tarso y cuarto trasero, inflamación en tarso y con la variable distancia de huida. El índice de salud podal también está afectado estadísticamente con el grado de cojera ($P < 0.001$), con la ausencia de lesión ($P < 0.01$) y con falta de pelo en cuarto trasero ($P < 0.05$), lesión en tarso ($P < 0.05$) e inflamación en cuarto trasero ($P < 0.05$). En la Figura 6 están representadas dos gráficas que establecen la relación de VGE de IPP y de ISP con el grado de cojeras (ausencia, media o severa). Las vacas sin cojeras tienen un valor genético más alto para IPP e ISP frente a las de cojera leve o severa. Se observa que en los animales sin cojera la calificación supera los 0.22 puntos para IPP y 105 puntos para ISP.

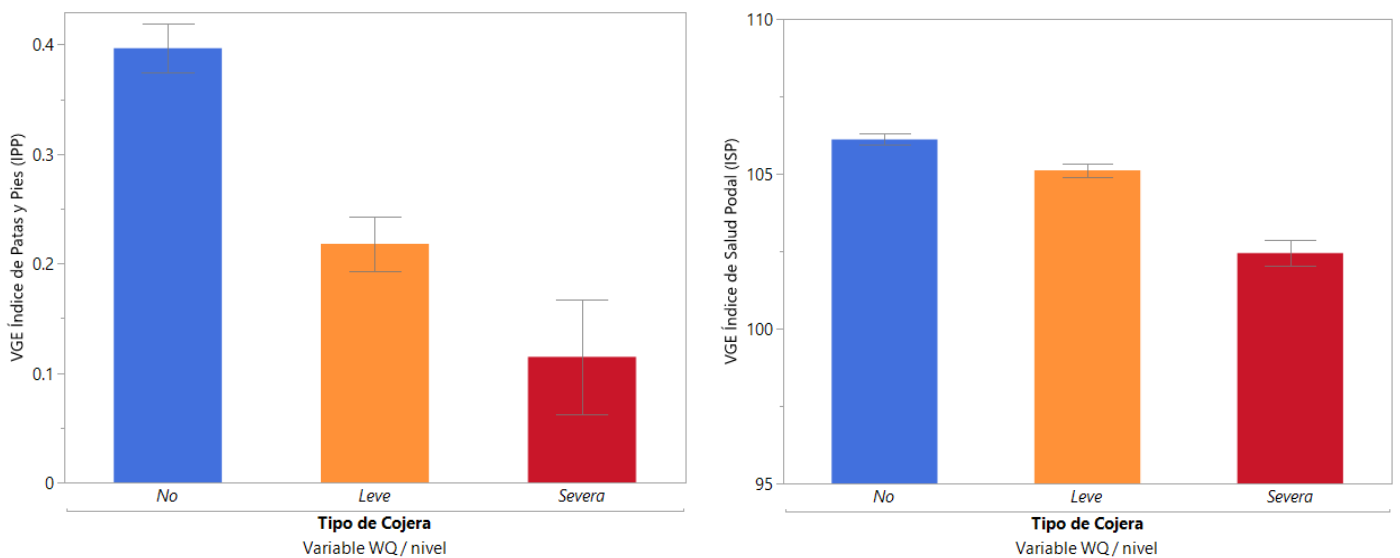


Figura 6. Valor genético medio estimado (VGE) para el índice patas-pies (ISP) y para el índice de salud podal (ISP) en relación con la variable grado de cojera del protocolo Welfare Quality®.

El índice longevidad funcional está afectado ($P < 0.001$) por las variables falta de pelo en tarso, lesión en cuarto trasero, ausencia de cojera, lesión moderada y severa. También está afectado ($P < 0.01$) por las variables falta de pelo en cuarto trasero, grado de cojera. En la Figura 7, están representadas tres gráficas que establecen la relación del VGE de LF con las variables del WQ[®] grado de cojera (ausencia, moderada, severa) y con las variables dicotómicas (ausencia, presencia), falta de pelo en tarso y lesión en cuarto trasero. Se observa que las vacas sin cojera tienen valores superiores de LF (> 106). Las vacas con falta de pelo en tarso y valores inferiores de LF (< 105) presentan ausencia de falta de pelo, y finalmente, las vacas con lesión en cuarto trasero tienen valores por debajo de 105 de LF.

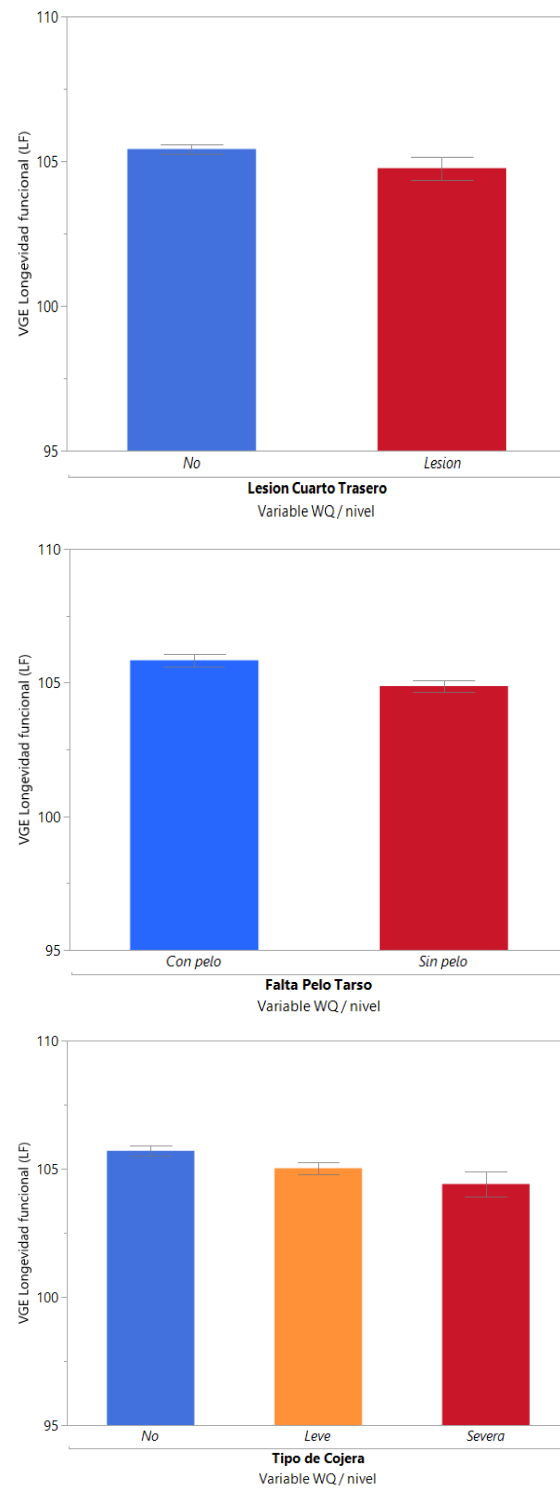


Figura 7. Valor genético medio estimado (VGE) para el índice longevidad funcional (LF) en relación con las variables grado de cojera, falta de pelo en tarso y presencia o no de lesión del protocolo Welfare Quality®.

A nivel de índices de carácter productivo, solo existe algún tipo de relación sin llegar a la significación ($P < 0.05$). El porcentaje de grasa se relaciona con falta de pelo en carpo y lesión en tarso. El porcentaje de proteína con falta de pelo en carpo, y el índice días abiertos con lesión moderada.

5.4 Discusión

5.4.1 Asociación entre Welfare Quality® y eficiencia en rasgos productivos

En cuanto a la variable condición corporal del protocolo, la relación de menor eficiencia en producción lechera a mayor condición corporal coincide con los resultados de Berry *et al.* (2003) que establece la misma relación entre condición corporal y producción láctea. Así, una excesiva condición corporal al parto tiene como consecuencia una reducción de la producción, pérdida de fertilidad y del tanto por ciento de proteína en leche, a pesar de su efecto positivo en el porcentaje de grasa (Roche *et al.*, 2009). En nuestro trabajo, las vacas más eficientes no lo son por su mérito genético, sino por el entorno en el que se desenvuelven y que les permite expresarlo. A través de la manifestación de su comportamiento natural, de unas correctas condiciones de higiene y de salud a través de un buen acceso a los recursos y de un buen manejo. Esto genera como respuesta una mayor eficiencia productiva y reproductiva (Bewley *et al.*, 2017). De modo que, animales que no llegan a manifestar su potencial genético de producción, puede que no encuentren las condiciones ideales en su entorno (Coignard *et al.*, 2014), pudiendo desviar parte de su energía a la resiliencia, frente a unas condiciones poco favorables y que obtiene como respuesta una pérdida de su producción lechera y la consecuente ganancia excesiva de peso.

Pero cuando hablamos de animales menos eficientes no nos referimos a bajo VGE para producción lechera, sino más bien de animales que presentan un alto o muy alto VGE en producción (véase Figura 3), pero no lo expresan debido a que no se reúnen una serie de condiciones que permita manifestarlo. El entorno en los animales menos eficientes afecta a la producción, pero también al estado físico del animal. De modo que encontramos en los animales poco eficientes mayor riesgo de lesión en cuello y cuarto trasero, frente a los de eficiencia media y sólo de cuello frente a los de alta. Por lo que podría estar asociado a las condiciones del entorno y al tipo de manejo, y podría indicar que el entorno de estos animales no presenta las mismas condiciones. En nuestro caso se observa un mal

dimensionamiento o escasa actualización de las cornadizas frente al tamaño real que presentan los animales, teniendo el mismo origen en otros trabajos publicados. Aunque también puede ser debido a otros factores como, la barra educadora de cuello en cubículo que también genera este tipo de lesión (Jewell *et al.*, 2019). Lo mismo sucede con la lesión en cuarto trasero, donde los cubículos de escasas dimensiones, el escaso material de cama, el tipo de material de cama, es decir granjas que no han mejorado sus instalaciones en los últimos años. El desajuste del tamaño del animal con respecto a las dimensiones que se le ofrecen ya fue estudiado por Cerqueira *et al.* (2013), que obtiene una correlación baja entre tamaño (medidas zoométricas) de rebaños de vaca frisona en Portugal con las dimensiones de los cubículos, lo que indican que éstos no se ajustan al tamaño de los animales, con las graves repercusiones que tienen de cara al bienestar. De manera que se presenta un entorno no adaptado a las necesidades reales del animal, coincidiendo con los resultados reportados en otros trabajos (Haskell *et al.*, 2006; de Vries *et al.*, 2015). Esta adaptación tiene un coste biológico para el animal debido al estrés prolongado y las desviaciones de comportamiento en sus intentos por adaptarse a un ambiente difícil (Broom, 1986). Todo ello tiene como consecuencia que los animales no puedan expresar la totalidad de su potencial genético.

En cuanto a las lesiones leves (incluye falta de pelo y falta de piel o herida) y cojera, el mayor riesgo se produce en animales que peor expresan su VGE para producción de leche frente a los de expresión alta y media (que no presentan diferencias significativas para lesión y falta de pelo). Este mayor riesgo está relacionado con el tipo de material de cama y la cantidad presente, en el caso de ser el área de descanso rellenable. Por ejemplo los cubículos con colchoneta presentan una superficie más abrasiva que los de paja por lo que los primeros pueden tener más prevalencia de lesión (Potterton *et al.*, 2011). Por tanto, la falta de dimensionamiento del cubículo como se mencionó anteriormente y no establecer unas medidas correctoras generan un deterioro progresivo que compromete no solo la producción de la vaca sino su longevidad. En cambio, a nivel de cojeras, no parece detectarse riesgos diferenciales entre los diferentes niveles de expresión del potencial genético. Una explicación podría ser el elevado porcentaje de cojera manifiesto en todos los animales y granjas, siendo un problema generalizado.

En cuanto a la asociación entre las variables del WQ[®] y la expresión de los caracteres grasa, proteína y recuento de células somáticas, para los tres rangos de clasificación (alto, medio, bajo), la mayor presencia de vaca gordas en los animales de alta eficiencia en TB

podiera ser debida a varios motivos, entre ellos la selección de individuos adaptados no por producción sino por mayor proporción de sólidos en leche y también a una alimentación no adaptada a este potencial. Las granjas con un objetivo de selección basado en los sólidos suelen trabajar dietas con mayor proporción en fibras digestibles y menos ricas en almidón, reduciendo el riesgo de picos de acidosis ruminal, gran depresor del TB. Cuando reciben dietas más energéticas adaptadas para animales de alta producción presentan más facilidad de engrasamiento, debido entre otros a que su depresión en TB no se traduce en un incremento sustancial de producción (Boerman *et al.*, 2015). Recordemos que un 36.5 % de las explotaciones de este estudio forman parte de sistema cooperativista lechero especializado en la producción de productos elaborados entre los que destaca la mantequilla y el queso. El sistema de pago de la producción lechera es en función del grado, es decir, la media de la suma del porcentaje de grasa y proteína en leche, de modo que en función del grado obtenido se pagará en mayor o menor cuantía el litro de leche con lo que el objetivo de selección de estas granjas serán los sólidos en leche. Si además tenemos en cuenta que la mayoría de estas explotaciones reciben una ración unifeed comunitaria con una única dieta tanto para animales de alta producción lechera como de media y baja, se puede intuir que habrá desajustes en la ración en algunas granjas con menor orientación productiva. Esta hipótesis se confirma con los datos obtenidos en nuestro estudio donde existen diferencias significativas entre las granjas orientadas a grado frente a las de producción, de modo que a nivel de VGE en KL las granjas pertenecientes a la Cooperativa de Cadí presentan una media inferior de valor genético (365 kg vs 480 kg; $P < 0.001$). Pero si presentan para los índices TB y TP un mayor valor genético, siendo estadísticamente significativo ($P < 0.01$).

Los animales con mayor recuento de células somáticas presenten una mayor predisposición a ser tocados que el resto, siendo el resultado contrario al obtenido por Ivemeyer *et al.* (2011) para granjas de vacuno lechero en Suiza, donde los animales más huidizos son precisamente aquellos con mayor RCS. La diferencia de resultados puede ser debidos a los diferentes criterios a la hora de establecer los límites en el recuento de células somáticas altas y a las diferentes condiciones del estudio, pues las granjas del estudio en Suiza presentaban diversas tipologías de razas, no siendo la mayoritaria la raza Holstein y con un tamaño medio de rebaño de 27 animales por granja. En el estudio de Ivemeyer *et al.* (2011) se consideró un RCS alto a partir de más de 100 mil, superando este nivel un 29.62 % de los animales testados, mientras que un 28.3 % de los animales

fueron tocados en la valoración del criterio distancia de huida. En cambio, en nuestro trabajo el tamaño de granja promedio era próximo a 150 animales, el RCS medio fue de 276 mil y un 19 % de los animales fueron tocados. Por tanto, una posible explicación de los resultados de nuestro trabajo es la actitud del ordeñador de modo que los animales con procesos mamáticos y por tanto con recuento elevado de células recibían un trato más especial y personalizado, con una mejor actitud del operario lo que genera un mayor vínculo humano-animal ante un estímulo positivo de contacto, como muestran los datos presentados por Lürzel *et al.* (2018), que observó una reducción de la distancia de huida hacia los operarios en animales que habían recibido un trato positivo durante el ordeño, las tareas en granja actualmente llevan una rutina marcada que reduce la interacción humano-animal.

5.4.2 Asociación entre Welfare Quality® e índices genéticos funcionales y productivos

En nuestro estudio observamos una clara relación significativa entre el VGE estimado de algunos índices funcionales (véase Tabla 6 para su descripción), con indicadores de bienestar basados en los daños en los tejidos de regiones específicas del cuerpo (falta de pelo, lesión e inflamación), también con el grado de cojera y con la severidad de la lesión. Sin llegar a la significación también se observa tendencias entre VGE y algunos de los indicadores nombrados anteriormente, incluso con distancia de huida (véase Tabla 10).

En el caso del índice capacidad del animal (ICAP) que engloba estatura, anchura de pecho, profundidad corporal y anchura de grupa, presenta una relación con la inflamación en tarso y tendencia de falta de pelo para carpo y cuello. Por tanto, a pesar de que su mejora interviene de manera positiva en producción láctea al presentar una mayor capacidad de ingesta y mayor espacio físico para la ubre, repercute de manera negativa en nuestro estudio sobre la salud del individuo. Estos resultados coinciden con los presentados por Pérez-Cabal y Alenda (2002) donde se observa que los animales con mayor ICAP son más productivos a nivel de rendimiento por lactación, pero no en días de vida productiva. De modo que animales más grandes de mayor estatura y profundidad corporal permanecen menos tiempo en el rebaño. En el contexto de nuestro estudio, podría deberse a un desajuste del tamaño del animal con las dimensiones del establo y los recursos disponibles para el animal. En la Figura 4, además se observa que conforme mayor es el valor genético de este índice, mayor es el riesgo de inflamación en tarso y

mayor tendencia de falta de pelo en carpo, por lo que parece que en las granjas se mejoran las dimensiones del animal de cara a la producción láctea, pero no las instalaciones. Por tanto, una reducida dimensión y material del cubículo puede tener como consecuencia la mayor presencia de inflamación y falta de pelo, como apunta Jewell *et al.* (2019) en su revisión de otros trabajos, siendo uno de los motivos comunes en los establos.

En el caso de índice conformación de ubre (ICU), que incluye los caracteres: inserción anterior, altura inserción posterior, ligamentos suspensorios, profundidad de mamas y colocación pezones anteriores, manifiesta una relación con la falta de pelo en carpo. No disponemos de estudios directos que establezcan esta relación, pero sí de algunos estudios que establecen correlación positiva entre ICU y la longevidad de los animales gracias a un buen sistema suspensorio que asegura una ubre productiva y sana (Pérez-Cabal y Alenda, 2002), pero por otro lado, los resultados obtenidos en este trabajo pudieran estar asociados también con el nivel productivo y tamaño del animal, de modo que animales de una mayor conformación de ubre son animales que precisan de una mayor ingesta y una mayor frecuencia de ingesta, por tanto, un mayor número de visitas a la línea del comedero (Johnston y DeVries, 2018), y en consecuencia, una mayor frecuencia de levantarse y acostarse de los cubículos, de modo que los principales factores de riesgo de lesión en carpo suelen ser o estar relacionados con el tipo de material o superficie del cubículo. Algo parecido puede ocurrir para la línea de comedero, en referencia a la zona sobre la que presionan las rodillas cuando el animal intenta alcanzar la comida y finalmente con la mayor frecuencia de resbalones y caídas en el establo, todo relacionado con un animal más productivo que presenta una mayor actividad en la granja con lo que si las instalaciones nos son óptimas generará un mayor riesgo de lesión (Nash *et al.*, 2016).

El IGT o índice global tipo, incluye los caracteres: estatura, anchura de pecho, profundidad corporal, anchura de grupa, ángulo de grupa, angulosidad, vista lateral y posterior de patas traseras, ángulo podal y los caracteres de ICU excepto colocación de pezones posteriores. Por tanto, comparte caracteres con los anteriores índices de ICAP e ICU y por tanto la justificación de su relación con daños en tejidos coincide con las anteriores.

En cuanto al índice patas pies (IPP), incluye los siguientes caracteres morfológicos: vista posterior de patas traseras, ángulo podal, vista lateral de patas traseras y miembros y

aplomos. En cambio, el índice de salud podal (ISP), está constituido por la combinación de seis patologías podales evaluadas en España por CONAFE (Pérez-Cabal y Charfeddine, 2015) que engloba de mayor a menor importancia: la úlcera de suela, enfermedad de la línea blanca, dermatitis, parte dorsal cóncava, el flemón y la hiperplasia interdigital. Ambos presentan una relación con el grado de cojera. A pesar de que estos rasgos presentan heredabilidades bajas y las correlaciones que se obtienen entre las lesiones de pezuña y los índices funcionales son bajas a moderadas, si mantienen relaciones positivas con la longevidad del animal y se pueden obtener resultados positivos a largo plazo (Pérez-Cabal y Alenda, 2002; Chapinal *et al.*, 2013), además de relacionarse positivamente con la capacidad productiva del animal (Pérez-Cabal *et al.*, 2006). La cojera es una de las principales causas de eliminación de los animales por su repercusión en la vida productiva del animal, con una pérdida de producción lechera además de una reducción de la manifestación de los celos, evitando ser montadas por otros animales lo que conlleva a un retraso o fallo reproductivo (De Vries y Marcondes, 2020), que constituye otras de las principales causas de eliminación.

Para la relación entre IPP y falta de pelo en flanco, así como de IPP e ISP con ausencia de lesión, su posible justificación está en animales que pueden llevar una rutina de descanso normal. Los animales que presentan peor VGE para IPP e ISP manifiestan claramente un mayor nivel de cojeras, existiendo una clara relación según el VGE, de modo que los animales con mayor VGE son los que presentan mayoritariamente ausencia de cojera. De modo que, los animales cojos suelen pasar de media el mismo tiempo o incluso más en los cubículos con la diferencia con respecto a un animal sano en la reducción de cambios posturales, lo que puede originar mayor presión contra la superficie del cubículo en zonas específica, lo que favorece la generación de lesiones. Esta hipótesis se apoya en los datos aportados por Cook *et al.* (2008), donde se justifica un mayor tiempo de descanso por parte de vacas cojas asociado al dolor que le genera la acción de levantarse y tumbarse del cubículo.

La longevidad funcional (LF), definida en nuestro trabajo como el periodo comprendido entre el primer parto hasta el final de su vida productiva, y a pesar de tener una heredabilidad baja (Honghong *et al.*, 2021), está relacionada en nuestros resultados con falta de pelo en diferentes regiones, inflamación en tarso y lesiones y cojeras. Es decir, está relacionada con todos aquellos factores que pueden afectar a lo largo del tiempo y en gran medida la movilidad del animal. Entre las principales causas que afectan a la

longevidad aportada por la bibliografía está la eliminación involuntaria de animales por escasa salud de la ubre, baja fertilidad, baja producción pero también por problemas de patas (Owusu-Sekyere *et al.*, 2023; Han *et al.*, 2022; Ahlman *et al.*, 2011). De modo que los resultados obtenidos en nuestro trabajo están relacionados con estas causas de eliminación. Como ejemplo hay numerosos estudios que establecen una relación directa entre el daño en tarso y la prevalencia de cojeras (Kielland *et al.*, 2009; Potterton *et al.*, 2011; Brenninkmeyer *et al.*, 2013; Burow *et al.*, 2013), de modo que animales con una cojera manifiesta, serán animales que además de sufrir un intenso dolor, se sentirán débiles, y más reacios a desplazarse como apunta Grandin (2018), que observó en terneros de cebo, un incremento de la problemática de cojeras e inflamación de articulaciones en animales alojados en cebaderos con suelos de cemento. Ello conlleva, un menor número de visitas a comedero, comprometiendo su condición corporal además de su capacidad reproductiva y productiva, entre otros (Fulwider y Palmer, 2004), en definitiva su salud. La mejora genética enfocada a la mejora productiva ha sido efectiva pero también ha generado una serie de problemas asociados como es la problemática de cojeras lo que ha provocado una reducción de la longevidad animal (Oltenucu y Algers, 2005).

Por tanto, la afectación del aparato locomotor en el animal tiene su efecto en la longevidad, esto es manifiesto en los datos presentes en la Figura 7, donde los animales analizados que presentan índices de LF superiores a 106, manifiestan ausencia de cojeras, ocurriendo lo contrario para aquellos con niveles inferiores a 105 que presentan el grado más severo. Por lo que existen una serie de factores y recursos ambientales que más allá del genotipo determinarán la resistencia del animal en su entorno y por tanto su longevidad.

5.5 Referencias Bibliográficas

- Ahlman T, Berglund B, Rydhmer L, Strandberg E (2011). Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *Journal of Dairy Science* 94: 1568–75. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3483>.
- Berry DP, Buckley F, Dillon P, Evans RD, Rath M, Veerkamp RF (2003). Genetic parameters for body condition score, body weight, milk yield, and fertility estimated using random regression models. *Journal of Dairy Science* 86(11):3704–17. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73976-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73976-9).
- Bewley JM, Robertson LM, Eckelkamp EA (2017). A 100-year review: lactating dairy cattle housing management. *Journal of Dairy Science* 100(12): 10418–31. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13251>.
- Boerman JP, Potts SB, VandeHaar MJ, Allen MS, Lock AL (2015). Milk production responses to a change in dietary starch concentration vary by production level in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 98(7): 4698-4706. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8999>.
- Boettcher P (2016). Breeding for improvement of functional traits in dairy cattle. *Italian Journal of Dairy Science* 4(sup3): 7-16. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.3s.7>.
- 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. *Preventive Veterinary Medicine* 109(3–4): 236–45. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.10.014>.
- Broom DM (1986). Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal* 142: 524-526. [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0).
- Broom DM (1991). Animal Welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69(10): 4167–75. <https://doi.org/10.2527/1991.69104167x>.
- Burow E, Thomsen PT, Rousing T, Sørensen JT (2013). Daily grazing time as a risk factor for alterations at the hock joint integument in dairy cows. *Animal* 7(1): 160–66. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001395>.
- Cerqueira JOL, Araújo JPP, Vaz PS, Cantalapiedra J, Blanco-Penedo I, Niza-Ribeiro JJR (2013). *International Journal of Morphology* 31(1): 55-63. <http://doi.org/10.4067/S0717-95022013000100008>.
- Chapinal N, Koeck A, Sewalem A, Kelton DF, Mason S, Cramer G, Miglior F (2013). Genetic parameters for hoof lesions and their relationship with feet and leg traits in Canadian Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 96(4): 2596-2604. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6071>.
- Coignard M, Guatteo R, Veissier I, Lehébel A, Hoogveld C, Mounier L, Bareille N (2014). Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds? *The Veterinary Journal* 199 (1): 184–87. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.011>.
- Cook NB, Marin Mj, Mentink RL, Bennett TB, Schaefer MJ (2008). Comfort zone-design free stalls: ¿do they influence the stall use behavior of lame cows? *Journal of Dairy Science* 91(12): 4673–78. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0910>.

- Dallago GM, Wade KM, Cue RI, McClure JT, Lacroix R, Pellerin D, Vasseur E (2021). Keeping dairy cows for longer: a critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals: An Open Access Journal from MDPI* 11(3): 1–26. <https://doi.org/10.3390/ANI11030808>.
- Egger-Danner C, Cole JB, Pryce JE, Gengler N, Heringstad B, Bradley A, Stock KF (2014). Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. *Animal* 9(2): 191–207 <https://doi.org/10.1017/S1751731114002614>.
- Fulwider WK, Palmer RW (2004). Use of impact testing to predict softness, cow preference, and hardening over time of stall bases. *Journal of Dairy Science* 87(9): 3080–88. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(04\)73442-6](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(04)73442-6).
- Grandin T (2018). Welfare problems in cattle, pigs, and sheep that persist even though scientific research clearly shows how to prevent them. *Animals* 8(7):124. <https://doi.org/10.3390/ani8070124>.
- Han R, Mourits M, Steeneveld W, Hogeveen H (2022) The association of herd performance indicators with dairy cow longevity: An empirical study. *PLoS ONE* 17(12): e0278204. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278204>.
- Haskell MJ, Rennie LJ, Bowell VA, Bell MJ, Lawrence AB (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89(11): 4259–66. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72472-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72472-9).
- Honghong H, Tong M, Yanfen M, XingPing W, Ma Yun M (2021) Analysis of longevity traits in Holstein cattle: a review. *Frontiers in Genetics* 12 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2021.695543>.
- Ivemeyer S, Knierim U, Waiblinger S (2011). Effect of human-animal relationship and management on udder health in Swiss dairy herds. *Journal of Dairy Science* 94(12): 5890–5902. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4048>.
- Jewell MT, Cameron M, Spears J, McKenna SL, Cockram MS, Sanchez J, Keefe GP (2019). Prevalence of hock, knee, and neck skin lesions and associated risk factors in dairy herds in the maritime provinces of Canada. *Journal of Dairy Science* 102(4): 3376–91. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15080>.
- Johnston C, DeVries TJ (2018). Short communication: associations of feeding behavior and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101(4): 3367–73. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13743>.
- Kielland C, Ruud LE, Zanella AJ, Østerås O (2009). Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *Journal of Dairy Science* 92(11): 5487–96 <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2293>.
- Lucy MC (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science* 84(6): 1277–93. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(01)70158-0).

- Lürzel S, Barth K, Windschnurer I, Futschik A, Waiblinger S (2018). The influence of gentle interactions with an experimenter during milking on dairy cows' avoidance distance and milk yield, flow and composition. *Animal* 12(2):340–49. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001495>
- Miglior F, Fleming A, Malchiodi F, Brito LF, Martin P, Baes CF (2017). A 100-year review: identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100(12):10251–71. <https://doi.org/10.3168/JDS.2017-12968>.
- Nash CGR, Kelton DF, DeVries TJ, Vasseur E, Coe J, Zaffino Heyerhoff JCZ, Bouffard V, Pellerin D, Rushen J, de Pasillé AM, Haley DB (2016). Prevalence of and risk factors for hock and knee injuries on dairy cows in tiestall housing in Canada. *Journal of Dairy Science* 99(8): 6494–6506. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10676>.
- Oltenacu PA, Algers B (2005). Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed? *Ambio* 34(4–5): 311–15. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.4.311>.
- Owusu-Sekyere E, Nyman AK, Lindberg M, Adamie BA, Agenäs S, Hansson H (2023). Dairy cow longevity: impact of animal health and farmers' investment decisions. *Journal of Dairy Science* 106(5): 3509–24. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22808>.
- Pérez-Cabal MA, Alenda R (2002). Genetic relationships between lifetime profit and type Traits in Spanish Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 85(12): 3480–91. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74437-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74437-8).
- Pérez-Cabal MA, Charfeddine N (2015). Models for genetic evaluations of claw health traits in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 98(11): 8186–94. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9562>.
- Pérez-Cabal MA, García C, González-Recio O, Alenda R (2006). Genetic and phenotypic relationships among locomotion type traits, profit production, longevity and fertility in Spanish dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89(5): 1776–83. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72246-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72246-9).
- Potterton SL, Green MJ, Harris J, Millar KM, Whay HR, Huxley JN (2011). Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *Journal of Dairy Science* 94(6): 2952–63. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4084>.
- Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, Berry DP (2009). Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, Health, and Welfare. *Journal of Dairy Science* 92(12): 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>.
- Runshen J, Pasillé AM (2013). The importance of improving cow longevity 2013. In *Proceedings of the Cow Longevity Conference, Tumba, Sweden, 28-29 August 2013*. DeLaval International AB: Hamra Farm/ Tumba, Sweden, 2013; pp. 3-21.
- De Vries A (2017). Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100(5):4184–92. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11847>.

- De Vries A, Marcondes MI (2020). Review: overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal* 14(S1):155-165. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003264>.
- de Vries M, Bokkers EAM, van Reenen CG, Engel B, van Schaik G, Dijkstra T, de Boer IJM (2015). Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Preventive Veterinary Medicine* 118(1):80–92. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.016>.

**6 CAPÍTULO III - Descripción de la prevalencia y
variabilidad del nivel de suciedad, daño en tejidos y
cojeras del vacuno lechero en Cataluña.**

6.1 Introducción

Las instalaciones ganaderas deberían proporcionar un entorno adecuado y confortable para el animal, asegurándole un lugar de descanso, un área de socialización, de recreo y de acceso al alimento (National Farm Animal Care Council, 2013). Sin embargo, las numerosas publicaciones recientes sobre la temática de lesiones y cojeras en las explotaciones y los nuevos códigos de buenas prácticas son indicadores de que aún existe un largo camino por recorrer, siendo por tanto, las condiciones de vida de los animales mejorables (Afonso *et al.*, 2020; van Huyssteen *et al.*, 2020; Cook, 2020). Para el vacuno lechero, la optimización de la producción lechera ha prevalecido, por encima del confort y adecuado manejo. Esto ha generado, en algunos sistemas de producción, una asociación negativa entre la producción lechera y la salud animal (Coignard *et al.*, 2014), comprometiendo además la rentabilidad de las explotaciones. Las mejoras en el bienestar animal a través de la aplicación de medidas correctoras deberían generar una mejora en el beneficio económico de la explotación al contribuir al incremento de la productividad vitalicia y la longevidad de las vacas. El incentivo de la mejora económica se convierte en un elemento motivador para el ganadero que busca un rápido retorno tras la inversión en mejoras (Villettaz Robichaud *et al.*, 2018).

Los protocolos son herramientas útiles para valorar el grado de bienestar animal, pero está aún lejos de ser “gold estándar” presentando sus limitaciones, como puede ser el tipo de medidas en la que se basen. Éstos realizan diversos tipos de medidas como pueden ser indirectas basadas en los recursos o directas tomadas sobre el animal e incluso la combinación de ambas. Cuando hablamos de medidas realizadas directamente sobre el animal, éstas a su vez se pueden ejecutar en un conjunto de individuos denominándose medidas grupales y obteniendo una valoración global de ese grupo. O bien se pueden recopilar de manera individual. En el caso de las medidas grupales, su utilización tiene como objetivo ponderar al conjunto de individuos para analizar el bienestar grupal, pero esta actuación puede no tener en cuenta un estado no correcto de un individuo, que presente un nivel de bienestar inferior al resto, pudiendo generar una información sesgada. Por otro lado, la realización de medidas individuales presenta también sus inconvenientes como son entre otros, una mayor inversión de tiempo y recursos especializados. Pero a su vez ayuda a complementar junto a las medidas grupales el conocimiento del bienestar. Como ejemplo la detección individual de cojeras, que

ponderará la prevalencia promedio del problema o suceso y además la localización de los individuos más afectados, aplicando posteriormente las medidas correctoras necesarias (Winckler, 2019).

Uno de los graves problemas en la utilización combinada de medidas grupales e individuales es realmente su practicidad y necesaria periodicidad de aplicación en todas las especies animales, para generar una información actualizada.

El bienestar puntual o captado en un momento determinado corre el riesgo de no corresponderse con situaciones futuras, como puede ser la utilización de los recursos de la granja en pleno verano, en las horas centrales del día, con un índice de estrés térmico elevado frente a las condiciones que se daban en el establo en invierno o incluso en el propio verano, pero a primera hora de la mañana.

El estudio de hallazgos como el grado de suciedad corporal, los daños ocasionados en piel y el porcentaje de cojeras, son indicadores individuales muy útiles que permiten focalizar las carencias presentes en las instalaciones y en el manejo (de Vries *et al.*, 2015), que además desembocarán con el paso del tiempo en severos procesos patológicos, constituyendo dichos procesos las causas más frecuentes de eliminación voluntaria no sólo en nuestro país, como son baja fertilidad, mastitis, lesiones y cojeras (Armengol y Fraile, 2018) sino también en otras regiones (Rilanto *et al.*, 2020; Nor *et al.*, 2014). A pesar de la variabilidad de los modelos productivos, las causas de eliminación voluntaria son comunes, tratándose de una problemática generalizada. La esperanza de vida media en vacuno lechero no supera los 5 años, estando muy lejos de su edad biológica, con el sobrecoste que supone además un continuo y elevado número de animales de reemplazo (de Vries y Marcondes, 2020). Por tanto, ante los diferentes modelos de explotación, es necesario describir el tipo de hallazgo que afecta al animal y su variabilidad entre los diferentes modelos de ganadería, pero, además, es importante conocer desde qué prevalencias iniciales se parten en animales jóvenes y cómo van evolucionando con el tiempo, caracterizando su distribución por paridad. De modo que una vez conocida la problemática y su alcance, se pueda decidir qué tipo de medidas pueden ayudar a prevenir y reducir la acumulación y cronificación de los hallazgos. Factores como el pastoreo o la salida al exterior en periodos concretos de tiempo, ayudan a disminuir la incidencia de determinados procesos perjudiciales para el animal (Burow *et al.*, 2013), también el asesoramiento en la detección temprana y la aplicación de programas de control, ayudan

al ganadero a mejorar los niveles de prevalencia rebajando dichos problemas (Chapinal *et al.*, 2014a).

El objetivo de este estudio es describir los niveles de prevalencia y de variabilidad de una serie de indicadores relacionados con el bienestar y tomados del protocolo Welfare Quality® *Assessment protocol for cattle* (2009) con el fin de analizar el posible impacto de medidas correctoras sobre el individuo. Además, se pretende estudiar el efecto de la paridad y valorar si existe un efecto del entorno y del manejo.

6.2 Material y métodos

6.2.1 Criterios de selección de granja

Se utilizaron utilizados los datos de 25 granjas (50 visitas), para el análisis global de granja, y para ello se utilizaron los datos de 2920 animales. Para el análisis de paridad se utilizaron los datos individuales de 2620 animales, desechando aquellos animales que no fueron bien identificados y por tanto no disponían de número de paridad.

6.2.2 Análisis de datos

Para el análisis estadístico se utilizó R, versión 3.6.3 (The R project for Statistical Computing) para realizar la estadística descriptiva (media, coeficiente de variación) a nivel de granja. Para estudiar el efecto de la paridad (agrupada en 4 clases) sobre sobre las variables limpieza de ubre, falta de pelo, inflamación de tegumentos y cojeras moderada y severa, se utilizó un modelo lineal generalizado. La distribución de los datos escogida fue la binomial y se obtuvieron los odds ratios de los diferentes niveles de las variables explicativas.

Finalmente, se ha utilizado la metodología de los árboles de clasificación o partición que identifican los factores más importantes que explican una variable categórica. El algoritmo, implementado con el software JMP pro 16, crea particiones binarias a partir de los factores que mejor clasifican la variable explicada, y tiene la capacidad de segmentar eficientemente poblaciones en subgrupos relevantes y significativos (Lemon *et al.*, 2003). En este caso las variables explicadas fueron las cojeras y en cuanto a los factores candidatos a explicar la variabilidad se incluyeron las variables a nivel de granja presentadas en la Tabla 11. Los nodos eran excluidos del modelo cuando presentaban menos de 95 individuos.

Tabla 11. Factores candidatos a explicar la variabilidad de cojeras a nivel de granja.

Reproducción

Intervalo entre partos año

Edad primer parto año

Producción

Kilogramos de leche corregidos

Tamaño y distribución

Número total de vacas

Porcentaje de primeras lactaciones

Rango de lactaciones

Manejo

Números de comidas al día

Número de empleados por vaca

Instalaciones

Número de cubículos por vaca

Metros cuadrados de cama por vaca

Número de cornadizas por vaca

Días de pastura al año

Días en área de descanso exterior al año

Presencia de sistema de refrigeración

Nivel Genético

Índice genético kilogramos de leche

Índice genético longevidad

Índice genético días abiertos

Índice patas y pies

Índice combinado de salud podal

Índice de mérito genético total

6.3 Resultados

Se presentan los resultados de las variables relacionadas con el bienestar animal en dos apartados: generales de granja e individuales por paridad expresados en porcentajes, mostrando los promedios y coeficientes de variación obtenidos, agrupados en cinco criterios. Para el criterio limpieza corporal las variables implicadas son la suciedad en: i) pierna trasera; ii) cuarto trasero; iii) ubre. Para el criterio confort en área de descanso: i) tiempo en tumbarse, ii) colisión con área de reposo. Para el criterio ausencia de daños: i) lesión moderada; ii) lesión severa; iii) ausencia de cojera; iv) cojera moderada; v) cojera severa. Para el criterio alteración de tegumentos por regiones, falta de pelo, lesión e inflamación en: i) tarso; ii) cuarto trasero; iii) cuello, espalda y hombro; iv) carpo. Finalmente, para el criterio distancia de fuga: i) porcentaje animales tocados. Además, se expone mediante árbol de particiones y por orden jerárquico (véase Figura 8), las variables asociadas con la presencia de cojeras y que son: i) nodo tipo de granja según área de descanso; ii) nodo rango de lactaciones; iii) nodo índice de salud podal; iv) nodo presencia o ausencia de sistema de refrigeración. Para finalmente, poder definir un plan de intervención.

En la Tabla 12 se presentan los resultados medios de las 25 granjas, tras testar 2920 animales. Se puede observar, que más del 90 % de los animales presentan suciedad en todas las regiones, con una baja variabilidad entre granjas. En cuanto al confort en área de descanso, el tiempo promedio en segundos para tumbarse no supera las recomendaciones máximas del WQ[®] con un rango entre 3.13 y 6.16 segundos. Pero el nivel de colisiones si las supera sobrepasando el 30 %, que es un valor indicador de un problema grave, con un rango entre 0 y 100 %. Las lesiones moderadas afectan a más del 60 % de los animales, con un rango entre el 16 - 87 %. En cambio, las lesiones severas no superan el 20 % de animales afectados, con un rango entre el 3 y 83 %. Por tanto, en lo que se refiere a nivel de lesiones en general, existe bastante variabilidad entre granjas. Las cojeras afectan a casi el 48 % de los animales, con un rango entre el 27 y el 67 %, y dentro de éstas, más del 80 % son cojeras moderadas con un rango entre el 53 y el 100 %. El resto son severas con un rango entre el 0 y el 47%.

En daños por regiones, a nivel de falta de pelo los más afectados son tarso, carpo y cuarto trasero (medias de 48 %, 36 % y 26 % respectivamente). Pero el rango de afectación es muy variable entre granjas, con rangos del 1 - 79 %, 2 - 69 % y 8 - 47 %, respectivamente. En cuanto a lesiones, la zona del cuarto trasero es la más afectada, con una prevalencia cercana al 18 % y un rango entre granjas del 0 - 82 %. A nivel de tarso y carpo la prevalencia de lesión es baja, por debajo del 2 %, y con rango entre granjas también bajo (del 0 - 5 % y 0 - 11 %, para tarso y carpo respectivamente). Finalmente, a nivel de inflamación se observa una prevalencia baja inferior al 5 %, 3 % y 2 % para tarso, carpo y cuello respectivamente, con rangos del 0 - 10 %, 0 - 5 % y 0 - 14 %, respectivamente. Finalmente, en distancia de huida, el promedio de animales tocados no supera el 20 %, pero existe variabilidad entre granjas, con un rango entre el 10 y el 41 % de los animales tocados.

Tabla 12. Resultados promedios y coeficiente de variación en las granjas de las variables relacionadas con los criterios: confort área de descanso, ausencia de daños y buena relación humano animal (n = 50).

	Media	CV (%)
Suciedad del animal, %		
Suciedad pierna trasera	98.34	1.84
Suciedad cuarto trasero	92.05	7.68
Suciedad ubre	90.45	9.58
Confort área descanso		
Tiempo en tumbarse, s	4.60	11.89
Colisión con área descanso, %	38.56	51.47
Ausencia de daños, %		
Lesión moderada	60.67	25.19
Lesión severa	17.30	109.71
Ausencia cojera	52.47	17.74
Cojera moderada ¹	80.47	12.66
Cojera severa ¹	19.53	52.16
Alteración tegumentos por regiones, %		
<i>Falta de pelo</i>		
Tarso	48.56	33.00
Cuarto trasero	26.30	33.29
Cuello, Espalda y hombre	14.37	69.63
Carpo	36.01	54.79
Flanco y otros	0.46	207.35
<i>Lesión</i>		
Tarso	1.88	114.91
Cuarto trasero	12.77	150.43
Cuello, espalda y hombre	1.26	132.06
Carpo	1.32	115.73
Flanco y otros	1.03	134.89
<i>Inflamación</i>		
Tarso	4.68	62.98
Cuarto trasero	0.80	116.19
Cuello, espalda y hombre	1.61	180.09
Carpo	2.39	102.44
Flanco y otros	0.58	346.13
Distancia de fuga, %		
Animales tocados	19.92	38.48

¹ del porcentaje total de animales con cojera.

En la Tabla 13 se muestran los resultados por paridad tras el testaje individual de 2620 individuos, siendo descartados 300 animales de los que se desconoce el número de lactación. A nivel de bienestar, se observa en suciedad de ubre y en el porcentaje de cojeras, una mayor prevalencia a mayor paridad ($P < 0.01$). En cuanto al porcentaje de individuos con suciedad en ubre, no existen diferencias entre animales con más de un parto, pero las vacas con dos partos o más tienen mayor riesgo de suciedad en ubre que las primíparas ($OR = 1.7$; 95 % IC: 1.3 – 2.3). El porcentaje de cojeras se incrementa a mayor paridad, con aumento estadísticamente significativo de casos en cada cambio de paridad. Así, los animales de 4 o más lactaciones tienen 5.1 veces más riesgo de cojera que los de primera lactación ($OR = 5.1$; 95 % IC: 3.9 – 6.6). Por el contrario, no se observa relación entre paridad y suciedad para las otras regiones corporales.

En cuanto al efecto de la paridad en la ausencia de daños, partimos de un elevado porcentaje de animales jóvenes con lesiones moderadas. Por otro lado, la prevalencia de lesiones y cojeras severas aumenta a mayor número de lactaciones, presentado diferencias sólo entre paridades alejadas ($P < 0.01$), es decir, no se observan diferencias entre primera y segunda paridad, ni entre tercera y el resto. Considerando las vacas con lesión y cojeras severas, las de tercer parto o más tienen 2.1 más riesgo de mostrar lesión severa ($OR = 2.1$; 95 % IC: 1.7 – 2.6) y 1.5 veces más riesgo de mostrar cojeras severas ($OR = 1.5$; 95 % IC: 1.1 – 2.0) que la de dos partos o menos.

Por regiones corporales, a mayor paridad se observa un aumento del porcentaje de animales con falta de pelo ($P < 0.05$), no existen diferencias entre 4 o más paridades frente a los animales de 3, pero sí con el resto. Las vacas de tercer parto o más tienen 1.8 veces más riesgo de mostrar falta de pelo que las de dos partos o menos ($OR = 1.8$; 95 % IC: 1.5 – 2.3).

En cuanto a lesión e inflamación, también aumenta a mayor paridad, observándose en el cuarto trasero un riesgo superior de lesión en las vacas de 4 o más paridades frente a primera o segunda paridad, ($OR = 2.8$; 95 % IC: 2,1 – 3.7). Para inflamación el riesgo 1.8 veces mayor en vacas de 3 o más lactaciones comparadas con primera o segunda lactación ($OR = 1.8$; 95 % IC: 1,3 – 2,4). No se observan efecto paridad para los eventos falta de pelo, lesiones e inflamación en las otras regiones.

Tabla 13. Resultados por paridad de las variables relacionadas con los criterios: confort área de descanso, ausencia de daños y buena relación humano-animal.

Paridad:	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta o más	Significación
Suciedad del animal, %					
Suciedad pierna trasera	99.00	98.00	99.00	98.00	0.173
Suciedad cuarto trasero	92.00	90.00	93.00	92.00	0.229
Suciedad ubre	89.00 b	92.00 a	94.00 a	95.00 a	0.001
Distancia de fuga, %					
Animales tocados	11.00 a	14.00 a	10.00 ab	7.00 b	0.017
Ausencia de daños, %					
Lesión moderada	84.00 a	77.00 b	73.00 b	65.00 c	0.001
Lesión severa	12.00 c	18.00 b	23.00 b	31.00 a	0.001
Ausencia de cojera	72.00 a	50.00 b	32.00 c	20.00 d	0.001
Cojera moderada ¹	86.00 a	81.00 a	78.00 b	74.00 b	0.005
Cojera severa ¹	14.00 b	19.00 b	22.00 a	26.00 a	0.005
Alteración tegumentos por regiones, %					
<i>Falta de pelo en:</i>					
Tarso	45.00 d	53.00 b	53.00 b	61.00 a	0.001
Cuarto trasero	25.00	27.00	26.00	27.00	0.758
Cuello, espalda y hombro	12.00 b	13.00 b	18.00 a	20.00 a	0.001
Carpó	34.00 b	37.00 ab	42.00 a	39.00 a	0.045
Flanco y otros	0.00	0.00	0.00	0.01	0.398
<i>Lesión en:</i>					
Tarso	1.00	2.00	2.00	3.00	0.295
Cuarto trasero	8.00 c	15.00 b	18.00 b	25.00 a	0.001
Cuello, espalda y hombro	1.00	1.00	2.00	2.00	0.053
Carpó	2.00	1.00	1.00	2.00	0.436
Flanco y otros	1.00	1.00	1.00	2.00	0.356
<i>Inflamación en:</i>					
Tarso	4.00 b	5.00 b	5.00 b	8.00 a	0.005
Cuarto trasero	0.00	1.00	1.00	1.00	0.100
Cuello, espalda y hombro	1.00 b	2.00 ab	1.00 b	3.00 a	0.008
Carpó	1.00 b	2.00 ab	3.00 a	4.00 a	0.044
Flanco y otros	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000

Dentro de cada variable, medias con diferentes letras son estadísticamente significativas ($p < 0.05$)¹ del total de animales con cojera.

Finalmente, en el árbol de particiones, tras analizar los datos de 2526 individuos (véase Figura 8), se aprecia por orden jerárquico que las variables, rango de lactación, tipo de área de descanso (cubículo o cama), índice de salud podal y presencia o ausencia de sistemas de enfriamiento, están relacionadas con las cojeras en el grupo de animales con mayor prevalencia. Dichas variables están constituidas por datos individuales en el caso de rango de lactación y el resto se agrupan por los datos generales de cada granja. De modo que, un rango de 3 o más lactaciones es el punto de corte que constituye el primer nodo y se asocia con una mayor prevalencia de cojeras. Siguiendo con el rango de 3 o más lactaciones (véase Figura 8), constituido por los datos de 829 individuos, el segundo nodo es el tipo de área de descanso, donde cubículos se asocia con mayor prevalencia de cojeras frente a cama. Dentro de cubículos, el rango de 4 o más lactaciones, como punto de corte, se asocia con mayor presencia de cojeras, constituyendo el tercer nodo. Y en este tercer nodo, el índice de salud podal sería la cuarta variable explicatoria para los dos grupos que lo constituyen, por un lado, animales de 4 o más lactaciones y por otro de menos de 4 lactaciones y replicando el mismo resultado expuesto a continuación, las granjas que presentan animales con un mayor índice de salud podal (≥ 107) se relacionan con mayor prevalencia de cojeras.

Finalmente, dentro de las granjas con animales con un menor índice de salud podal (< 107), dentro del rango de lactaciones de 4 o más, se genera un quinto nodo, en relación con la presencia/ausencia de sistemas de refrigeración en granja, donde la presencia de sistemas de refrigeración se asocia a mayor prevalencia de cojeras.

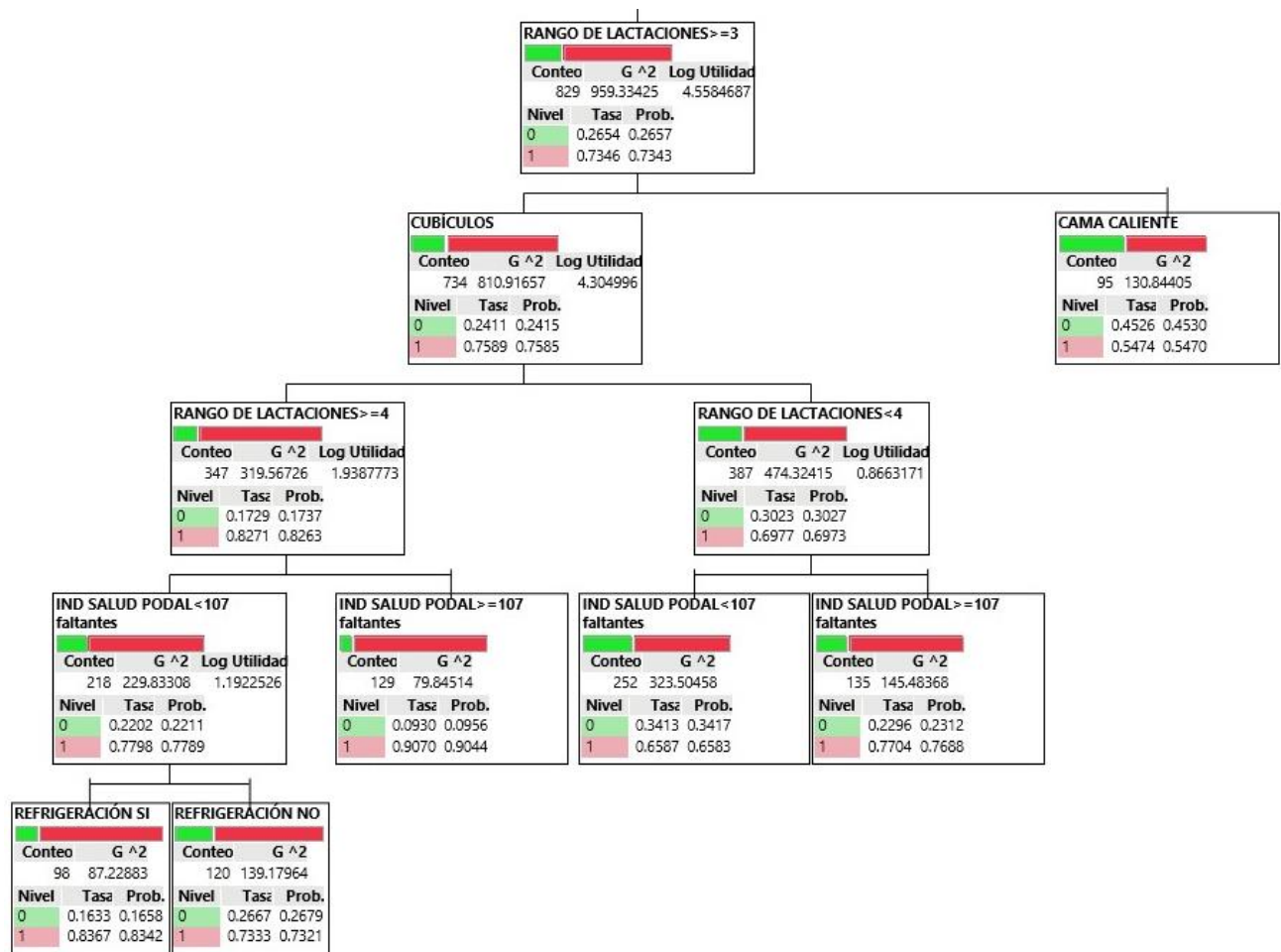


Figura 8. Árbol de partición que ilustra el orden jerárquico de los factores asociados a la presencia de cojera en granjas con animales de tres o más lactaciones.

6.4 Discusión

En este trabajo una de las variables con más posibilidades de mejora es la cojera, con una prevalencia alta y por tanto grave, con más de un 47 % de los animales afectados y con un rango de cojeras comprendido entre el 27 y 67 %, por lo que, a pesar de la alta variabilidad entre granjas, las de menor prevalencia, siguen presentando niveles elevados. El protocolo Welfare Quality[®] *Assessment protocol for cattle* (2009), establece en su metodología una calificación negativa para aquellas prevalencias en cojeras superiores al 10 %. Por otro lado, nuestros datos son superiores en prevalencia a los publicados por Afonso *et al.* (2020) con un 29 % en Gran Bretaña, pero también hay prevalencias superiores en otras publicaciones, 54 % en Estados Unidos (von Keyserlingk *et al.*, 2012) e incluso hasta 71 % en Francia (de Boyer des Roches *et al.*, 2014). Encontramos un amplio rango de cojeras en los diferentes trabajos publicados (véase Figura 9) que pudiera ser debido a los diferentes sistemas de producción, modelos de granja e incluso diferentes criterios de diagnóstico (Solano *et al.*, 2015). En nuestro caso, la elevada variabilidad puede ser debida a los diferentes diseños de granja, un 68 % disponen de cubículos, un 12 % cama fría y el resto son sistemas mixtos que combina cubículos y cama fría. Este último diseño surge como necesidad ante la falta de adaptación a los cubículos, superando en este trabajo el 30 % de colisiones que es considerado por el protocolo WQ[®] un problema grave, o también como solución a los problemas severos de cojera. En los datos presentados por Blanco-Penedo *et al.* (2020) las granjas con cama compostada presentaban un menor porcentaje de animales con cojera frente a cubículos, coincidiendo con los datos obtenidos en este estudio donde las granjas con cubículos tenían una prevalencia del 49 %, mientras que en cama fría eran del 34 %. También el tipo de material del cubículo pueden influir en la variabilidad llegando a reducir el nivel lesiones y cojeras en granjas con material blando y poco abrasivo (Husfeldt y Endres, 2012). En nuestro caso, los establos tienen como material en los cubículos: colchoneta (54%) con un 51 % de cojeras, paja (18%) con un 45 % de cojeras, combinan diferentes materiales (13%) con un 47 % de cojeras, y finalmente otros compost (9%) y serrín (5 %), con un 48 % y 53 % de cojeras, respectivamente. Es evidente que, a pesar de toda la variabilidad de materiales, los niveles de cojeras en granjas con cubículos además de ser altos muestran prevalencias similares entre sí, por lo que podría estar asociado además de un mal dimensionamiento a un escaso mantenimiento. También la disponibilidad de área de descanso exterior o incluso de pastoreo puede explicar el rango tan amplio de cojeras. Un

54 % de las granjas mantienen a las vacas durante el periodo de secado en el exterior, de éstas, un 28 % hacen pastoreo con un promedio de 52 días al año y un 26 % sólo dispone de área de descanso exterior, con un promedio de 57 días al año y sin restricciones horarias en ambos casos. Ya sea área de descanso o de pastoreo, ambos podría estar asociado a una menor prevalencia de cojeras frente aquellas que no disponen de este recurso, pudiendo explicar parte de las diferencias entre granjas (Wagner *et al.*, 2017).

Mejorar la higiene del establo, también puede llegar a reducir los problemas de cojeras al optimizar el tiempo de descanso de los animales (Robles *et al.*, 2021), y el estado de limpieza de los animales es un reflejo de las condiciones del entorno. En nuestro trabajo la suciedad del rebaño es alta, por encima del 90 % en todas las regiones corporales, pero además se repite en todas las granjas con una variabilidad baja y superando los niveles indicados por el protocolo WQ[®], que establece para granjas con problemas severos de suciedad una prevalencia superior al 50 % para pierna trasera, más del 19 % para cuarto trasero y ubre. Nuestros resultados difieren de los publicados por Molina *et al.* (2020), Bugueiro *et al.* (2018) y Popescu *et al.* (2014) que presentan prevalencias inferiores y mayor variabilidad, existiendo elevadas diferencias entre sus granjas, que puede ser debido en el primer caso por el rango en número de cubículos por vaca (0.7 a 1.5) y el tipo de material (estiércol compostado). En el caso de los otros autores, entre el 20-24 % de las granjas pastorean durante la lactación reduciendo la permanencia en establo y evitando un exceso de densidad. Es la ubre donde mayores diferencias se observan con respecto a otros trabajos, en los estudios anteriormente citados la prevalencia de suciedad en ubre no supera en el peor de los casos el 37 %, frente al 90 % de este trabajo. Entre los posibles motivos que expliquen la elevada prevalencia y la baja variabilidad de nuestra investigación, se encuentran, como factor común la posible falta de comodidad en establo debido, por un lado, a la falta de espacio, reflejado en la ratio de cubículos por vaca, menor de 1 y en los metros cuadrados de cama, por tanto, una elevada densidad de animales. En nuestro caso un 50 % de las explotaciones presentan menos de 9 m² de cama o menos de 0.9 cubículos y menos de 0.8 cornadizas por vaca en lactación. Esta limitación de recursos y espacios puede variar el comportamiento de descanso del animal conforme aumenta la densidad del establo (Winckler *et al.*, 2015). Por otro lado, la limpieza, humedad, tipo de material y cantidad de material en la zona de descanso influyen en el comportamiento del animal, de modo que un establo limpio y seco acompañado de una buena cama incrementa el tiempo de descanso del animal (Norrington *et al.*, 2008).

Finalmente, otra de las características de las granjas analizadas es la ausencia de pastoreo durante la lactación, estando asociado con la mayor probabilidad de suciedad de los animales (Ellis *et al.*, 2007), incluso pudiendo llegar a ser 3.75 veces mayor el riesgo de suciedad sin ofrecer pastoreo a los animales (Nielsen *et al.*, 2011). Por tanto, la falta de pastoreo durante la lactación y también de recursos y de espacios asociados con un menor tiempo de descanso puede generar mayor suciedad en los animales (Robles *et al.*, 2021).

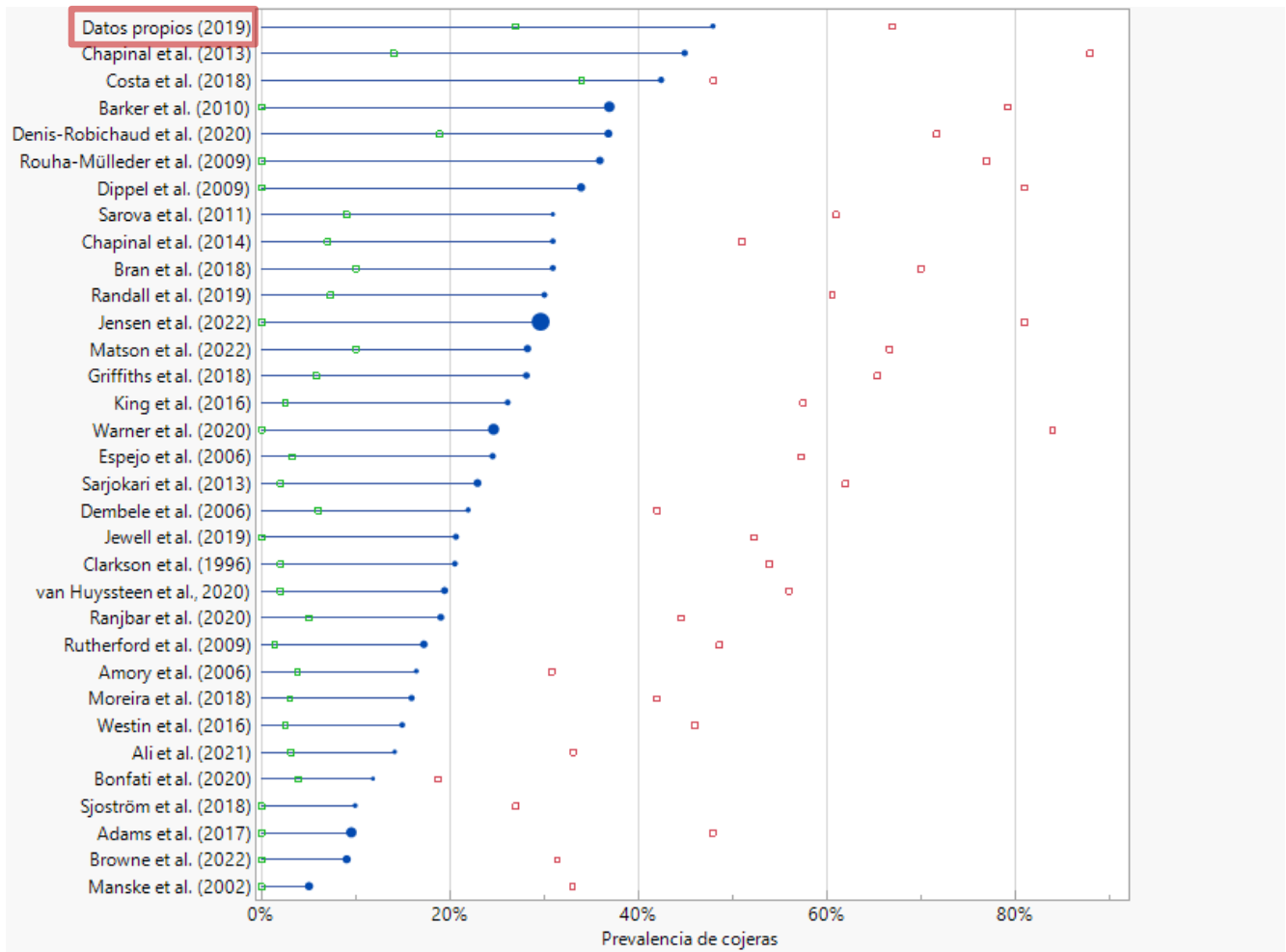


Figura 9. Prevalencia y rango de cojeras de los datos obtenidos en este trabajo frente a otras publicaciones. Punto azul indica el número de rebaños estudiados, línea azul el promedio de prevalencia de cojeras, cuadrado verde y rojo el valor mínimo y máximo de rango de cojeras.

En cuanto a la ausencia de daños, lesión y grado de lesión, son buenos indicadores del bienestar de los animales, pudiendo ser un factor de riesgo en la generación de cojeras (Chapinal *et al.*, 2014b). El protocolo WQ[®] establece una valoración negativa con prevalencias superiores al 20 % de lesión. En este trabajo hay más de un 77 % de animales afectados por algún tipo de lesión ya sea moderada o severa, por lo tanto, su prevalencia es alta. Por grado de severidad, en cuanto a lesión moderada, su prevalencia es alta y variable entre granjas, tan sólo el 5 % de las mejores granjas presentan menos de un 21 % de afectados y el 50 % de las explotaciones más de un 60 % de animales afectados. En cuanto a la lesión severa presenta una prevalencia baja y alta variabilidad entre granjas. Nuestros resultados de lesión son muy superiores a los obtenidos por otros autores (Molina *et al.*, 2019; Bugueiro *et al.*, 2018; de Boyer des Roches *et al.*, 2014) que no superan el 50 % de los casos, aunque coincide con los resultados de Popescu *et al.* (2014) y de Graaf *et al.* (2017) que presenta para granjas con cubículos, una prevalencia similar. Pero a diferencia de nuestros datos, los trabajos referenciados presentan la lesión severa como mayoritaria, por lo que habría una mayor presencia de animales crónicos. Entre los motivos, podría estar el elevado porcentaje de animales de primera lactación presentes en este estudio, donde un 50 % de las granjas presentan más de un 36 % de primeras lactaciones e incluso un 5 % de las granjas presentan más de un 49 % de animales de primera lactación, siendo los animales más longevos los que concentran las lesiones más severas y donde el tipo de material de cama puede influir en la prevalencia y severidad de las lesiones (Weary y Taszkun, 2000).

La severidad de la lesión en piel en el WQ[®] viene definida por el tipo de daño ocasionado, representado en la Tabla 12 por alteración de tegumento. En función del grado de severidad, podemos hablar de daño moderado para falta de pelo, siendo la variable con mayor prevalencia con respecto a daño severo, representados por lesión e inflamación. La variabilidad es alta en todas las regiones, para los tres tipos de daños en piel, pero sobre todo en lesión e inflamación. En el caso de daño moderado por regiones, nuestros datos coinciden con los de otros autores (Bernhard *et al.*, 2020; Kielland *et al.*, 2009; Brenninkmeyer *et al.*, 2015), exceptuando la falta de pelo en cuarto trasero, donde se supera el rango comprendido entre el 13 y 19 % de los autores ya citados. En cuanto a daño severo en piel por regiones, las prevalencias son inferiores, pero la inflamación por regiones se encuentra dentro del rango de los autores anteriormente nombrados, sólo lesión en cuarto trasero supera los datos publicados por Bernhard *et al.* (2020). La baja

prevalencia de lesión e inflamación podría ser debida a una mayor presencia de animales jóvenes en lactación, recordemos que un 50 % de las granjas presentan menos de 2.5 lactaciones. Por otro lado, el patrón de daños en los tegumentos está relacionado con el tipo de explotación, manejo y características propias del animal (Kielland *et al.*, 2009), y la variabilidad en nuestros resultados puede ser debido a factores como las características propias de cada granja, entre otras el tipo de material usado en el cubículo. Se ha demostrado que el uso de camas profundas frente a colchoneta puede reducir el daño en tegumentos (Gieseke *et al.*, 2020), pero también el tamaño, diseño, número y ubicación de las áreas de alimentación, de bebida y descanso influye en la aparición de alteraciones en los tejidos (Popescu *et al.*, 2014). Recordemos que en este trabajo se agrupan diferentes tipologías de granjas que a nivel de instalaciones presentan diferencias en el tipo de cama. (cubículos o cama fría e incluso la combinación de ambos), además del tipo de material presente en estas zonas e incluso la mitad de ellas hacen uso de zona de pastoreo o zona de descanso. Pero todas coinciden en tener una excesiva densidad y un elevado porcentaje de primeras lactaciones. Por último, la severidad de daños en piel, sobre todo en tarso puede estar relacionada con la presencia de cojeras, de modo que las vacas con cojera tienen más riesgo de presentar daño en esta región (Nash *et al.*, 2016).

La relación no sólo con su ambiente, sino el manejo y la interacción con los humanos tienen un fuerte efecto sobre el animal. Así tras analizar la distancia de fuga parece que existe una peor relación humano animal frente a otros trabajos (Bugueiro *et al.*, 2018; Popescu *et al.*, 2014) que superan el 50 % de los animales tocados, en este estudio a pesar de una alta variabilidad entre granjas el mejor resultado no supera el 41 % de los animales tocados. Pero si son superiores a los publicados por de Boyer des Roches *et al.* (2014) con prevalencias del 9 %. El tamaño del rebaño puede influir en la mayor o menor relación con los animales, pero en un anterior análisis con estos datos, no existía relación entre el tamaño de granja y la relación humano-animal, por lo que la base del problema puede estar en la falta de vínculo en la relación de los trabajadores con los animales (García-Pérez *et al.*, 2021). Estos vínculos generan experiencias positivas en el animal reduciendo la distancia de huida, está demostrado que la aplicación de palmadas en el cuello del animal durante el ordeño, reduce su miedo y estrés (Windschnurer *et al.*, 2009). En las granjas estudiadas (García-Pérez *et al.*, 2022) de la totalidad de animales descornados un 68 % no recibe anestesia previa a la intervención y lo que es peor aún, un 72 %, no reciben analgesia para mitigar el dolor tras la intervención, cuando es conocida que su aplicación

reduce el estrés y el dolor (Stock *et al.*, 2012) y a pesar de que la práctica de amputación de cola no está recomendada en Europa, un 7 % de los animales carecían de la extremidad. Las experiencias negativas como el descornado u otros tratamientos, como puedan ser tratamientos de cojeras generan dolor, miedo y estrés. Las vacas suelen recordar muy bien las malas experiencias e incluso reconocen a los operarios implicados (de Passillé *et al.*, 1996), y ante situaciones en las que se sienten vulnerables la relación humano animal se deteriora generando desconfianza (Whay y Shearer, 2017).

Por otro lado, los indicadores de bienestar pueden mostrar un patrón característico en función de la paridad, indicando en qué momento se origina un problema. En el caso de la problemática de las cojeras partimos de una elevada prevalencia en la primera paridad, similar a los publicados por Mahendran *et al.* (2017) que nos describe en un inicio entre los 29 y 42 días de lactación un 12 % de incidencia hasta alcanzar un 44 %, durante un periodo de 48 semanas. Lo mismo ocurre para Maxwell *et al.* (2015) con un rango entre el 6 y el 37 % de cojera en los primeros partos. En nuestro caso el porcentaje de individuos cojos se incrementa de manera significativa en cada paridad, pero no solo en presencia sino en grado de severidad, de modo que por cada animal con cojera severa en primera paridad, se presentan 7 afectados con cuatro o más paridades, incrementándose la proporción de individuos con cojera severa a mayor paridad, como en otros trabajos (Offer *et al.*, 2000). La aplicación de medidas correctoras sería un objetivo, debido a que la presencia de cojeras en primeros partos puede incrementar el riesgo en segundos o más partos futuros, llegando incluso a comprometer la supervivencia del animal (Hirst *et al.*, 2002). Este trabajo carece de la información exacta sobre los protocolos de revisión de pezuñas llevados en granja. Sabemos que en todas se aplicaba una revisión rutinaria anual, ya fuera por parte del ganadero o de servicios externos, pero se desconoce si se producían más intervenciones y con qué criterios de trabajo, no pudiendo valorar su alcance.

También la paridad influye en indicadores de higiene donde solo se observan diferencias significativas en ubre, entre primíparas y multíparas, siendo el riesgo de presentar la ubre sucia mayor en multíparas. Pero es cierto que el nivel es alto de por sí, en animales de primera paridad, pudiendo estar ocasionado por hacinamiento y falta de higiene previa al parto. Suelen ser los corrales para novillas las peores instalaciones en establos no reformados, pero no disponemos de datos previos que corroboren dicha hipótesis. En este estudio la mayor suciedad corresponde a multíparas, que difiere de los presentados por Nielsen *et al.* (2011) que presenta mayor suciedad en primíparas, asociándolo a un menor

tiempo de descanso y mayor exposición a la suciedad de los pasillos. Pero coinciden con los resultados de Reneau *et al.* (2005) y de Vries *et al.* (2012) por lo que se puede concluir que el riesgo de ubre sucia en multíparas es mayor por su tamaño, por el deterioro de los ligamentos suspensorios dando lugar a que esté más descolgada y cercana al suelo.

Los corrales de novillas al igual que puede ocurrir con la higiene de ubre en primera paridad, también puede ser el motivo del elevado porcentaje de animales con lesiones y de otros hallazgos en piel. El elevado porcentaje de primeras paridades con lesión moderada podría no estar sólo asociado al corral de producción, sino que las condiciones de cría podrían generar leves lesiones previas, que pasan a ser severas con el transcurso del tiempo, si no se mejoran las condiciones de manejo, manifestándose en los animales de mayor paridad. Pero carecemos de los suficientes datos en este estudio, datos de novillas antes del parto que demuestren esta hipótesis. Lo que si es cierto, que el mayor porcentaje de lesiones severas se producen en los animales más longevos y que existe por tanto, una relación directa con el número de lesiones, de modo que aumenta su severidad y su presencia de manera progresiva con la edad (Weary y Taszkun, 2000). Entre otros hallazgos en piel, destaca la elevada prevalencia de falta de pelo, donde las mayores diferencias se producen entre primera paridad y cuarta o más paridades. Superior a otros estudios en novillas que sin lesiones previas a la entrada en corral de producción, muestran a las 26 semanas con cubículos de colchoneta prevalencias del 30 % (Livesey *et al.*, 2002). Recordemos que un 54 % de nuestras granjas disponen de cubículos con colchoneta y un 18 % de paja, por lo que a pesar de todo se presentan unas prevalencias elevadas pudiendo tener un origen previo.

A parte de la distribución de las lesiones de moderadas a severas y su progresión según la paridad, cabe recordar que para estudiar el patrón de daños se analizaron los datos procedentes de 2620 animales pertenecientes a tipologías de granjas con instalaciones, manejos y recursos diferentes. Por tanto, solo determinadas regiones afectadas señalan de manera significativa el posible patrón evolutivo de daños (falta de pelo, lesión e inflamación) en tejidos a mayor paridad. De modo que los factores que generan falta de pelo e inflamación pueden coincidir, al presentar las mismas regiones afectadas, no ocurriendo lo mismo para lesión. Este patrón de regiones difiere en los resultados presentados por Potterton *et al.* (2011), aunque coincide con la posible evolución no lineal de daño en piel. También puede ocurrir en este trabajo que, debido al elevado porcentaje de animales sucios, el número de diagnosticados de lesión e incluso de inflamación fuera

inferior, ya que la detección del daño en tejido de manera visual, con presencia de suciedad y sin palpar la zona podría generar dificultades en el diagnóstico (Brenninkmeyer *et al.*, 2015).

Desde el punto de vista del manejo, los animales de mayor paridad son los más reacios a ser tocados, pues suele ser el grupo más sometido a tratamientos dolorosos y con más dificultad de fuga, debido a que concentran el mayor porcentaje de lesiones y cojeras severas. Por tanto, si el cuidador no ha trabajado la relación humano-animal, la tendencia del animal será la de adoptar una actitud huidiza y de reacción negativa frente al ser humano (Munksgaard *et al.*, 1997).

Finalmente, el análisis de partición explica que existen una serie de factores relacionados con la edad y el entorno del animal que favorecen la presencia de una elevada prevalencia de cojeras, factores como la paridad y el tipo de alojamiento, en ese caso cubículos, como se ha argumentado anteriormente están directamente relacionados con la problemática de la cojera. De cara al índice combinado de salud podal, que engloba la prevalencia de las seis enfermedades podales más importantes, los resultados pueden parecer contradictorios, pues los animales con mayor índice de salud podal presentan una mayor prevalencia de cojeras, pero se ha de tener en cuenta dos cuestiones. El índice de salud podal es un índice de salud combinado con baja heredabilidad y baja repetitividad (Yáñez *et al.*, 2018), por tanto aunque es una medida muy útil que permitiría unificar criterios además de dar un valor económico del problema, su implantación en los rebaños necesitará de tiempo para su transmisión a la descendencia. Y, por otro lado, en nuestros datos las explotaciones con mayor prevalencia de cojeras son las que presentan el mayor índice de salud podal, pudiendo estar el problema enquistado en la granja por su tipología y condiciones de manejo. En ocasiones las soluciones a aplicar a corto plazo no sólo están en la transmisión de una mejora genética, sino, en la mejora del entorno y manejo del estable. También son contradictorios la mayor prevalencia de cojeras en explotaciones con sistema de aspersión combinada con ventilación en la zona de comederos a los publicados en otros artículos, aunque coincide con los publicados por Adams *et al.* (2017). En nuestro caso, podría ser debido a la búsqueda de zonas más confortables de la granja cuando el índice de estrés térmico es elevado, refugiándose en pasillo de alimentación por ser la zona donde la temperatura corporal se ve reducida y el animal se siente realmente aliviado, por tanto, el animal pasará más horas de pie refugiado en zona de comedero, reduciendo su tiempo de descanso en cubículo, lo que favorecerá la mayor

presencia de cojeras. Está demostrado que cuando se combina sistemas de refrigeración en la zona de cubículos con la zona de comederos el tiempo de descanso de los animales se ve favorecido en condiciones de estrés térmico (Porto *et al.*, 2017).

Finalmente, y de cara a un programa de intervención, establecer un protocolo común ante las diferentes tipologías de granja es arriesgado, pero existen nexos comunes presentes en los resultados y árbol de partición. Lo primero de todo es la detección temprana del nivel de cojeras presentes en el rebaño (Leach *et al.*, 2013). Reducir la densidad en los establos y mejorar las condiciones de higiene, mejoraría el time Budget de los animales disponiendo de suficiente espacio en comedero y en área de descanso (Main *et al.*, 2012). Las condiciones de alojamientos previas de las primeras lactaciones, pues presentan un elevado porcentaje de alteraciones en tarso y son números los trabajos que reportan como consecuencia final la cojera. Disponer de áreas de descanso o parques de recreo preferiblemente durante la lactación, pues son numerosos los trabajos que reportan el efecto que la salida al exterior del establo tiene en la reducción de cojeras (March *et al.*, 2006). Y finalmente la aplicación temprana de revisión de pezuñas, los problemas suelen aparecer tras el parto (Sadiq *et al.*, 2021).

6.5 Referencias Bibliográficas

- Afonso JS, Bruce M, Keating P, Raboisson D, Clough H, Oikonomou G, Rushton J (2020). Profiling detection and classification of lameness methods in British dairy cattle research: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Vet. Sci.* 7:542. doi: 10.3389/fvets.2020.0054.
- Adams AE, Lombard JE, Fossler CP, Román-Muñiz IN, Koprál CA (2017). Associations between housing and management practices and the prevalence of lameness, hock lesions, and thin cows on US dairy operations. *Journal of Dairy Science* 100(3): 2119–36. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11517>.
- Armengol R, Fraile L (2018). Descriptive study for culling and mortality in five high-producing Spanish dairy cattle farms (2006-2016). *Acta Veterinaria Scandinavica* 60(1): 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0399-z>.
- Bernhard JK, Vidondo B, Achermann RL, Rediger R, Müller KE, Steiner A (2020). Carpal, tarsal, and stifle skin lesion prevalence and potential risk factors in Swiss dairy cows kept in tie stalls: A cross-sectional study. *PLoS ONE* 15(2): 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228808>.
- Blanco-Penedo I, Ouweltjes W, Ofner-Schröck E, Brügemann K, Emanuelson U (2020). Symposium review: Animal welfare in free-walk systems in Europe. *Journal of Dairy Science* 103(6): 5773-82. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17315>.
- De Boyer des Roches A, Veissier I, Coignard M, Bareille N, Guatteo R, Capdeville J, Gilot-Fromont E, Mounier L (2014). The major welfare problems of dairy cows in french commercial farms: an epidemiological approach. *Animal Welfare* 23(4): 467–78. <https://doi.org/10.7120/09627286.23.4.467>.
- Brenninkmeyer C, Dippel S, Brinkmann J, March S, Winckler C, Knierim U (2015). Investigating integument alterations in cubicle housed dairy cows: which types and locations can be combined? *Animal* 10(2): 342–48. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001032>.
- Bugueiro A, Pedreira J, Diéguez FJ (2018). 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. <https://doi.org/10.26667/2318-1265jabb.v6n3p84-89>.
- Burow E, Thomsen PT, Rousing T, Sørensen JT (2013). Daily grazing time as a risk factor for alterations at the hock joint integument in dairy cows. *Animal* 7(1): 160–66. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001395>.
- Chapinal N, Liang Y, Weary DM, Wang Y, Von Keyserlingk MAG (2014b). Risk factors for lameness and hock injuries in holstein herds in China. *Journal of Dairy Science* 97(7): 4309–16. <https://doi.org/10.3168/JDS.2014-8089>.
- Chapinal N, Weary DM, Collings L, von Keyserlingk MAG (2014a). Lameness and hock injuries improve on farms participating in an assessment program. *Veterinary Journal* 202(3): 646–48. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.09.018>.
- Coignard M, Guatteo R, Veissier I, Lehébel A, Hoogveld C, Mounier L, Bareille N (2014). Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds? *The Veterinary Journal* 199(1): 184–87. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.011>.

- Cook NB (2020). Symposium review: The impact of management and facilities on cow culling rates. *Journal of Dairy Science* 103(4): 3846–55. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17140>.
- Ellis KA, Innocent GT, Mihm M, Cripps P, McLean WG, Howard CV, White DG. (2007). Dairy cow cleanliness and milk quality on organic and conventional farms in the UK. *Journal of Dairy Research* 74(3): 302–10. <https://doi.org/10.1017/S002202990700249X>.
- García-Pérez C, Villalba-Mata D, Casals-Maestre R, Blanco-Penedo I (2022). Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza holstein del noreste de España. *Informacion Tecnica Economica Agraria* 118(2): 239–261. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.023>.
- Gieseke D, Lambertz C, Gauly M (2020). Effects of cubicle characteristics on animal welfare indicators in dairy cattle. *Animal* 14(9): 1934–42. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000609>.
- de Graaf S, Ampe B, Tuytens FAM (2017). Assessing dairy cow welfare at the beginning and end of the indoor period using the Welfare Quality® protocol. *Animal Welfare* 26(2): 213–21. <https://doi.org/10.7120/09627286.26.2.213>.
- Hirst WM, Murray RD, Ward WR, French NP (2002). A mixed-effects time-to-event analysis of the relationship between first-lactation lameness and subsequent lameness in dairy cows in the UK. *Preventive Veterinary Medicine* 54(3): 191–201. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(02\)00021-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(02)00021-1).
- Husfeldt AW, Endres MI (2012). Association between stall surface and some animal welfare measurements in freestall dairy herds using recycled manure solids for bedding. *Journal of Dairy Science* 95(10): 5626–34. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5075>.
- van Huyssteen M, Barkema HW, Mason S, Orsel K (2020). Association between lameness risk assessment and lameness and foot lesion prevalence on dairy farms in Alberta, Canada. *Journal of Dairy Science* 103(12): 11750–61. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17819>.
- von Keyserlingk MAG, Barrientos A, Ito K, Galo E, Weary DM (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95(12): 7399–7408. <https://doi.org/10.3168/JDS.2012-5807>.
- Kielland CL, Ruud E, Zanella AJ, Østerås O (2009). Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *Journal of Dairy Science* 92(11): 5487–96. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2293>.
- Leach KA, Paul ES, Whay HR, Barker ZE, Maggs CM, Sedgwick AK, Main DCJ (2013). Reducing lameness in dairy herds overcoming some barriers. *Research in Veterinary Science* 94(3): 820–25. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2012.10.005>.
- Lemon SC, Roy J, Clark MA, Friedmann PD, Rakowski W (2003). Classification and regression tree analysis in public health: Methodological review and comparison with logistic regression. *Annals of Behavioral Medicine* 26(3): 172–81. https://doi.org/10.1207/S15324796ABM2603_02.

- Livesey CT, Marsh C, Metcalf JA, Laven RA (2002). Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles with rubber mats or mattresses. *Veterinary Record* 150(22): 677–79. <https://doi.org/10.1136/vr.150.22.677>.
- Mahendran SA, Huxley JN, Chang YM, Burnell M, Barrett DC, Whay HR, Blackmore T, Mason CS, Bell NJ (2017). Randomised controlled trial to evaluate the effect of foot trimming before and after first calving on subsequent lameness episodes and productivity in dairy heifers. *Veterinary Journal* 220: 105–10. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.01.011>.
- Main DCJ, Leach KA, Barker ZE, Sedgwick AK, Maggs CM, Bell NJ, Whay HR (2012). Evaluating an intervention to reduce lameness in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 95(6): 2946–54. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4678>.
- March S, Brinkmann J, Winckler C (2006). Dairy health in German organic farming an intervention study on lameness and the implementation of herd health plans. *June 2014*: 2–3.
- Sucena AJ, Bruce M, Keating P, Raboisson D, Clough H, Oikonomou G, Rushton J (2020). Profiling detection and classification of lameness methods in British dairy cattle research: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science* 7:542. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00542>.
- Maxwell OJR, Hudson CD, Huxley JN (2015). Effect of early lactation foot trimming in lame and non-lame dairy heifers: A randomised controlled trial. *Veterinary Record* 177(4): 100. <https://doi.org/10.1136/vr.103155>.
- Molina L, Agüera E, Maroto-Molina F, 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(2): 165–70. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000207>.
- Munksgaard L, De Passillé AM, Rushen J, Thodberg K, Jensen MB (1997). Discrimination of people by dairy cows based on handling. *Journal of Dairy Science* 80(6): 1106–12. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76036-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76036-3).
- Nash CGR, Kelton DF, DeVries TJ, Vasseur E, Coe J, Zaffino Heyerhoff JC, Bouffard V (2016). Prevalence of and risk factors for hock and knee injuries on dairy cows in tiestall housing in Canada. *Journal of Dairy Science* 99(8): 6494–6506. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10676>.
- National Farm Animal Care Council (2009). Code of practice for the care and handling of dairy cattle. *Practice*, 1–106.
- Nielsen BH, Thomsen PT, Sørensen JT (2011). Identifying risk factors for poor hind limb cleanliness in Danish loose-housed dairy cows. *Animal* 5(10): 1613–19. <https://doi.org/10.1017/S1751731111000905>.
- Nor NM, Steeneveld W, Hogeveen H (2014). The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *Journal of Dairy Research* 81(1): 1–8. <https://doi.org/10.1017/S0022029913000460>.

- Norring M, Manninen E, De Passillé AM, 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. *Journal of Dairy Science* 91(2): 570–76. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0452>.
- Offer JE, McNulty D, Logue DN (2000). Observations of lameness, hoof conformation and development of lesions in dairy cattle over four lactations. *The Veterinary Record* 147(4): 105–9. <https://doi.org/10.1136/vr.147.4.105>.
- De Passillé AM, Rushen J, Ladewig J, Petherick C (1996). Dairy calves' discrimination of people based on previous handling. *Journal of Animal Science* 74(5): 969–74. <https://doi.org/10.2527/1996.745969x>.
- Popescu S, Borda C, Diugan EA, Niculae M, Razvan S, Sandru CD (2014). The effect of the housing system on the Welfare Quality® of dairy cow. *Italian Journal of Animal Science* 13(1): 15–22. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.2940>.
- Porto SMC, D'Emilio A, Cascone G (2017). On the influence of the alternation of two different cooling systems on dairy cow daily activities. *Journal of Agricultural Engineering* 48(1): 21–27. <https://doi.org/10.4081/jae.2017.577>.
- Potterton SL, Green MJ, Harris J, Millar KM, Whay HR, Huxley JN (2011). Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *Journal of Dairy Science* 94(6): 2952–63. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4084>.
- Reneau JK, Seykora AJ, Heins BJ, Endres MI, Farnsworth RJ, Bey RF (2005). Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 227(8): 1297–1301. <https://doi.org/10.2460/javma.2005.227.1297>.
- Rilanto T, Reimus K, Orro T, Emanuelson U, Viltrop A, Mõtus K (2020). Culling reasons and risk factors in Estonian dairy cows. *BMC Veterinary Research* 16(1): 173. <https://doi.org/10.1186/S12917-020-02384-6>.
- Robles I, Zambelis A, Kelton ADF, Barkema HW, Keefe GP, Roy JP, von Keyserlingk MAG, DeVries TJ (2021). Associations of freestall design and cleanliness with cow lying behavior, hygiene, lameness, and risk of high somatic cell count. *Journal of Dairy Science* 104(2): 2231–42. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18916>.
- des Roches de Boyer A, Veissier I, Coignard M, Bareille N, Guatteo R, Capdeville J, Gilot-Fromont E, Mounier L (2014). The major welfare problems of dairy cows in french commercial farms: an epidemiological approach. *Animal Welfare* 23(4): 467–78. <https://doi.org/10.7120/09627286.23.4.467>.
- Sadiq MB, Ramanoon SZ, Mastura WM, Mossadeq S, Mansor R, Syed-Hussain SS (2021). Preventive hoof trimming and animal-based welfare measures influence the time to first lameness event and hoof lesion prevalence in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science* 8: 631844. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.631844>.
- Solano L, Barkema HW, Pajor EA, Mason S, LeBlanc SJ, Zaffino Heyerhoff JC, Nash CGR (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian holstein-friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science* 98(10): 6978–91. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9652>.

- Stock ML, Baldrige SL, Griffin D, Coetzee JF (2012). Bovine dehorning assessing pain and providing analgesic management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 29(1): 103-33. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.001>.
- Villettaz-Robichaud M, Rushen J, de Passillé AM, Vasseur E, Haley D, Orsel K, Pellerin D (2018). Is the profitability of Canadian freestall farms associated with their performance on an animal welfare assessment? *Journal of Dairy Science* 101(3): 2350–58. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13315>.
- De Vries A, Marcondes MI (2020). Review: overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal* 14(S1): S155–64. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003264>.
- de Vries M, Bokkers EAM, van Reenen CG, Engel B, van Schaik G, Dijkstra T, de Boer IJM (2015). Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Preventive Veterinary Medicine* 118(1): 80–92. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.016>.
- DeVries TJ, Aarnoudse MG, Barkema HW, Leslie KE, von Keyserlingk MAG (2012). Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. *Journal of Dairy Science* 95(10): 5730–39. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5375>.
- Wagner K, Brinkmann J, March S, Hinterstoißer P, Warnecke S, Schüler M, Paulsen H (2017). Impact of daily grazing time on dairy cow welfare—Results of the Welfare Quality® protocol. *Animals* 8(1): 1. <https://doi.org/10.3390/ani8010001>.
- Weary DM, Taszkun I (2000). Hock lesions and free-stall design. *Journal of Dairy Science* 83(4): 697–702. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74931-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74931-9).
- Whay HR, Shearer JK (2017). The impact of lameness on welfare of the dairy cow. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* 33(2): 153–64. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.008>.
- Winckler C (2019). Assessing animal welfare at the farm level: do we care sufficiently about the individual? *Animal Welfare* 28(1): 77–82. <https://doi.org/10.7120/09627286.28.1.077>.
- Winckler C, Tucker CB, Weary DM (2015). Effects of under and overstocking freestalls on dairy cattle behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 170: 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.06.003>.
- Windschnurer I, Barth K, Waiblinger S (2009). Can stroking during milking decrease avoidance distances of cows towards humans? *Animal Welfare* 18(4): 507–13.
- Yáñez I, Charfeddine N, Pérez-Cabal MA (2018). Respuestas genéticas y beneficio económico esperado aplicando varios índices de salud podal en vacas lecheras españolas. XXVI Reunión Alpa y V Simposio Internacional de Producción animal 28 -31 de mayo, Guayaquil, Ecuador. ISSN 1022-1301.

**7 CAPÍTULO IV - Comportamiento en vacas lecheras
estabuladas e influencia de factores climatológicos,
propios del animal y del entorno**

7.1 Introducción

Existe una necesidad creciente de monitorizar la salud y el bienestar de los animales, y actualmente ya se utilizan protocolos que adoptan un concepto multidimensional de bienestar que incluyen variables que analizan directamente en el animal no sólo el estado físico sino también el comportamental, a través de las emociones, de las relaciones humano-animal y de las interacciones sociales. Pero hasta finales de la década de los 90 sólo se les dio validez a indicadores fisiológicos. Hasta entonces los protocolos existentes establecían medidas basadas en los recursos o en el estado físico del animal para obtener unas condiciones mínimas de bienestar (Alban y Agger, 1996). El desarrollo de un concepto global de bienestar que incluyera indicadores fisiológicos y emocionales ha estado sometido durante mucho tiempo al escepticismo del mundo científico (Bracke *et al.*, 1999). Aun así, el estudio de las emociones en seres vivos ha tenido un creciente interés, siendo Jaak Pankseep unos de los padres de disciplinas como la denominada neurociencia afectiva (Kenneth y Montag, 2019) apostando por el conocimiento del comportamiento, del estado emocional, y sugiriendo además que el bienestar animal no se limita sólo a la ausencia de sufrimiento, dando así respuesta a lo que quiere y espera la sociedad, que desea ver animales felices (Keeling *et al.*, 2021). Por tanto, surge un nuevo concepto relacionado con su calidad de vida, es decir el tipo de relación con el entorno, en definitiva, el comportamiento de los animales a lo largo del tiempo en diferentes contextos (Wemelsfelder, 2007).

El comportamiento del animal puede variar considerablemente en respuesta a los diferentes estímulos procedentes del entorno y evoluciona para permitir la adaptación a unas condiciones específicas siendo plástico y moldeable (Boissy *et al.*, 2007). El diseño de las instalaciones, la disponibilidad de recursos, las prácticas de manejo (incluido el contacto humano-animal), las relaciones grupales y la influencia de las condiciones climáticas, no sólo afectan a indicadores fisiológicos del animal, sino que tienen una influencia fundamental en la salud emocional, en la interacción con los cuidadores y en su comportamiento social (de Oliveira y Keeling, 2018).

A pesar de una mayor disponibilidad de herramientas validadas que permiten trabajar con mayores garantías, la investigación sobre el comportamiento, redes sociales y emociones sigue siendo reducida. El estudio de dichas redes a través de la monitorización continua con sensores como ejemplo, constituye una herramienta fundamental no sólo para

conocer mejor el estado fisiológico y el grado de estrés, sino, además, el comportamiento del animal y el tipo de relaciones sociales que establece. El comportamiento social se describe mediante la creación y mantenimiento de grupos sociales cohesivos de modo que se puede estudiar qué efecto genera ciertos patrones de manejo, como es el reagrupamiento continuo entre otros y que pueden afectar la sostenibilidad de la ganadería (Fadul-Pacheco *et al.*, 2021).

Los objetivos de este trabajo son evaluar el comportamiento del animal a través del estudio del estado emocional, de la relación humano-animal y de los comportamientos sociales agonísticos existentes. También se pretende analizar la variabilidad existente entre granjas y la influencia que pueden desempeñar factores climatológicos, factores propios del animal y los recursos del entorno sobre el comportamiento del animal.

7.2 Material y métodos

7.2.1 Protocolo de Bienestar

En este capítulo se presenta la información sobre el principio de comportamiento apropiado para vacuno lechero que mide el comportamiento del animal, y al que haremos referencia como factores propios del animal a través de 4 criterios: i) estado emocional positivo; ii) buena relación humano-animal; iii) expresión comportamientos sociales; iv) expresión de otras conductas. En cuanto al criterio “expresión de otras conductas” que hace referencia de la salida a pasto, no se utiliza en este trabajo. El protocolo se aplicó siguiendo el siguiente orden: i) distancia de huida (ADF) en vaca lactantes y secas; ii) valoración del estado emocional del animal a través del qualitative behaviour assessment (QBA); iii) Medición de las interacciones sociales a través de los comportamientos sociales agonísticos (CSA).

7.2.2 Factores propios del animal

Para valorar el estado emocional del animal se aplica el qualitative behaviour assessment (QBA), que tiene en cuenta la calidad expresiva de la conducta de los animales, de su interacción entre sí y con el entorno, es decir, su lenguaje corporal. Se trata de una prueba en la que se evalúan 20 adjetivos o descriptores que definen el estado emocional del animal, señalizando de menos a más en función de su predominio en el grupo de animales

observado. Una vez finalizada la observación se puntúan los 20 adjetivos usando una escala visual analógica.

La buena relación humano-animal fue uno de los criterios del protocolo que se aplicaron en este estudio, para analizarlo se aplicó la prueba de distancia de huida en el comedero (ADF, acrónimo en inglés de *Avoidance Distance at the Feeding place*). Para ello tenía que haber un 75 % de los animales en el comedero una vez volvían del ordeño. El asesor se colocó a una distancia de 2 metros del comedero, sin estar el animal atento a su presencia. Éste comienza a caminar a un ritmo de un paso por segundo y con la mano derecha extendida en ángulo de 45 grados hasta alcanzar el animal (distancia de huida 0), en el caso de no contactar con el animal, es necesario calcular la distancia a la que se retiraba y huía, clasificándola en 4 medidas: i) ADF 0, cuando hubo contacto con el animal; ii) ADF 50, huyó a menos de 50 cm, iii) ADF 50 - 100, animal huyó entre 50 a 100 cm; iv) ADF > 100, cuando el animal directamente huyó a más de 100 cm.

Para el criterio expresión de conductas sociales, el WQ[®] propone la medición de los comportamientos sociales agonísticos (CSA) a través de la observación, anotando todos los comportamientos agonísticos que sucedan. Estos se clasifican en golpe de cabeza, desplazamiento, persecución, lucha y hacer levantar al animal del cubículo o cama. Para simplificar los diferentes comportamientos sociales agonísticos los clasifican en dos: i) golpe de cabeza; ii) otros comportamientos, obteniendo el número de acciones agonísticas que se producen por vaca y hora de cada uno de ellos y no debiendo superar un total de 500 CSA por hora en un grupo de 100 vacas. En este estudio se segmentó el periodo de dos horas en fracciones de entre 10 - 20 minutos y en grupos no superiores a 25 animales permitiendo repetir la evaluación de los segmentos una segunda vez.

7.2.3 *Análisis de datos*

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete JMP PRO 16 y SAS 9.2[®] (SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, North Carolina), para realizar la estadística descriptiva (media, mediana desviación estándar, error estándar de la media, mínimo, máximo y rango intercuartílico (Q1, Q2 (mediana) y Q3). Para determinar la normalidad en la distribución de los datos se aplicó el Test Shapiro-Wilk.

Los datos de los 20 descriptores de QBA se redujeron a través de un análisis de componentes principales (ACP), matriz de correlación con rotación rotomax) a 4 componentes principales suprimiendo los coeficientes con valor absoluto inferior a 0.1.

Se utilizan en el estudio componente 1 y componente 2 que explican el 89.2 % de la variabilidad.

Para establecer si existían diferencias entre granjas que superaban los límites de comportamientos agonísticos se tomó como referencia las recomendaciones establecidas por WQ[®], que marca como máximo absoluto 5 comportamientos sociales agonísticos por vaca y hora (CSA), diferenciando dos grupos, el primero agrupa las granjas con más de 5 CSA frente al resto de granjas.

Además de las variables del QBA, se han utilizado también otras variables continuas indicadoras de la climatología y definidas como factores climatológicos (temperatura y humedad), relativas al animal y definidas como factores propios del animal (% primeras lactaciones, comportamientos sociales agonísticos por vaca y hora) y al entorno, definidas como recursos del entorno (N.º raciones al día, N.º veces que arriman comida, N.º vacas por empleado, N.º metros cuadrados por vaca, N.º cornadizas por vaca, N.º cubículos por vaca).

Para analizar las variables en función de la estación, se usó el test t-Student o Mann-Whitney, (en función de si la variable presentaba o no, normalidad), realizando análisis pareado de las variables cuando se comparan los resultados por estación. Para estudiar la correlación entre las variables continuas se utilizó el test de correlación de Pearson o Spearman (en función de si la variable presentaba o no, normalidad). Para variables no paramétricas como la paridad, se realizó Prueba de Chi-Cuadrado. Para el nivel de significación se establece un valor del 5 %.

7.3 Resultados

7.3.1 Estado emocional del animal

En la Tabla 14 se presentan los resultados promedio (en milímetros) de los 20 descriptores de la prueba QBA en granja. La distribución de los descriptores de mayor a menor puntuación fue: amigable, calmado, positivamente ocupado, relajado, indiferente, contento, que superan la puntuación de 70. Por otro lado, no superan la puntuación de 10 los adjetivos: complicado, frustrado, curioso, miedoso, agitado, feliz. Finalmente, animado, activo, sociable se encuentran alrededor de los 50 puntos. Los adjetivos con las puntuaciones más bajas (<10) y que describen un estado emocional negativo presentan mayor variabilidad entre granjas, mientras que los adjetivos con mayor puntuación y que describen un estado emocional positivo presentan menor variabilidad entre granjas.

Tabla 14. Evaluación del estado emocional positivo de las visitas a granja del estudio (n = 50).

	Media±DE¹	P25²	Mediana	P75³
Activo	52.7 ± 19.21	37.4	50.8	66.2
Relajado	86.5 ± 18.86	77.7	90.5	98.8
Miedoso	5.2 ± 8.28	0.7	1.3	5.3
Agitado	2.4 ± 4.91	0.0	0.8	2.3
Calmado	94.4 ± 17.83	86.6	98.6	107.1
Contento	71.6 ± 17.46	60.6	73.0	81.3
Indiferente	78.3 ± 25.07	58.7	78.3	100.6
Frustrado	6.2 ± 9.75	0.6	2.0	8.4
Amigable	105.1 ± 10.77	95.0	107.7	113.3
Aburrido	2.0 ± 4.13	0.0	0.6	1.3
Juguetón	1.4 ± 2.30	0.0	0.5	1.3
Ocupado positivamente	93.4 ± 13.03	85.2	96.4	103.3
Animado	60.9 ± 16.87	50.2	61.9	71.8
Curioso	5.5 ± 8.69	0.5	1.0	7.5
Irritable	0.8 ± 1.16	0.0	0.4	1.0
Complicado	7.9 ± 10.29	1.3	4.4	10.8
Sociable	48.0 ± 14.32	35.6	47.6	60.9
Apático	1.0 ± 1.92	0.0	0.4	1.0
Feliz	2.2 ± 6.95	0.0	0.5	1.0
Afligido	0.7 ± 1.04	0.0	0.3	1.0

En la Figura 10 se representan los 20 descriptores y su relación con las dos primeras componentes principales que explican el 89.2 % de la variabilidad entre granjas del QBA. El 49.2% para componente 1 (CP1) y el 40 % para componente 2 (CP2).

En CP1 o eje actitud en el entorno, los descriptores de QBA engloban desde juguetón/complicado a calmado/sociable, presenta un elevado número adjetivos con valencias contrapuestas y grado de excitación medio-bajo, aunque también hay adjetivos que muestran un grado de excitación alto. Explicando el “estado emocional del animal en el entorno”. En CP2 o eje reacción al entorno, los descriptores de QBA van desde animado/agitado a complicado/miedoso, no se observa un elevado número de adjetivos con valencias contrapuestas, pero si en el grado de excitación, explicando las “reacciones espontáneas ante las situaciones que se presenten”.

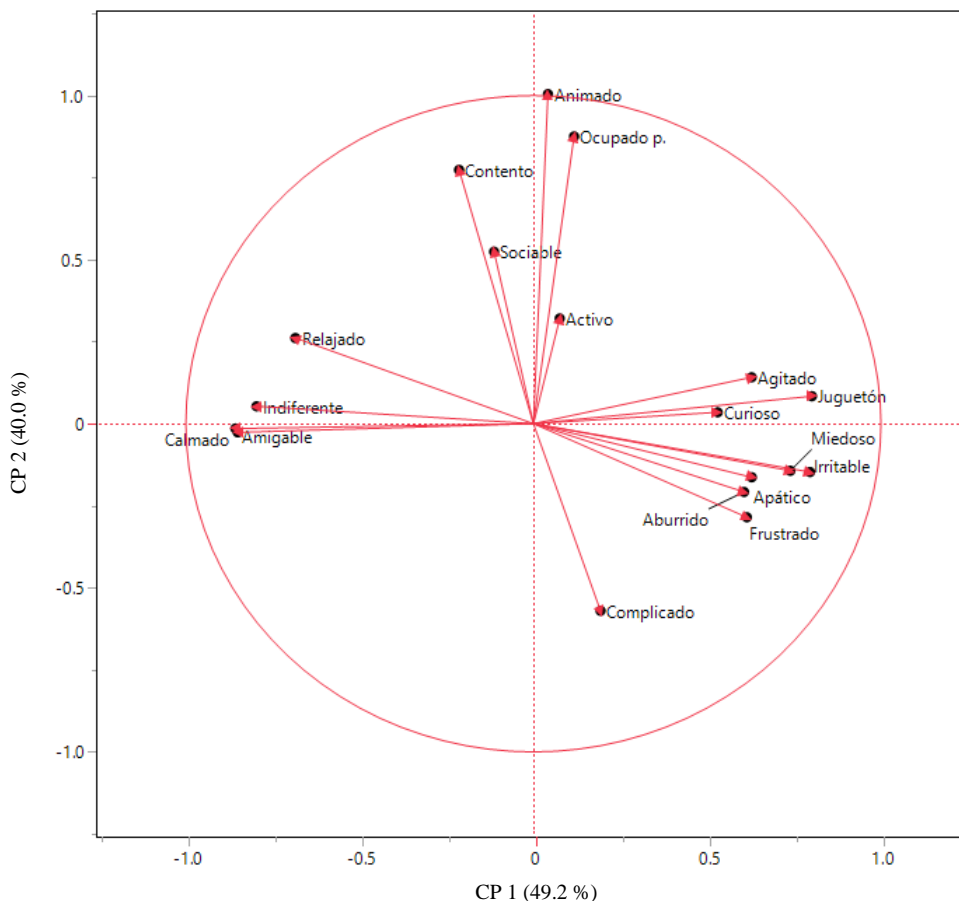


Figura 10. Distribución de los descriptores de Qualitative Behaviour Assessment en las dos componentes principales (CP1; CP2).

En la Figura 11 se representa la posición de cada granja participante en los ejes CP1 y CP2, según su QBA, en las estaciones de invierno (punto) y verano (cuadrado). Las mismas granjas en la estación de verano presentan un mejor estado emocional frente al invierno.

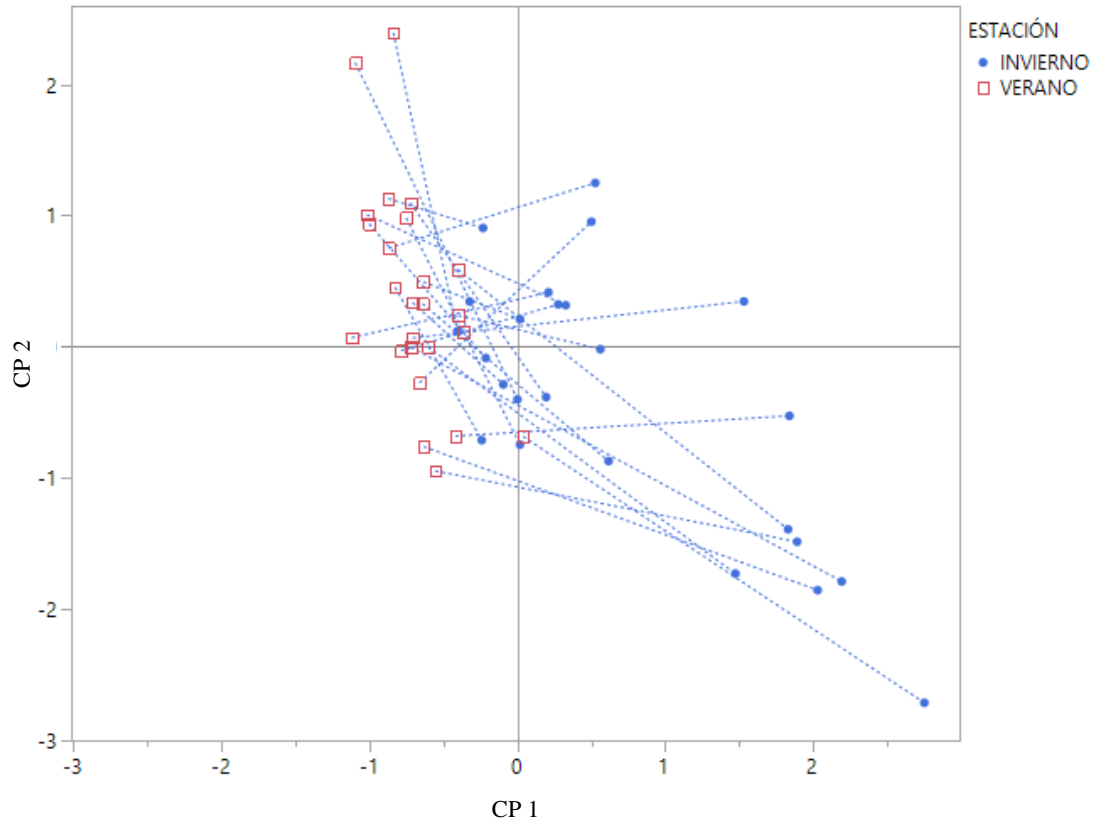


Figura 11. Puntuaciones de las granjas en el nuevo espacio Qualitative Behaviour Assessment resumido en las dos componentes principales (CP1; CP2) en función de la estación del año. Los datos de la misma granja están conectados.

En la Tabla 15 se presentan las correlaciones entre componentes principales CP1 y CP2 con factores climatológicos, propios del animal y con los recursos del entorno. Destacan las correlaciones significativas ($P < 0.01$) de altas a moderadas que el eje actitud en el entorno o CP1 presenta con factores climatológicos y factores propios del animal, presentando una correlación alta negativa para temperatura y moderada positiva para humedad y comportamientos sociales agonísticos por vaca y hora. En el caso del eje reacción al entorno o CP2, también aparece correlacionado negativamente con los comportamientos sociales agonísticos.

Tabla 15. Correlación entre componentes principales (CP1; CP2) con factores climatológicos, propios del animal y recursos del entorno.

	CP1	P valor	CP2	P valor
Temperatura ambiental (° C)	-0.69	<0.0001	0.24	0.0890
Humedad ambiental (%)	0.51	<0.0001	-0.24	0.0920
% Primeras lactaciones	-0.03	0.8247	0.04	0.7647
CSA ¹ por vaca y hora	0.57	<0.0001	-0.35	0.0115
N.º raciones al día	0.01	0.9327	0.01	0.9223
N.º veces que arriman comida al día	-0.01	0.9153	0.03	0.8577
N.º vacas por empleado	-0.19	0.1835	0.08	0.5941
N.º metros cuadrados por vaca	0.03	0.8961	-0.05	0.8447
N.º cornadizas por vaca	0.09	0.5274	-0.07	0.6468
N.º cubículos por vaca	0.16	0.2938	-0.26	0.0819

¹ CSA: comportamientos sociales agonísticos.

7.3.2 Interacción humano-animal

En la Tabla 16 se presentan los resultados de distancia de huida (ADF) agrupados en cuatro tramos (ADF 0, ADF < 50, ADF 50 - 100, ADF > 100). Destaca el porcentaje de animales muy reacios al contacto humano (ADF > 100) que, con una elevada variabilidad entre granjas, constituye el grupo con el mayor porcentaje de animales, superando el 40 %. En este tramo, las granjas del percentil 25 no superan el 30 % de animales reacios, mientras que las presentes en el percentil 90 superan la mitad (62 %).

Tabla 16. Datos medios de distancia de huida de las visitas a granjas (n= 50).

	Media ± DE ¹	Mediana	Mínimo	Máximo
Animales tocados, %	28.9 ± 13.73	28.50	7	60
Animales a menos de 50 cm. %	12.1 ± 7.15	10.50	0	32
Animales entre 50 - 100 cm. %	16.1 ± 7.52	15.00	0	33
Animales a más de 100 cm. %	42.9 ± 13.98	41.50	18	73

¹ DE: Desviación estándar.

En el otro extremo y con una elevada variabilidad entre granjas, los animales tocados no superan el 30 %. En este tramo, las granjas del percentil 25 no alcanzan al 17 % de los animales tocados, frente a las del percentil 90, con casi un 50 %. Los siguientes dos tramos ADF < 50 y ADF 50 - 100, coinciden con los anteriores en variabilidad entre granjas, no superando el 17 % de los animales.

Finalmente, no se observan para cada uno de los tramos de ADF diferencias significativas entre estación, tampoco para primíparas y multíparas entre animales tocados y no tocados (ADF 0, primíparas 39 % vs multíparas 61 %; ADF > 0, primíparas 38 % vs multíparas 62 %). Para humedad ambiental existe una correlación moderada negativa significativa (P < 0.05) con ADF 50 - 100. En cuanto a número de vacas por empleado existe una correlación moderada negativa significativa (P < 0.01) con ADF 0 y positiva con ADF > 100. Finalmente, para QBA existe una correlación significativa moderada (P < 0.01) positiva con ADF 50 - 100 y negativa con ADF > 100. (véase Tabla 17).

Tabla 17. Correlación entre distancia de huida con factores propios del animal y recursos del entorno.

	Distancia de huida (ADF.cm)							
	=0	P valor	<50	P valor	50-100	P valor	>100	P valor
Temperatura ambiental (° C)	0.14	0.3220	0.48	0.7430	0.20	0.1590	-0.25	0.0740
Humedad ambiental (%)	0.10	0.4810	-0.49	0.7350	-0.33	0.0180	0.04	0.7690
% Primeras lactaciones	0.02	0.8870	-0.23	0.1160	-0.28	0.8450	0.20	0.1650
CSA ¹ por vaca y hora	0.38	0.7950	-0.22	0.1180	0.24	0.8680	0.08	0.5720
N.º raciones al día	0.02	0.9170	-0.22	0.1230	0.03	0.8630	0.07	0.6230
N.º veces que arriman comida al día	-0.12	0.4140	-0.40	0.7840	-0.14	0.9210	0.20	0.1720
N.º vacas por empleado	-0.44	0.0020	-0.18	0.2230	0.05	0.7350	0.43	0.0020
N.º metros cuadrados por vaca	0.38	0.1440	-0.14	0.5960	-0.17	0.5320	-0.23	0.3960
N.º cornadizas por vaca	0.14	0.3580	0.00	0.9820	-0.85	0.5640	-0.14	0.3290
N.º cubículos por vaca	0.00	0.9990	0.20	0.2010	-0.76	0.6260	-0.54	0.7260
Estado emocional positivo	0.12	0.4140	0.13	0.3780	0.40	0.0040	-0.36	0.0010

Nivel de significación (P<0.05)

7.3.3 Comportamientos sociales agonísticos (CSA)

El número medio de comportamientos sociales agonísticos por vaca y hora en las granjas es de 4.4. Los cabezazos son el CSA predominante, con una frecuencia de 2.4 por vaca y hora. Del resto de otros comportamientos, con una media de 2 por vaca y hora, su distribución por orden de mayor a menor frecuencia es: desplazamientos (88 %), luchas (10 %), persecuciones (1 %) y levantamiento de los animales tumbados (1 %). Existe una gran variabilidad en el número de CSA por vaca y hora entre granjas, de modo que las granjas incluidas en el percentil 25 manifiestan menos de 2 CSA frente a las granjas incluidas en el percentil 75 que superan los 6.5 CSA. Hay diferencias significativas en la frecuencia de los CSA siendo significativamente ($P < 0.05$) mayor en invierno que en verano (6.1 vs 2.7).

En la tabla 18 se comparan los resultados de las granjas de este estudio con las recomendaciones WQ[®] sobre el número de CSA (con un umbral de 5 por vaca y hora). Se observan diferencias significativas ($P < 0.05$), entre actitud (CP1) y reacción (CP2) en y al entorno respectivamente, con respecto al número de CSA. En las granjas que supera el umbral recomendado la valoración en las variables más relacionadas con el CP1, miedoso o irritable, por ejemplo, tendrían una puntuación superior. En el caso de la CP2, las granjas que superan el umbral tendrían una menor puntuación en activos y ocupados positivamente (dos de las variables más correlacionadas con este componente principal). En cuanto al número de cabezazos y otros agonísticos por vaca y hora son significativamente superiores ($P < 0.01$) para las que tienen más de 5 CSA. Con respecto al N.º raciones al día, N.º veces que arriman comida al día, N.º de cornadizas por vaca y % de primeras lactaciones, no existen diferencias significativas.

Tabla 18. Promedio en componentes principales, recursos del entorno, propios del animal, golpes de cabeza y otros comportamientos en granjas que superan o no las recomendaciones de comportamientos sociales agonísticos (CSA).

	Menos de cinco CSA	Cinco o más CSA	Valor P
Componente 1	-0.3 ± 0.14	0.7 ± 0.20	<0.0001
Componente 2	0.3 ± 0.15	-0.6 ± 0.22	0.0001
N.º raciones al día	1.3 ± 0.08	1.6 ± 0.17	0.0910
N.º veces que arriman comida	3.9 ± 0.35	3.9 ± 0.56	0.6630
N.º cornadizas por vaca	0.9 ± 0.04	0.8 ± 0.04	0.0930
% Primeras lactaciones	39.0 ± 0.04	36.0 ± 0.05	0.1640
Cabezazos por hora	1.4 ± 0.15	4.8 ± 0.73	<0.0001
Otros agonísticos por hora	1.1 ± 0.18	3.8 ± 0.46	<0.0001

Nivel de Significación (P<0.05)

7.4 Discusión

7.4.1 Estado emocional del animal

Los animales y granjas participantes en este estudio muestran un valor medio QBA superior a los 50 puntos y con una moderada variabilidad entre granjas, ligeramente superior a los de Boyer des Roches *et al.* (2014) de acuerdo a nuestras referencias, posiblemente por una mayor homogeneidad en nuestro modelo de granja, presentando sólo animales de raza holstein, establos en su mayoría con cubículos aunque con diferente material de cama, en su mayoría con sala de ordeño y con ausencia de pastoreo. Los resultados obtenidos son similares a los resultados de Popescu *et al.* (2014) en estabulación libre. En el caso de Popescu *et al.* (2014) para granjas con vacas trabadas existe peor puntuación, posiblemente debido al modelo de establo, pues en nuestro estudio al ser estabulación libre favorece la libertad de movimiento, las relaciones sociales e interacciones que generan unas condiciones emocionales más positivas. Por tanto, el QBA es un análisis complejo que puede estar influenciado por la raza, tipo de manejo, la disponibilidad de recursos del entorno y las relaciones sociales entre los diferentes congéneres.

Se ha comentado en este trabajo que dos dimensiones, actitud en el entorno o CP1 y reacción al entorno o CP2 explican el 80 % de la variabilidad entre granjas. En los datos

publicados por Rousing y Wemelsfelder (2006) son también dos dimensiones las asociadas al comportamiento social del vacuno lechero, aunque con diferente distribución de los descriptores, que puede ser debido en el estudio citado, al uso por parte del observador entrenado de su propia terminología descriptiva. Los datos presentados en este trabajo presentan una distribución del eje CP1 asociado con el tipo de emoción que genera el entorno, con diferenciación en el grado de valencia, de modo que los animales con valor positivo de CP1 se muestran más, apáticos frustrados, aburridos, miedosos frente a un valor negativo de CP1 que muestra animales amigables, indiferentes, calmados, relacionándose más con respuestas aprendidas ante situaciones rutinarias que se dan en el entorno, un ejemplo puede ser el ordeño, repaso de cubículo entre otros. El eje CP2 se asocia al nivel de intensidad emocional en función del estímulo, por tanto, es la reacción o respuesta a una situación concreta que no se prolonga en el tiempo (Ede *et al.*, 2019), siendo similar a los presentados por Andreasen *et al.* (2013). Este patrón no sólo se observa en el vacuno de leche sino que parece mantenerse constante también en otras especies como en cabras (Battini *et al.*, 2018), cerdos (Temple *et al.*, 2011) y ovejas (Phythian *et al.*, 2013). Finalmente, es destacable la presencia de adjetivos de emociones contrapuestas en CP1 como ocurre con juguetón y curioso, con apático y aburrido. Cuanto más positivo sea el valor de CP1 más apáticos, aburridos se sentirán los individuos pero también más curiosos y juguetones. Este fenómeno se observa también en otros estudios con otros rangos de emociones (Battini *et al.*, 2018; Ebinghaus *et al.*, 2017; Ceballos *et al.*, 2021) siendo explicado como los animales responden de manera propia al entorno.

En cuanto a las diferencias estacionales son significativas para la CP1 y CP2 con una respuesta más positiva al entorno en el verano para las granjas, como muestra la Figura 11, a pesar de su dureza en nuestras latitudes frente al invierno donde siempre se observa una menor respuesta del animal, no siendo los resultados que cabría esperar. Como posible explicación, en la mayoría de los casos la medición se realizó a lo largo del periodo estival en las hora más frescas de la mañana, no alcanzando un nivel elevado de estrés térmico (THI). Aunque los resultados pueden variar según la región, sabemos que el efecto del THI no es inmediato, sino que variará en función de la intensidad y duración. Los primeros cambios que sufre un animal sometido a un estrés térmico continuado no son solamente fisiológicos, sino también emocionales. La combinación de humedad y temperatura elevada generará como consecuencia hambre y sed, además de la lucha por los lugares más privilegiados. Provocando en los individuos afectados miedo, irritación y

frustración (Polsky y Von Keyserlingk, 2017). El posible efecto estación planteado en este trabajo se justifica con los resultados presentados en la tabla 15, donde el eje CP1 y CP2 está relacionado con los factores climatológicos. De modo que el animal, sólo ante la combinación de humedad y temperatura elevada experimentará una situación negativa.

7.4.2 Interacción humano-animal

Nuestros resultados muestran un elevado porcentaje de animales con $ADF > 100$, es decir, animales muy reacios al contacto humano alcanzando casi el 50 % de los animales de granja. En los datos presentados por Ebinghaus *et al.* (2018) en 32 granjas de Alemania, el porcentaje de animales con $ADF > 100$ no superaba el 9 % pero con mayor variabilidad en sus resultados, presentando datos de granjas con hasta un 40 % de los animales con $ADF > 100$. Ocurre lo mismo en otros trabajos publicados (de Boyer des Roches *et al.*, 2014; Popescu *et al.*, 2014) con bajo porcentaje de animales muy reacios pero con mayor variabilidad entre granjas (rangos entre el 25 y 64 %). En estudios en explotaciones del noroeste de España (Bugueiro *et al.*, 2018), donde el tamaño de explotación es menor, aunque también se detecta un elevado porcentaje de animales con $ADF > 100$ (32 %) la variabilidad es menor (rango del 11 %) y además reportan un mayor porcentaje de animales tocados (66 %) que dobla el porcentaje de nuestro estudio.

La paridad no parece influir en la reacción de los animales a la presencia humana, pero existen elementos fundamentales que si influyen en la calidad de la interacción humano animal como son no sólo la ratio número animales por trabajador, sino también la actitud que adopta el trabajador en su rutina. Es cierto que el tamaño de explotación presente en nuestro trabajo es ligeramente superior a los datos de Ebinghaus *et al.* (2018), existiendo una correlación negativa entre distancia de huida y tamaño de explotación según los datos publicados por Waiblinger y Menke (1999), pero está asociado no con el tamaño en sí, sino con una menor intensidad de contacto entre vaca y humano. Por otro lado, la variabilidad en los resultados de la bibliografía se puede deber a factores diversos como el modelo productivo (ecológico o convencional), raza y tamaño de explotación que pueden variar el tipo de relación que se establece entre animal y su cuidador. Es cierto en estos trabajos que la relación con el cuidador y su actitud es mejor que en nuestro caso ante la escasa presencia de animales huidizos, esta hipótesis se confirma con los datos publicados por Waiblinger *et al.* (2003) con granjas con mayor porcentaje de animales tocados debido a unas prácticas de manejo que generan un contacto continuo más

individualizado y donde la presencia de animales adultos descornados es muy baja. Por tanto, no depende sólo de la cantidad de tiempo dedicado al animal sino a la calidad proporcionada en el trato, por tanto, el tipo de experiencia vivida con el cuidador. La distancia de huida (ADF) es una medida validada y asociada con la calidad y cantidad de interacción humano-animal (Hemsworth *et al.*, 2000). Por tanto, tiene la capacidad de discriminar el efecto que puede generar un escasa interacción desde edades tempranas e incluso actuaciones dolorosas durante algún manejo o tratamiento (Sharma *et al.*, 2019).

Esta relación humano animal también puede explicar el mayor porcentaje de animales tocados en Bugueiro *et al.* (2018), dado que se trataba de un modelo de explotación más familiar, de menor tamaño y donde la granja llega incluso a integrarse a pocos metros de la vivienda, manteniendo un vínculo estrecho con los animales. De la misma manera en los resultados presentados por Popescu *et al.* (2014) el porcentaje de animales tocados es significativamente superior en granjas con vacas trabadas, pues este tipo de establo generan una mayor presencia humana debido a una mayor necesidad de tareas manuales y próximas al animal. Así, cuanto mayor tiempo disponga el cuidante para el animal mayor será la posibilidad de establecer un mayor vínculo, lo que se traduce en un comportamiento menos huidizo.

La relación entre vacas por trabajador obtenidos en este estudio coinciden con los de otros trabajos que relacionan el mayor tamaño de explotación y la menor presencia de personal con una menor dedicación a la interacción entre ambos, generando animales más reacios al contacto (Gieseke *et al.*, 2018). Por tanto, es fundamental la actitud y la actuación con los animales, desde edades tempranas, como vía para potenciar la interacción positiva entre ambos (Ebinghaus *et al.*, 2016).

No se ha detectado un efecto de la estación en la ADF coincidiendo con los datos publicados por Dodzi *et al.* (2011). Esto se puede explicar por el hecho de que los animales dispusieron del tiempo de adaptación visual necesario y la ejecución por parte del evaluador de movimientos lentos y pausados como marca el protocolo, no generando reacción de alarma, a pesar de la ausencia de luz en la medición de ADF en invierno, frente al verano. Debemos recordar la elevada discriminación a los movimientos rápidos y la mayor sensibilidad a los contrastes de luz, que son más posibles en invierno que en verano. Y que pueden generar una situación de miedo en el animal manifiesta con su

detención o huida ante un objeto móvil, siendo necesario unos minutos de adaptación (Mounaix *et al.*, 2015).

Tanto en la lectura de datos individuales como globales de granja se observa en el tramo de animales $ADF > 100$, que cuanto mayor es la reticencia al contacto humano peor QBA presentan, no ocurriendo lo mismo en el tramo de $ADF 50 - 100$ donde la relación es directamente proporcional. Una posible explicación es que sólo el tramo de $ADF > 100$ agrupa a los animales realmente asustadizos, pues sólo la presencia humana ya les mantiene en estado de alerta continuo y el menor desplazamiento les provoca una reacción nerviosa de huida. Como se ha comentado anteriormente, factores de manejo, una escasa interacción y actitud de los cuidadores, afectará de manera negativa a su estado emocional.

7.4.3 Comportamientos sociales agonísticos (CSA)

Dentro de los resultados del estudio, destacan los elevados CSA presentes por vaca y día. Asociados a la posible limitación de recursos en zonas comunes, debido al incremento de la densidad animal (de Vries *et al.*, 2004). Los CSA serían el medio, con una duración limitada para imponerse o reordenar la estructura jerárquica tras la incorporación de nuevos individuos al rebaño. Val-Laillet *et al.* (2008) expone que un 86.7 % de los CSA que ocurren en el área de alimentación son desplazamientos, pues se trata de un recurso prioritario para los animales, siendo el CSA más frecuente también en otras zonas como en pasillos. En nuestro trabajo el número de desplazamientos por vaca y hora (1.8) constituyen el segundo CSA más frecuente, siendo el golpe de cabeza el mayoritario. Una posible explicación puede ser la falta de espacio y un resultado infructuoso tras su ejecución dando lugar a una mayor frecuencia de repeticiones en el número de cabezazos. En los datos publicados por Lutz *et al.* (2019), la presencia o no de cuernos determinaba el tipo de CSA más frecuente, de modo que las vacas con cuernos sólo necesitan aplicar como tipo de CSA el cabezazo para obtener una respuesta. Mientras que las vacas sin cuernos necesitan ejercer un contacto físico más intenso con su cuerpo para obtener dicha respuesta, siendo el desplazamiento el CSA más habitual. Cuando el número de cabezazos es más elevado en vacas sin cuernos, que son la mayoría de las vacas de nuestro estudio, según Lutz *et al.* (2019) la causa está en la falta de espacio para poder ejercer un CSA que requiera de cierto espacio para obtener una respuesta.

Las condiciones climatológicas también pueden alterar las interacciones sociales entre animales como se muestra en este trabajo, manifestando un menor número de comportamientos sociales agonísticos en verano. Ciertamente, además, que la ocupación del establo por parte del animal podía variar enormemente con el transcurso de las horas, con desplazamientos a las zonas menos calurosas situadas en zona de bebedero y pasillo de alimentación, por lo que los animales dominantes pueden ocupar los mejores espacios, aunque las condiciones del establo fueran difíciles para ambos. Por tanto, este podría ser el posible motivo de una reducción significativa de CSA. Esta hipótesis se corrobora con los datos publicados por McDonald *et al.* (2020), que muestra cómo los animales subordinados modifican su patrón de comportamiento, de modo que evitan el acercamiento a comedero y a bebedero en las horas más demandadas, evitando así conflictos con los animales más dominantes.

En cuanto a la posible relación de los CSA y el estado emocional del animal, los resultados obtenidos por Rousing y Wemelsfelder (2006) sugieren que el QBA puede ser un método válido para el análisis de las interacciones sociales a través de la relación entre el comportamiento del animal y su interacción social, de modo que observaron que la presencia de comportamiento social cohesivo se relacionaba con vacas más relajadas y tranquilas, mientras que vacas más agresivas y con carácter abusivo estaban relacionadas con comportamientos sociales agonísticos. Este análisis confirma nuestros resultados, por lo que una limitación importante de recursos en el ambiente del animal afecta su comportamiento y se manifiesta con una mayor frecuencia de CSA. Los animales tienen que competir por dichos recursos y eso les genera una respuesta emocional negativa que se traduce en granjas con un número de CSA más elevado de lo recomendado. Además, esto da lugar a animales más miedosos, irritados, frustrados, etc., ocurriendo justo lo contrario en granjas con un bajo nivel de CSA, que presentan animales más relajados, contentos, calmados, etc. Pero además, los CSA están relacionados con su reacción en el entorno, de modo que cuando hay un nivel demasiado elevado de CSA los animales presentan un estado emocional complicado, de frustración y apatía. Por tanto, la menor presencia de CSA en granja está relacionada con un estado emocional más positivo, tanto como con su relación con el entorno, de modo que las buenas experiencias generarán en el animal situaciones más placenteras y positivas (Boissy *et al.*, 2007)

7.5 Referencias Bibliográficas

- Alban L, Agger JF (1996). Welfare in Danish dairy herds 1. Disease management routines in 1983 and 1994. *Acta Veterinaria Scandinavica* 37(1): 49–63. <https://doi.org/10.1186/BF03548119>.
- Andreasen SN, Wemelsfelder F, Sandøe P, Forkman B (2013). The correlation of qualitative behavior assessments with Welfare Quality[®] Protocol outcomes in on farm welfare assessment of dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 143(1): 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.11.013>.
- Battini M, Barbieri S, Vieira A, Can E, Stilwell G, Mattiello S (2018). The use of qualitative behaviour assessment for the on farm welfare assessment of dairy goats. *Animals* 8(7): 123. <https://doi.org/10.3390/ani8070123>.
- Boissy A, Manteuffel G, Bak M, Oppermann R, Spruijt B, Keeling L, Christoph C (2007). Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & Behavior* 92(3): 375–97. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.02.003>.
- de Boyer des Roches A, Veissier I, Coignard M, Bareille N, Guatteo R, Capdeville J, Gilot-Fromont J, Mounier L (2014). The major welfare problems of dairy cows in French commercial farms: An epidemiological approach. *Animal Welfare* 23(4): 467–78. <https://doi.org/10.7120/09627286.23.4.467>.
- Bracke M, Spruijt B, Metz J (1999). Overall animal welfare assessment reviewed. Part 1: Is it possible? *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47(3–4): 279–91. <https://doi.org/10.18174/njas.v47i3.466>.
- Bugueiro A, Pedreira J, Diéguez FJ (2018). 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. <https://doi.org/10.26667/2318-1265jabb.v6n3p84-89>.
- Ceballos MC, Rocha KC, Sant’Anna AC, Wemelsfelder F, Paranhos da Costa M (2021). Reliability of qualitative behavior assessment (QBA) versus methods with predefined behavioral categories to evaluate maternal protective behavior in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 236:105263. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105263>.
- Dodzi MS, Muchenje V (2011). Avoidance-related behavioural variables and their relationship to milk yield in pasture-based dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 133(1–2): 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.04.014>.
- Ebinghaus A, Ivemeyer S, Knierim U (2018). Human and farm influences on dairy cows’ responsiveness towards humans a cross-sectional study. *PLoS ONE* 13(12): 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209817>.

- Ebinghaus A, Ivemeyer S, Lauks V, Santos L, Brügemann K, König S, Knierim U (2017). How to measure dairy cows' responsiveness towards humans in breeding and welfare assessment? A comparison of selected behavioural measures and existing breeding traits. *Applied Animal Behaviour Science* 196: 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.07.006>.
- Ebinghaus A, Ivemeyer S, Rupp J, Knierim U (2016). Identification and development of measures suitable as potential breeding traits regarding dairy cows' reactivity towards humans. *Applied Animal Behaviour Science* 185: 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.09.010>.
- Ede T, Lecorps B, Von Keyserlingk MAG, Weary D (2019). Symposium review: Scientific assessment of affective states in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 102(11): 10677–94. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2019-16325>.
- Fadul-Pacheco L, Liou M, Reinemann DJ, Cabrera V (2021). A preliminary investigation of social network analysis applied to dairy cow behavior in automatic milking system environments. *Animals* 11(5): 1229. <https://doi.org/10.3390/ani11051229>.
- Gieseke D, Lambertz C, Gaulty M (2018). Relationship between herd size and measures of animal welfare on dairy cattle farms with freestall housing in Germany. *Journal of Dairy Science* 101(8): 7397–7411. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14232>.
- Hemsworth P, Coleman G, Barnett J, Borg S (2000). Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. *Journal of Animal Science* 78(11): 2821–31. <https://doi.org/10.2527/2000.78112821x>.
- Keeling L, Winckler C, Hintze S, Forkman B (2021). Towards a positive welfare protocol for cattle: a critical review of indicators and suggestion of how we might proceed. *Frontiers in Animal Science* 2: 753080. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.753080>.
- Kenneth D, Montag C (2019). Selected principles of pankseppian affective neuroscience. *Frontiers in Neuroscience* 12: 1025. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.01025>.
- Lutz J, Burla JB, Gygax L, Wechsler B, Würbel H, Friedli K (2019). Horned and dehorned dairy cows differ in the pattern of agonistic interactions investigated under different space allowances. *Applied Animal Behaviour Science* 218: 104819. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.05.008>.
- McDonald, P, von Keyserlingk M, Weary D (2020). Hot weather increases competition between dairy cows at the drinker. *Journal of Dairy Science* 103(4): 3447–58. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17456>.
- Mounaix B, Boivin X, Brule A, Schmitt T, Atle (2015). Cattle behaviour and the human-animal relationship: Variation factors and consequences in breeding. no. September 2015: 1–61.
- de Oliveira D, Keeling L (2018). Routine activities and emotion in the life of dairy cows: Integrating body language into an affective state framework. *PLoS ONE* 13(5): 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195674>.
- Phythian C, Michalopoulou, Duncan E, Wemelsfelder F (2013). Inter-Observer reliability of qualitative behavioural assessments of Sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 144(1–2): 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.11.011>.

- Polsky L, von Keyserlingk MAG (2017). Invited Review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science* 100(11): 8645–57. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>.
- Popescu S, Borda C, Diugan E, Niculae M, Stefan R, Sandru C (2014). The effect of the housing system on the Welfare Quality® of dairy cow. *Italian Journal of Animal Science* 13(1): 15–22. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.2940>.
- Rousing T, Wemelsfelder F (2006). Qualitative assessment of social behaviour of dairy cows housed in loose housing systems. *Applied Animal Behaviour Science* 101(1–2): 40–53. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.12.009>.
- Sharma A, Phillips C (2019). Avoidance distance in sheltered cows and its association with other welfare parameters. *Animals* 9(7): 396. <https://doi.org/10.3390/ani9070396>.
- Temple D, Manteca X, Velarde A, Dalmau A (2011). Assessment of animal welfare through behavioural parameters in iberian pigs in intensive and extensive conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 131(1–2): 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.01.013>.
- Val-Laillet D, Veira D, von Keyserlingk MAG (2008). Short communication: dominance in free-stall-housed dairy cattle is dependent upon resource. *Journal of Dairy Science* 91(10): 3922–26. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1332>.
- De Vries TJ, Von Keyserlingk MAG, Weary D (2004). Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87(5): 1432–38. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73293-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73293-2).
- Waiblinger S, Menke C (1999). Influence of herd size on human-cow relationships. *Anthrozoos* 12(4): 240–47. <https://doi.org/10.2752/089279399787000156>.
- Waiblinger S, Menke C, Fölsch DW (2003) Influences on the avoidance and approach behaviour of dairy cows towards humans on 35 farms. *Applied Animal Behaviour Science* 84(1): 23–39. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00148-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00148-5).
- Wemelsfelder F (2007). How animals communicate quality of life: the qualitative assessment of behaviour. *Animal Welfare* 16(S1): 25–31. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031699>.

8 DISCUSIÓN GENERAL

La proyección de la población mundial según la FAO para el año 2050 prevé cambios radicales. Fundamentalmente, un crecimiento de la población mundial que nos llevará a unos 9700 millones de personas. Por tanto, la agricultura y ganadería estarán sometidas a complicados retos de adaptación al entorno.

Por otro lado, existen estrategias marcadas y dirigidas hacia una mejora del bienestar animal, como está ocurriendo en el contexto europeo. Estas estrategias, surgen no sólo de la preocupación, mayor concienciación y demanda del consumidor, ante su percepción del tipo de ganadería existente (Cardoso *et al.*, 2016), sino de la necesidad de adaptación a un nuevo modelo productivo, ante los nuevos retos del futuro como son entre otros, un entorno climático cada vez más impredecible y extremo, con unos recursos más limitados que afectarán al bienestar animal (Blanco-Penedo *et al.*, 2020a). Por todo ello, se han ido construyendo numerosos protocolos de trabajo que han caracterizado y analizado los factores que afectan al bienestar a través de herramientas de campo como el Welfare Quality[®] (2009), lo que está permitiendo conocer el nivel de bienestar existente en las ganaderías y sus principales carencias, como vía de mejora hacia explotaciones más sostenibles y por tanto más preparadas para los retos globales.

En esta tesis doctoral se ha descrito el grado de bienestar en una muestra representativa de las ganaderías de Cataluña, contrastando los resultados obtenidos con otros trabajos de ámbito nacional e internacional. Pero, además, como novedad, se analizó el efecto estacional en el análisis del WQ[®], no sólo a nivel físico con el análisis de la prevalencia, severidad de sucesos y su evolución según la paridad, sino también en los dominios comportamental y emocional. Y finalmente, se analizó la influencia del bienestar en la expresión del potencial genético del animal. Esta información puede generar nuevos proyectos de trabajo con el objetivo, a corto plazo, de la mejora en las condiciones de vida del animal, que redundaría en el incremento de su esperanza de vida, lo que ayudaría a la ganadería a convertirse en un modelo más sostenible y adaptado a un futuro lleno de desafíos.

8.1 Puntos críticos de la metodología Welfare Quality®

8.1.1 Influencia del estrés térmico en la aplicación del protocolo Welfare Quality®

Una de las cuestiones no resuelta en el protocolo WQ® es la evaluación del estrés térmico (THI) y su efecto en el bienestar. Veranos con elevadas temperaturas están cada vez más presentes a nivel mundial, lo que ha generado un reajuste en los valores de referencia del THI como muestran los datos aportados por Zimbelman *et al.* (2009). Así, el umbral de referencia de 72 puntos de THI corresponde a trabajos del siglo XX analizados en vacas de baja producción, estando incompletos porque hoy conocemos más el impacto del estrés térmico y sus efectos en los animales. Hoy en día, los animales muestran síntomas de estrés térmico con valores a THI 68, tomando nuevas referencias (Toledo *et al.*, 2023), por lo que su efecto aún tiene mayor importancia a nivel global.

En el **capítulo I** de este trabajo no se observan diferencias significativas en los principios de bienestar entre la estación de verano frente al invierno (véase Tabla 19), pero si diferencias significativas cuando el THI supera los 72 puntos (véase Tabla 20), asociándose con ubres sucias y THI a partir de 68 que se han asociado en esta Tesis con la presencia de respiración forzosa, lo que indicaría un peor estado de bienestar de los animales para estas dos variables. Por el contrario, en el **capítulo IV** se observa un mejor estado emocional en los animales de lo que cabría esperar en condiciones invernales. Estos resultados podrían parecer contradictorios pues un animal más sucio, con respiración forzada no debería presentar un mejor estado emocional. La explicación se podría encontrar en el momento de la evaluación a nivel de granja. Recordemos que, siguiendo el orden de aplicación del protocolo, la evaluación del QBA se realiza inmediatamente después de la distancia de huida (ADF), y en ningún caso éste abarca un periodo superior a las dos horas. Por tanto, en el verano la medición de QBA coincide en la mayoría de las granjas con las horas más frescas de la mañana. Por el contrario, la valoración del nivel de suciedad, de la ausencia de enfermedad, abarca las horas centrales del día, observando a lo largo de este periodo una peor distribución de los animales con respecto a las primeras horas de la mañana. Así, en las primeras horas se observó establos que, a pesar de una elevada densidad de individuos, mantenían una distribución uniforme con una actividad o interacción normal. Lo contrario ocurría en las horas centrales del día, donde se producía un enfrentamiento y lucha por los espacios más frescos, cercanos a corrientes de aire, bebederos, entre otros. En este periodo, se producía un cambio

abrupto del patrón de comportamiento en tan sólo cuestión de horas. De modo que, en función del momento de la medición, se pueden generar resultados diferentes, lo que puede dar lugar a cierto riesgo de sesgo y que no se corresponda con la realidad estacional de la granja, sobre todo en regiones o países de climas cálidos. Por lo tanto, es necesaria la integración de indicadores de estrés térmico no sólo en el WQ[®] sino también en otros protocolos. Recordemos que las granjas de este trabajo pasaron durante el verano, un 52 % de las horas en condiciones de estrés térmico.

8.1.2 Mejoras en el análisis de las interacciones animales en el protocolo Welfare Quality[®]

El estudio del comportamiento social de los animales es de esencial importancia para el bienestar animal. Por tanto, es necesario profundizar en el conocimiento de las complejas interacciones que fijan el tipo de vínculo existente entre los animales, porque pueden verse afectadas por algunas prácticas rutinarias de manejo. Por ejemplo, el aislamiento individual a edades tempranas o la continua modificación de los lotes o grupos, que generan en el animal situaciones de elevados estrés al romper su lazos o nodos con otros individuos y le obligan a restablecer y reestructurar el orden y las relaciones en los grupos (de Freslon *et al.*, 2020). La constitución y permanencia de las redes sociales es fundamental en el funcionamiento diario de una granja hasta el punto de que el tipo de lazo que se genere puede llegar a definir incluso el patrón de propagación de ciertas enfermedades. Datos como los del estudio de Freslon *et al.* (2019), sugieren que el comportamiento sexual puede estar condicionado por las conductas afiliativas, influyendo en la capacidad de propagación de enfermedades sexuales.

La vía que propone el protocolo WQ[®] de vacuno lechero es a través de los comportamientos sociales agonísticos (CSA), es decir, mediante la identificación y análisis del número de repeticiones de comportamientos sociales negativos durante un periodo de tiempo. Pero en los últimos años ha habido un cambio de tendencia que no sólo busca el análisis de los aspectos negativos de comportamiento y valora los posibles factores de riesgo (Mellor, 2016). Lo que se propone es el análisis de las relaciones sociales a través de la observación de los comportamientos sociales cohesivos que al igual que los CSA, miden su efecto en la totalidad del grupo y no sólo en el individuo (Papageorgiou y Simitzis, 2022) y que además, en el caso de los comportamientos sociales cohesivos, aparecen sólo en la versión de vacuno de engorde del WQ[®].

En nuestro estudio, en el **capítulo IV** se observa que el nivel de CSA sobrepasa los límites recomendados por el WQ[®] y que son los cabezazos el CSA más repetido, estando éste relacionado con la excesiva densidad de individuos y con la ausencia de respuesta tras su ejecución, como apuntan los datos aportados por Lutz *et al.* (2019). Además, los CSA pueden estar influenciados por las condiciones climáticas, como ocurre durante el verano en el número de cabezazos en las horas centrales, donde se observa una reducción significativa de este CSA, no siendo en este caso un indicador de mejora de bienestar al desconocer si existen también una mayor o menor presencia de comportamientos sociales cohesivos. Por tanto, el hecho de no haber estudiado los comportamientos sociales cohesivos constituye una limitación de esta tesis.

En el caso de otros criterios del principio de comportamiento adecuado, como por ejemplo el QBA, podemos diferenciar en función de los 20 descriptores que lo componen, y que son la valoración en escala de adjetivos relacionados con un mejor o peor estado emocional, si el animal presenta una aptitud más o menos positiva, e incluso en función del tipo de adjetivo, el nivel de excitación. En el caso de las interacciones humano-animal, ocurre lo mismo, en función de la prevalencia de los segmentos de ADF se puede valorar si existe la interacción humano animal es más o menos importante. Pero finalmente, en el caso de las interacciones de las redes sociales, sólo se valoran desde las relaciones negativas, es decir, sólo se ha podido describir si se superan las relaciones sociales agonísticas sin poder establecer si, además, existe algún tipo de vínculo afiliativo presente en ese grupo, segmento o lote de animales, lo que constituye un indicador directo del nivel de lazos cohesivos existente. Por tanto, su incorporación en el WQ[®] para vacuno lechero puede enriquecer la información obtenida en las futuras actualizaciones del protocolo.

8.1.3 Mejoras en la ponderación de los criterios del protocolo Welfare Quality[®]

Welfare Quality[®] califica a las granjas en cuatro niveles, según las puntuaciones obtenidas en sus 4 principios: i) no calificada, cuando no se alcanzan unos mínimos de bienestar; ii) aceptable, cuando son alcanzados; iii) mejorada, cuando además se superan los niveles de bienestar suficientes; iv) excelente, cuando las condiciones de bienestar son muy buenas. La puntuación de los principios se obtiene a través de los criterios que los constituyen, en total 12 y la puntuación de los criterios a través de las medidas que los califica, en total 30. Para los expertos que generaron el sistema de ponderación, no todos

los criterios puntúan igual. Como ejemplo, el criterio ausencia de enfermedad pondera más que el criterio de ausencia de daños, dentro del mismo principio, y para evitar que se produzca una compensación en la puntuación de un principio por la buena calificación obtenida en un criterio de mayor ponderación se aplica la integral de Choquet (Veissier *et al.*, 2009).

La duda que surge con dicha ponderación es que al puntuar unos criterios más que otros, el paso a la siguiente calificación de la granja puede producirse por una leve mejora en unos de los criterios y no por una mejora global del bienestar, con lo que la granja podría mejorar su calificación, pero manteniendo puntos críticos preocupantes. Uno de los puntos críticos es un elevado porcentaje de cojeras, que incluso supera las recomendaciones, siendo además uno de los procesos con mayor consecuencia negativa en la supervivencia del animal. En nuestro caso, 9 de las granjas analizadas mejoran su calificación de invierno a verano, 8 pasan de aceptables a mejoradas y otra de no calificada a aceptable (ver Tabla 19). De las granjas que pasan de aceptables a mejoradas, las mejoras se producen en los principios, buena alimentación (55 vs 85) y comportamiento apropiado (15 vs 19). En cambio, empeora la puntuación en los principios buen alojamiento (66 vs 60) y buena salud (32 vs 29). Es decir, el paso de aceptable a mejorada se produce por una mejora en el criterio ausencia de sed prolongada, que es fundamental para este salto en la calificación. Esta mejora se produce a pesar de un aumento en el porcentaje de colisiones (29 vs 42), un aumento en el porcentaje de animales con daños en los tejidos (65 vs 69) y un aumento del porcentaje de cojeras (45 vs 58). Por tanto, no se puede entender que la mejora en ciertos recursos relacionados con la buena alimentación pueda mejorar la calificación global de la granja a pesar de que existen indicadores que además de empeorar los resultados, sobrepasan los niveles recomendados e incluso los niveles de alarma propuestos por el protocolo. Estos resultados están en la línea de los presentados por Graaf *et al.* (2018), que señala como existe una mayor sensibilidad para los cambios en las medidas relacionadas con el principio buena alimentación, mientras que las medidas relacionadas con la salud tienen un menor impacto, a pesar de su relevancia. De modo que granjas con una calificación aceptable o superior, podría presentar un 100 % de los animales con cojera. Por tanto, la calificación global de una granja o su mejora debería tener más en cuenta factores relacionados con la disponibilidad de recursos y con la calidad del entorno y manejo, manifiestas en el cuadro de daños y lesiones presentes en el animal, entre otros.

Tabla 19. Calificación (media \pm error estándar de la media) de los principios y criterios en 8 granjas calificadas como aceptables que pasaron en la segunda visita a calificación mejorada.

	Aceptable	Mejorada	Valor P
Buena Alimentación	55.29 \pm 12.185	84.71 \pm 6.753	0.260
Ausencia de hambre prolongada	87.00 \pm 8.435	89.14 \pm 6.077	0.500
Ausencia de sed prolongada	58.86 \pm 14.780	88.57 \pm 7.377	0.263
Buen alojamiento	65.86 \pm 2.424	60.00 \pm 1.964	0.257
Confort área de descanso	45.86 \pm 3.839	36.57 \pm 3.116	0.257
Facilidad de movimiento	100.00 \pm 0.000	100.00 \pm 0.000	.
Buena salud	32.14 \pm 2.890	28.71 \pm 2.327	0.035
Ausencia de daños	39.14 \pm 4.585	33.71 \pm 4.139	0.153
Ausencia de enfermedad	31.29 \pm 2.378	25.86 \pm 1.421	0.027
Ausencia de dolor inducido	47.00 \pm 9.957	47.00 \pm 9.957	.
Comportamiento adecuado	15.14 \pm 2.087	19.29 \pm 1.340	0.038
Expresión de comportamiento social	23.86 \pm 11.336	44.29 \pm 10.564	0.058
Expresión otros comportamientos	0.00 \pm 0.000	0.00 \pm 0.000	.
Buena relación humano animal	23.71 \pm 1.643	25.86 \pm 3.035	0.401
Estado emocional positivo	56.00 \pm 4.598	65.86 \pm 2.040	0.007

8.2 Resultados Welfare Quality® y puntos de inferencia

8.2.1 Comparación Nacional

Uno de los puntos de interés de este trabajo es la posible extrapolación de las conclusiones a otras explotaciones de la península. Pero hemos de tener en cuenta como muestran los resultados del **capítulo I** que no existen diferencias significativas entre los criterios de bienestar en las diferentes tipologías de granja en Cataluña, a pesar de la variabilidad moderada (véase Figura 2). Sin embargo, sí existen diferencias en los resultados presentados con otros trabajos de ámbito nacional (véase Tabla 20) en ganaderías de la provincia de Córdoba (Andalucía) y en Galicia, respectivamente (Molina *et al.*, 2019; Bugueiro *et al.*, 2018) Las diferencias entre estudios pueden deberse a los diferentes recursos y tipo de instalaciones de las granjas, que además se sitúan en zonas con una climatología muy diferenciada, sin olvidar, la singularidad propia del manejo en cada modelo ganadero. Como ejemplo en el uso o disponibilidad de recursos, en las explotaciones analizadas en Cataluña, un 54 % disponía de área de descanso exterior (ADE), pero sólo durante el periodo de vaca seca. Frente a las explotaciones cordobesas que a pesar de presentar un número inferior de granjas con área de descanso exterior (45 %), su uso era superior con 339 días de promedio. Finalmente, en Galicia, un 35 % de las granjas hacen uso de ADE o practica el pastoreo, sin determinar en dicho estudio el periodo de duración del mismo. Por tanto, existen diferentes recursos en uso en las ganaderías que pueden ser clave para explicar lo que sucede en las cojeras con prevalencias muy bajas en las explotaciones gallegas y cordobesas, frente a los resultados de granjas catalanas, pudiendo justificarse esta baja prevalencia, con un mayor número de días con acceso a ADE o pastoreo. Pero también existen puntos comunes, como los niveles de suciedad elevados en pierna, cuarto trasero y ubre alcanzando niveles de problema moderado a severo con respecto a las recomendaciones del WQ®.

Tabla 20. Media de los indicadores de bienestar del protocolo Welfare Quality® entre diferentes trabajos publicados en España.

	García- Pérez <i>et al.</i> , 2021 Cataluña	Molina <i>et al.</i> , 2019 Córdoba	Bugueiro <i>et al.</i> , 2018 Galicia
Vacas delgadas (%)	1,22	15,22	19,40
Tiempo necesario para tumbarse (s)	4,59	4,60	5,73
Colisiones (%)	38,36	9,10	11,08
Animales fuera de sitio (%)	2,96	1,20	2,62
Animales pierna sucia (%)	95,80	44,10	72,19
Animales cuarto trasero sucio (%)	89,44	29,40	53,25
Animales ubre sucia (%)	85,86	17,90	36,47
Animales con cojera (%)	49,42	4,70	3,20
Animales con daño, lesión, inflamación (%)	77,00	84,00	59,09
Nº de toses por animal (cada 15 min)	6,20	0,20	0,37
Animales con descarga nasal (%)	37,66	30,80	5,26
Animales con descarga ocular (%)	40,66	8,20	1,03
Animales con respiración forzada (%)	4,70	1,40	1,42
Animales con descarga vulvar (%)	1,42	1,10	2,85
Animales con diarrea (%)	1,08	4,30	3,23
Animales con RCS>400 (%)	8,88	0,00	0,35
Animales con corte de cola (%)	7,00	0,70	0,00

También destaca la elevada prevalencia en sucesos como, daño, lesión o inflamación de los tejidos, estando presente como mínimo en más de la mitad de los animales en este estudio. Por tanto, aunque exista variabilidad en los resultados, existe una problemática común en estas tres zonas geográficas, asociados a las instalaciones, como pueden ser el espacio, recursos y densidades. Pero es prematuro extrapolarlo al resto de regiones de España, ante la falta de más estudios que confirmen dicha tendencia.

Finalmente, a pesar de que el **capítulo I** de esta tesis doctoral fue publicado en 2021 (*García-Pérez et al., 2021*) no existen a día de hoy más estudios publicados recientemente, que nos permitan mayores comparaciones.

8.2.2 Comparación Internacional

Desde el punto de vista internacional, en esta tesis se analiza una problemática común que además constituye una de las principales causas de eliminación involuntaria, como son las cojeras que, a pesar de la variabilidad en los datos, en pocos trabajos se referencian prevalencias inferiores al nivel recomendado por el WQ[®] (10 %) tal como muestra la Figura 9. Las publicaciones y revisiones a nivel mundial más recientes establecen rangos de entre el 17 al 35 % de vacas cojas (*Garvey, 2022; Thomsen et al., 2023*). Por tanto, es preocupante que el objetivo marcado se encuentre muy alejado de la realidad presente y que, a pesar de las elevadas prevalencias presentes en las granjas, se alcancen niveles de clasificación del bienestar elevados. Parece que se ha asumido la intensificación de la ganadería, y con ella también todos los problemas generados y asociados. Como apunta Temple Grandin (2022), en los últimos años se han producido un incremento en la prevalencia de ciertas enfermedades de manera progresiva, sin ser advertidas o anunciadas, lo que ha generado la normalización de dichas prevalencias, alejándonos de la realidad presente años atrás. Pero, además, todos los trabajos señalados anteriormente coinciden en una variabilidad elevada en la prevalencia de las cojeras, atribuible a las diferencias en instalaciones y manejo. Por ejemplo, las explotaciones con cubículos son las de mayor prevalencia frente a otros sistemas como la cama de paja, compost etc. (*Blanco-Penedo et al., 2020b*), pero también se observa variabilidad en instalaciones con cubículos, pues entonces el nivel de cojera depende del tipo de material y de su mantenimiento (*Cook et al., 2008*). Por tanto, el mantenimiento de los animales en áreas de descanso exterior o pastoreo puede constituir un entorno productivo más favorable, sobre todo si el objetivo es incrementar la longevidad de los animales. En este sentido son

preocupantes los datos de cojeras a edades tempranas relevantes que se presentan en el **capítulo III** donde resaltan el elevado porcentaje de cojeras en animales jóvenes (1ª paridad) y el alto porcentaje de primeras lactaciones en las granjas (37 %). También destaca la elevada presencia de alteraciones de tegumento en dicho capítulo, similares a los de otros autores (Popescu *et al.*, 2014; de Graaf *et al.*, 2017), sobre todo en explotaciones con cubículos. Por tanto, los datos mostrados no hacen más que reafirmar que las instalaciones existentes y los criterios de manejo necesitan ser revisados y actualizados, si el objetivo es de disponer de granjas preparadas para un futuro complejo y donde la prevención juega un papel fundamental.

Pero la problemática de las cojeras trasciende más allá de ser un proceso patológico. Éstas pueden llegar a contribuir en un incremento del 7 al 9 % del calentamiento global (Chen *et al.*, 2016), al perjudicar la salud de un animal que consume una serie de recursos y que generan un impacto medioambiental. Está claro que una reducción de bienestar puede manifestarse en una reducción de la eficiencia productiva. Por tanto, debido a los cambios experimentados en el sector lechero a nivel mundial, como son el rápido crecimiento del tamaño de las ganaderías, una menor presencia de mano de obra entrenada y especializada, y la falta de tiempo de los responsables para su detección mediante la observación, es necesaria la intervención de nuevas medidas de monitorización (Dutton-Regester *et al.*, 2018). Sabemos que una de las vías para reducir su prevalencia es la detección temprana, que constituye una herramienta fundamental de diagnóstico. En muchas ocasiones, esta cojera temprana no es detectada por el ganadero, trabajos como Leach *et al.* (2010) señalan que los ganaderos no las consideraban un problema grave en sus explotaciones a pesar de alcanzar prevalencias elevadas (36 %) tras un análisis externo. Por tanto, el reto y nuevo objetivo para el futuro, es la modernización del sector integrado las tecnologías PLF (“precision livestock farming”), como es el caso de los acelerómetros, que con su monitorización continua ayudarán, no sólo al registro de datos de producción y reproducción, sino a la detección temprana de las cojeras a través de la localización y movimiento individualizados de los animales permitiendo además saber la respuesta individual a los tratamientos aplicados (Antanaitis *et al.*, 2021).

El coste de estas tecnologías PLF es uno de los limitantes para su uso por parte del ganadero, quizás por la falta de información sobre el beneficio que proporcionarían estas herramientas al permitir el tratamiento adecuado del animal (costes directos), y también la reducción de los costes indirectos asociados a las cojeras, como la pérdida de leche y

de fertilidad entre otros (Dutton-Regester *et al.*, 2019). A pesar de una reducción de la prevalencia y de un retorno económico favorable que se presenta en la bibliografía, es necesario obtener más información a través de la experiencia en granjas comerciales o centinelas, pues el rendimiento económico dependerá tanto de la prevalencia existente, tamaño de explotación y durabilidad de los equipos, por lo que para que su implantación sea una realidad, es necesario reducir su costo y mejorar su rendimiento y vida útil (Van De Gucht *et al.*, 2018).

Finalmente, las elevadas prevalencias de cojeras y de lesiones presentes en este estudio pueden estar asociadas a la imposibilidad de pastoreo a lo largo del año (Charlton y Rutter, 2017), que es uno de los elementos diferenciadores frente a las ganaderías del resto de Europa (norte y centro), con unas prácticas ganaderas más ligadas al recurso de los pastos por una cuestión climatológica y de superficie disponible. Pero aunque es difícil valorar el uso del pastoreo en vacas de leche en nuestro continente (Van den Pol-van Dasselaar *et al.*, 2008), existe una tendencia a la reducción de esta práctica debido a la intensificación de la ganadería, con excepciones como es el caso de Irlanda (Van den Pol-van Dasselaar *et al.*, 2020), un proceso general que también se ha producido en el contexto catalán. A pesar de los efectos positivos del pastoreo, existen problemas para su implantación: dificultad de disponer suficiente superficie para rebaños de gran tamaño; dificultad para monitorizar a los animales a nivel reproductivo; complejidad de la suplementación en periodos críticos como ocurre con los animales recién paridos que presentan una mayor pérdida de condición corporal (Becker *et al.*, 2018), o cuando hay una reducción de la calidad de pasto como en el verano (Armbrecht *et al.*, 2019). En cambio, en condiciones de estabulación, la gestión eficiente de la nutrición animal es más fácil, lo que podría justificar la buena puntuación obtenida en el principio buena alimentación de este trabajo frente a otros estudios donde se aplicó pastoreo, pues en nuestro caso el suministro de alimento era continuado y a demanda de los animales sin tener que hacer grandes desplazamientos para obtenerlo.

8.2.3 Identificación de áreas de preocupación en la evaluación del bienestar

La necesidad de mejora de las condiciones de producción lleva discutiéndose durante décadas, y hasta la implantación del protocolo WQ[®] en Europa y parte de América, eran los indicadores basados en los recursos los que más se utilizaban. El acuerdo internacional por estandarizar un mayor uso de indicadores basado en el animal ha generado bastante información sobre la problemática existente en las granjas, como ejemplo en esta tesis, los preocupantes niveles elevados de daños o lesión en los tejidos, cojeras, etc. Pero no sólo a nivel del colectivo sino individualmente e incluso su evolución en el tiempo. Lo que nos permite llegar a conocer en qué momento se origina el problema. Por lo que, una elevada presencia de cojeras en animales de primera lactación, como la descrita en el **capítulo III**, puede tener su origen en las condiciones de cría previas al parto. Por tanto, los indicadores basados en el animal están altamente afectados por los déficits en los indicadores basados en los recursos.

Por otro lado, los programas de mejora genética, siempre en continua revisión, son conscientes de la pérdida en los caracteres funcionales debido a la selección casi exclusiva por producción del pasado. Eso ha hecho que, en los últimos años, los genetistas hayan incluido esos caracteres funcionales en el objetivo de selección, poniendo más peso en la búsqueda de animales más funcionales, con mejor adaptación al estrés térmico, al ordeño robotizado, como ejemplo. Todo esto acompañado de una selección genómica que nos permita reducir inversión de tiempo y dinero para la mejora de caracteres con heredabilidad baja o de difícil medida, como es el caso de los caracteres funcionales (De Vries, 2017).

Pero a pesar de toda la mejora genética, las prevalencias de todos los sucesos negativos descritos en éste y otros trabajos no se verán reducidas si no se eliminan los factores de riesgo o puntos críticos. En los datos analizados en el **capítulo II** existe una clara relación entre el bienestar y el valor genético estimado (VGE) de algunos índices. Así, se deben considerar en el análisis problemas de bienestar observados como falta de pelo, lesión e inflamación en extremidades y las cojeras, que afectan a la propia longevidad del animal.

Por tanto, las mejoras con resultados más inmediatos, se logran con la eliminación de los puntos críticos, que suelen estar localizados en las instalaciones (Bernhard et al., 2020). Recordemos que en este trabajo el criterio confort en el área de descanso, que pertenece al principio de alojamiento adecuado, no supera en ninguna de las granjas calificadas

(mejorada, aceptable, no calificada) la puntuación de 40 puntos. Y sólo un 25 % de las granjas superan la puntuación neutra (50 puntos) con 52 puntos. Esto es debido al elevado porcentaje de animales con las tres regiones corporales sucias (patas, cuarto trasero, ubre) y al elevado número colisiones en área de descanso, sobre todo con cubículos, superando los niveles recomendados por el WQ[®] (véase **capítulo I**). Por tanto, las primeras mejoras en el ámbito del bienestar se encuentran en los recursos. Como ejemplos, desde soluciones simples, como el aumento de bebederos y con una mejor distribución en zonas estratégicas, con gran concentración o tránsito de animales; inversiones más complejas que suponen la reforma de instalaciones, como la modificación de cubículos con unas dimensiones obsoletas que no se corresponden con el tamaño del animal, o la instalación de sistemas de ventilación y aspersión, costosas pero necesarias debido a la mayor frecuencia de periodos cálidos, y también una ampliación o mayor dimensionamiento de las instalaciones de recría, que suelen ser las últimas inversiones a realizar en una granja. El objetivo final es reducir aquellos puntos críticos que generan la eliminación prematura de animales en lactación. Una de las problemáticas analizadas en el **capítulo II** es que los animales menos eficientes en la expresión de su VGE lo son porque se ven afectados negativamente por su entorno y manejo, en nuestro caso, unas instalaciones que en ocasiones se sitúan entre anticuadas y obsoletas. Como señala (Dirksen *et al.*, 2020) el tamaño de las vacas se ha visto incrementado en los últimos 20 años pero los cubículos siguen siendo los mismos, si ser redimensionados. Además, las instalaciones no han sido diseñadas para cubrir las necesidades de bienestar del animal, como es el caso de algunos de los cubículos de colchonetas presentes en las explotaciones estudiadas y como señalan las prevalencias de lesiones en tarso y carpo entre otros.

Pese a que las altas tasas de desvieje son un indicador de un escaso bienestar animal (Ahlman *et al.*, 2011), las granjas también toman decisiones que afectan a la tasa de eliminación y esperanza de vida en función de determinados factores extrínsecos, como la incorporación de nueva genética a la granja, un bajo precio de la leche y un elevado precio de la carne (Bergeå *et al.*, 2016), esto genera que los animales menos productivos, sean los más susceptibles de ser eliminados, en ocasiones sin un criterio de eliminación claro, sencillamente por la presión que generan el elevado censo de animales de reposición al carecer del suficiente espacio para mantenerlos, haciéndose necesaria su incorporación temprana a fase de lactación.

Por tanto, para el incremento de la esperanza de vida, además de la inversión en los índices con resultados a medio y largo plazo, es necesario una renovación e incluso ampliación de las instalaciones. En nuestros datos uno de los puntos débiles de las explotaciones ha sido su excesiva densidad con valores inferiores a un cubículo y cornadiza por vaca, lo que puede contribuir a la eliminación temprana de animales (Owusu-Sekyere *et al.*, 2023). Esto supone para la granja una tasa de reposición elevada con su correspondiente gasto, que en muchas ocasiones puede suponer un pesado lastre. La utilización cada vez con más frecuencia de semen sexado, una política no claramente definida de eliminación voluntaria, motivada en ocasiones por criterios estrictamente económicos genera enormes costos a una explotación de vacuno, que, unido a unos recursos forrajeros más limitados y una mayor dependencia económica de los concentrados, puede suponer en épocas en las que el precio de compra de la leche está muy ajustado, la desaparición y cierre de la actividad (Liang y Cabrera, 2015). De hecho, en Cataluña, el ritmo de desaparición de explotaciones de vacuno de leche se sitúa en un 7% anual, habiendo pasado de 533 en enero de 2017 a 355 en junio de 2023 (GENCAT, 2023)

La discusión económica no es uno de los objetivos de la Tesis pero como ejemplo de lo expuesto anteriormente, en la investigación realizada por Gambonini *et al.* (2022) sobre las granjas que alcanzaba el equilibrio económico a nivel individual con un mayor porcentaje de individuos rentables, coinciden en ser granjas con vacas con un año más de longevidad. Sin ser granjas necesariamente más productivas, pero sí con un menor porcentaje de recría y, por lo tanto, con un menor gasto de alimentación. Una de las cuestiones que además llama la atención en los datos de Gambonini *et al.* (2022) es que, de un total de 17329 animales monitorizados, sólo un 27 % alcanzaban el punto de equilibrio económico y un 17 % no supera la segunda lactación. Teniendo en cuenta que los animales alcanzaban el punto de equilibrio en su segunda lactación. Por tanto, no tiene sentido que parte de los animales de primera lactación, que suponen a día de hoy el segundo costo más importante en las granjas, convirtiendo a las granjas de mayor tasa de reposición en menos eficientes (Han *et al.*, 2022), no lleguen a superarla. Como reflexión puramente económica y guardando las distancias, pues estamos tratando con seres vivos, como apunta Bach *et al.* (2020) es impensable que cualquier otra industria pueda sobrevivir cuando un 15 % de su producto de lanzamiento sale defectuoso y tiene que ser continuamente retirado del mercado.

Por tanto, para alcanzar la expresión de toda la genética en animales más longevos, es necesario mejorar las condiciones del entorno del animal, pues como indica nuestros datos, contrastados con otras publicaciones, a pesar de las diferencias que puedan existir, la problemática es común. Con una elevada presencia de daño en los tejidos y elevado nivel de cojeras que en nuestro caso está presente en animales desde el primer parto, en unas instalaciones sobrecargadas. Por lo tanto, existe un relación directa entre inversión en instalaciones y longevidad de las vacas (Owusu-Sekyere *et al.*, 2023) .

Finalmente, la mejora de las instalaciones como propone Owusu-Sekyere *et al.* (2023) debe empezar por la reposición, ya que como ocurre en el **capítulo III**, muchas de los sucesos presentes en animales de primera lactación posiblemente tengan su origen en las instalaciones de recría, ya que las prevalencias en granjas con cubículos como en cama de paja son elevadas en ambos, por lo que señala un posible origen previo. También se ha de tener en cuenta el buen diseño de los sistemas de ventilación y refrigeración en los parques de lactación, siendo en la mayoría de los casos visible sólo en línea de comedero, por lo que el animal está continuamente refugiado en el pasillo de alimentación. Esto da lugar a que rompan los tiempos de descanso en cubículo y además se produzca una combinación fatal, como es la presencia de humedad con temperatura en unas pezuñas reblandecidas y fácilmente erosionables, generando o incrementando el riesgo de cojera tanto infecciosa como traumática.

Finalmente, el concepto de bienestar animal nació en un primer momento con la intención de mejorar las condiciones de vida de las distintas especies de animales de producción, por desgracia más evaluado en unos que en otros. Pero en ocasiones no todos los grupos o lotes de animales de una misma especie son evaluados, existiendo periodos en su desarrollo en los que pueden estar sometidos a unas condiciones poco favorables que merman su bienestar y reducen su longevidad en producción. Guardando las diferencias, en un estudio realizado en granjas de porcino danesas por Michelsen *et al.* (2023), se analizó el bienestar de los animales por tramos de edad, encontrando la mayor problemática en lechones. Destacaba la falta de confort y de espacio en las instalaciones y la rutina de manejos traumáticos como corte de cola y castración. Por lo que no es posible hablar de bienestar sin conocer su estado en todos los grupos que componen la granja. Y aunque la calificación general de bienestar sea positiva y puedan existir algunos individuos penalizados estando fuera de un rango correcto de bienestar, como ejemplo, animales con cojera muy severa y caquexia. Lo que no es lógico, a pesar de la calificación,

que existan de segmentos de animales con una significativa pérdida de bienestar con respecto al resto, pudiendo además ocurrir a edades temprana. Lo que puede ser el germen de lo que posteriormente se convertirá en uno de los sucesos más problemáticos de la granja.

Por tanto, la visualización y análisis de los grupos de individuos diferenciados que componen la granja nos permite obtener una visión global del grado de bienestar más próximo a la realidad.

8.3 Referencias Bibliográficas

- Ahlman T, Berglund B, Rydhmer L and Strandberg E 2011. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *Journal of Dairy Science* 94, 1568–1575.
- Antanaitis R, Juozaitienė V, Urbonavičius G, Malašauskienė D, Televičius M, Urbutis M, Baumgartner W (2021). Impact of lameness on attributes of feeding registered with noseband sensor in fresh dairy cows. *Agriculture* 11(9): 851. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE11090851>.
- Armbrecht L, Lambertz C, Albers D, Gauly M (2019). Assessment of welfare indicators in dairy farms offering pasture at differing levels. *Animal* 13(10): 2336–47. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000570>.
- Bach A, Terré M, Vidal M (2020). Symposium review: Decomposing efficiency of milk production and maximizing profit. *Journal of Dairy Science* 103(6): 5709–25. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17304>.
- Becker T, Kayser M, Tonn B, Isselstein J (2018). How German dairy farmers perceive advantages and disadvantages of grazing and how it relates to their milk production systems. *Livestock Science* 214: 112–19. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.05.018>.
- Bergeå H, Roth A, Emanuelson U, Agenäs S (2016). Farmer awareness of cow longevity and implications for decision-making at farm level. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science* 66(1):25-34 <https://doi.org/10.1080/09064702.2016.1196726>.
- Bernhard JK, Vidondo B, Achermann RL, Rediger R, Müller KE, Steiner A (2020). Carpal, tarsal, and stifle skin lesion prevalence and potential risk factors in Swiss dairy cows kept in tie stalls: A cross-sectional study. *PLoS ONE* 15(2):1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228808>.
- Blanco-Penedo, I, Cantalapiedra J, Llonch P (2020). Climate change impacts on animal welfare in livestock systems. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria* 116(5): 424–43. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.028>.
- Blanco-Penedo I, Ouweltjes W, Ofner-Schröck E, Brügemann K, Emanuelson U (2020). Symposium review: Animal welfare in free-walk systems in Europe. *Journal of Dairy Science* 103(6): 5773–82. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17315>.
- Bugueiro A, Pedreira J, Diéguez FJ (2018). 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. <https://doi.org/10.26667/2318-1265jabb.v6n3p84-89>.
- Cardoso CS, Weary MJDM, Robbins JA, von Keyserlingk MAG (2016). Imagining the ideal dairy farm. *Journal of Dairy Science* 99(2):1663–71. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9925>.
- Charlton GL, Rutter SM (2017). The behaviour of housed dairy cattle with and without pasture access: A review. *Applied Animal Behaviour Science* 192:2–9. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.05.015>.
- Chen W, White E, Holden NM (2016). The effect of lameness on the environmental performance of milk production by rotational grazing. *Journal of Environmental Management* 172: 143–50. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2016.02.030>.

- Cook NB, Marin MJ, Mentink RL, Bennett TB, Schaefer MJ (2008). Comfort zone-design free stalls: Do they influence the stall use behavior of lame cows? *Journal of Dairy Science* 91(12): 4673–78. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0910>.
- Dirksen N, Gygax L, Traulsen I, Wechsler B, Burla JB (2020). Body size in relation to cubicle dimensions affects lying behavior and joint lesions in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 103(10): 9407–17. <https://doi.org/10.3168/JDS.2019-16464>.
- Dutton-Regester KJ, Barnes TS, Wright JD, Rabiee AR (2018). A systematic review of tests for the detection and diagnosis of foot lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 149: 53–66. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2017.11.003>.
- Dutton-Regester KJ, Wright JD, Rabiee AR, Barnes TM (2019). Understanding dairy farmer intentions to make improvements to their management practices of foot Lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 171: 104767. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2019.104767>.
- de Freslon I, Martínez-López B, Belkhiria J, Strappini A, Monti G (2019). Use of social network analysis to improve the understanding of social behaviour in dairy cattle and its impact on disease transmission. *Applied Animal Behaviour Science* 213: 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.01.006>.
- de Freslon I, Peralta JM, Strappini AC, Monti G (2020). Understanding allogrooming through a dynamic social network approach: An example in a group of dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science* 7: 1–12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00535>.
- Gambonini AP, Hadrich JC, Roberts AR (2022). Estimation and analysis of cow-level cumulative lifetime break-even on financial resiliency. *Journal of Dairy Science* 105 (5): 4653–68. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20644>.
- García-Pérez C, Villalba-Mata D, Casals-Maestre R, Blanco-Penedo I (2021). Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza Holstein del noreste de España. *Informacion Tecnica Economica Agraria* 118(2): 239–261. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.023>.
- Garvey M (2022). Lameness in dairy cow herds: Disease aetiology, prevention and management. *Dairy* 3(1): 199–210. <https://doi.org/10.3390/DAIRY3010016>.
- de Graaf S, Ampe B, Tuytens FAM (2017) Assessing dairy cow welfare at the beginning and end of the indoor period using Welfare Quality® protocol (2017). *Animal Welfare* 26(2): 213–21. <https://doi.org/10.7120/09627286.26.2.213>.
- de Graaf S, Ampe B, Buijs S, Andreasen SN, de Boyer des Roches A, van Eerdenburg FJCM, Haskell MJ, Kirchner MK, Mounier L, Radeski M, Winckler C, Bijttebier J, Lauwers L, Verbeke W, Tuytens FAM (2018). Sensitivity of the integrated Welfare Quality scores to changing values of individual dairy cattle welfare measures. *Anim. Welf.* 27:157–166. <https://doi.org/10.7120/09627286.27.2.157>.
- GENCAT (2023). Registro de explotaciones ganaderas. <https://anlisi.transparenciacatalunya.cat/Medi-Rural-Pesca/Registre-d-explotacions-ramaderes/7bpt-5azk>
- Van De Gucht T, Saeys W, Van Meensel J, Van Nuffel A, Vangeyte J, Lauwers L (2018). Farm-specific economic value of automatic lameness detection systems in dairy cattle: From concepts to operational simulations. *Journal of Dairy Science* 101(1): 637–48. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12867>.

- Han R, Mourits M, Hogeveen H (2022). The association of dairy cattle longevity with farm level technical inefficiency. *PLOS ONE* 17(12):e0278204. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1001015>.
- Leach KA, Whay HR, Maggs CM, Barker ZE, Paul ES, Bell AK, Main DJC (2010). Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding Barriers to Lameness Control on Dairy Farms. *Research in Veterinary Science* 89(2): 311–17. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.02.014>.
- Liang D, Cabrera V (2015). Optimizing productivity, herd structure, environmental performance, and profitability of dairy cattle herds. *Journal of Dairy Science* 98(4): 2812–23. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8856>.
- Lutz J, Burla JB, Gygax L, Wechsler B, Würbel H, Friedli K (2019). Horned and dehorned dairy cows differ in the pattern of agonistic interactions investigated under different space allowances. *Applied Animal Behaviour Science* 218: 104819. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.05.008>.
- Mellor DJ (2016). Updating animal welfare thinking: Moving beyond the ‘five freedoms’ towards ‘a lifeworthy living. *Animals* 6(3): 21. <https://doi.org/10.3390/ANI6030021>.
- Michelsen AM, Hakansson F, Lund VP, Kirchner MK, Otten ND, Denwood M, Rousing T, Houe H, Forkman B (2023). Identifying areas of animal welfare concern in different production stages in Danish pig Herds using the Danish animal welfare index (DAWIN). *Animal Welfare* 32: e47. <https://doi.org/10.1017/awf.2023.37>.
- Molina L, Agüera E, Maroto-Molina F, 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(2): 165–70. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000207>.
- Owusu-Sekyere E, Nyman AK, Lindberg M, Adamie BA, Agenäs S, Hansson H (2023). Dairy cow longevity: Impact of animal health and farmers’ investment decisions. *Journal of Dairy Science* 106(5): 3509–24. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22808>.
- Papageorgiou M, Simitzis PE (2022). Positive welfare indicators in dairy animals. *Dairy* 3(4): 814–41. <https://doi.org/10.3390/dairy3040056>.
- van den Pol-van Dasselaar A, van den Heiligenberg H, Vellinga TV, Johansen A, Kennedy E (2008). To graze or not to graze, that's the question. *Grassland Sci. Europe* 13.
- van den Pol-van Dasselaar A, Hennessy D, Isselstein J (2020). Grazing of dairy cows in Europe in depth analysis based on the perception of grassland experts. *Sustainability* 12 (3): 1098. <https://doi.org/10.3390/SU12031098>.
- Temple G (2022). Bad becoming normal is detrimental to beef cattle welfare. *Journal of Applied Animal Ethics Research* 4(2): 151-57. <https://doi.org/10.1163/25889567-bja10031>.
- Thomsen TP, Shearer JK, Houe H (2023). Prevalence of lameness in dairy cows: A literature review. *The Veterinary Journal* 295: 105975. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2023.105975>.
- Toledo IM, Casarotto LT, GE (2023). Seasonal effects on multiparous dairy cow behavior in early lactation. *JDS Communications*, September 28. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0358>

- Veissier I, Botreau R, Perny P (2009). Scoring animal welfare: difficulties and Welfare Quality[®] solutions. An Overview of the Development of the Welfare Quality[®] Project Assessment Systems. 15–32. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/237063971>.
- De Vries A (2017). Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100(5): 4184–92. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11847>.
- Zimbelman RB, Rhoads RP, Collier RJ, Duff GC (2009). A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In: Collier RJ (ed) *Proceedings of the Southwest Nutrition Conference*, 158–169.

9 CONCLUSIONES

Capítulo I:

1. La mayoría de las granjas del presente estudio alcanzan la calificación global de aceptable, cumpliendo por tanto las condiciones mínimas de bienestar.
2. El criterio confort en el área de descanso requiere de atención. El nivel de suciedad animal elevado, una mayor alteración de tegumentos, más colisiones a la hora de tumbarse y comportamientos sociales agonísticos, y el mayor porcentaje de cojeras, sugieren una limitación de recursos en estas granjas que podría solucionarse mediante un reajuste en el número de animales, disponer de sistemas alternativos de descanso, área exterior e incluso de pastoreo.
3. Falta concienciación en la praxis de medidas que mitiguen el dolor a pesar de que reducen drásticamente el bienestar de las granjas estudiadas.
4. Los elevados niveles de estrés térmico sufridos durante el verano repercuten en el bienestar como refleja el mayor número de horas de pie, el incremento de ubres sucias y animales con respiración forzada. No existen diferencias significativas entre las diferentes tipologías de granja a nivel de criterios de bienestar.

Capítulo II:

5. El papel que el ambiente desempeña en los niveles de eficiencia en base al valor genético estimado es manifiesto, la mejora genética de los animales sin un ambiente renovado y con recursos limitados no puede evolucionar a corto y medio plazo, jugando un papel fundamental el bienestar animal como herramienta que permita la expresión de dicho valor genético.
6. Los índices funcionales muestran clara relación con daños y lesiones en los tejidos, incluso la longevidad tiene relación con todos los eventos negativos que afectan a las extremidades.
7. Es fundamental un mayor estudio del efecto de los índices funcionales combinado con el bienestar como herramienta para adaptar el entorno a unas mejores condiciones de vida del animal.

Capítulo III:

8. Este estudio revela un elevado nivel de cojeras y lesiones presentes en granjas del noreste de España, su variabilidad se explica por las diferencias en las condiciones del entorno, de las instalaciones y del manejo.
9. Destaca el nivel de cojeras y daños en tejidos en primeras lactaciones que además se agrava a mayor paridad, reduciendo la esperanza de vida de los animales.

10. Dentro de las limitaciones de este trabajo para definir un protocolo de actuación, la aplicación de medidas correctoras va orientada a la mejora de los recursos, inclusive previos al primer parto y a la oferta de áreas de descanso o recreo que permitan la recuperación de los daños acumulados en el tiempo, evitando en la medida de lo posible su irreversibilidad.

Capítulo IV:

11. La puntuación estado emocional en este estudio presenta una variabilidad moderada sin poder atribuirle a un tema comportamental por influencia racial sino más bien por la experiencia vivida en el ambiente y su magnitud. Se obtienen dos dimensiones como son el comportamiento y actitud del animal frente al entorno que explican la variabilidad del estado emocional entre las granjas.
12. El elevado porcentaje de animales reacios al contacto humano obtenidos en el estudio es consecuencia de la falta de tiempo en la relación humano-animal, no cultivada desde edades tempranas, que impide la generación de un vínculo. No se ha encontrado relación con otros factores como puedan ser la paridad o la estación.
13. En cuanto a los CSA, existe un número elevado debido a la falta de recursos y espacio vital, generando patrones agonísticos repetitivos e infructuosos. Existe además relación entre las interacciones y los comportamientos sociales agonistas, de modo que las granjas con mayor número de CSA presentan animales con un estado emocional negativo.
14. Para futuros estudios será importante la incorporación además de los comportamientos sociales agonísticos, también los cohesivos, pudiendo analizar el bienestar desde una perspectiva más integradora, donde se valore la aparición de estados afectivos positivos y no sólo la detección de factores negativos para el bienestar.

10 ANEXO

10.1 Intervenciones de la Tesis

10.1.1 Publicaciones a la que ha dado lugar la Tesis

García-Pérez C, Villalba-Mata D, Casals-Maestre R, Blanco-Penedo I (2021). Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza Holstein del noreste de España. *Información Técnica Económica Agraria* 118(2): 239–261. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.023>.

García-Pérez C, Villalba-Mata D, Blanco-Penedo I (2021). Comportamiento social en vacuno lechero, redes sociales y su influencia en la dinámica de granja. *Albeitar* N. ° 2 marzo. ISSN 1646-1177.

10.1.2 Contribución a jornadas y divulgación de la investigación

García-Pérez C, Villalba-Mata D (2019). Primeros resultados doctorado, relación de Welfare Quality® y la producción lechera. Xerrada Técnica de Bienestar Animal, 21 de junio, Vic, Barcelona. https://www.fefric.com/documents/agenda/93/137__Reuni%C3%B3_Vi_c_resultats1.pdf

García-Pérez C, Villalba-Mata D (2019). Primeros resultados doctorado, relación de Welfare Quality® y la producción lechera. Xerrada Técnica de Bienestar Animal i Nous Índex Genètics, 18 de septiembre, La Seu d'Urgell, Lleida. <https://www.fefric.com/es/view/agenda/detall.php?id=98>.

García-Pérez C, Blanco-Penedo I, Villalba-Mata D (2023). Comportamiento en vacas lecheras estabuladas e influencia de factores ambientales, factores propios del animal y del entorno. XX Jornadas sobre Producción Animal de AIDA, 13 -14 de junio, Zaragoza, España. <https://www.aida-itea.org/index.php/jornadas-aida/comunicaciones?idJor=20&idSec=674>.

10.2 Hojas de campo para el desarrollo de la Tesis y modelo de informe

10.2.1 Ejemplar de compromiso de colaboración con las granjas del estudio

SOLICITUD DE COLABORACION, ESTUDIO DE DOCTORADO RELACION ENTRE WELFARE QUALITY Y LA PRODUCCIÓN LÁCTEA

Estimado colaborador

Mi nombre es César García, alumno de tercer año de doctorando de la Universtat de Lleida. Y me dirijo a usted para indicarle cuál es el objetivo de mi trabajo, los beneficios que el sector ganadero catalán puede obtener y finalmente solicitarle su compromiso de colaboración.

Objeto y Objetivo de Estudio

El objeto de estudio, son las granjas de leche de Catalunya, inscritas en FEFRIC. El objetivo es poder aplicar un día de cada trimestre (un día por estación) el protocolo Welfare Quality (actualmente es el que se está utilizando para certificar las granjas en tema de bienestar en toda Europa, en España es AENOR la empresa certificadora) y determinar la relación con la producción láctea.

Se estudiará también la influencia del estrés térmico en el bienestar de los animales.

Para ello, es necesaria la siguiente información de granja.

- Litros de leche de tanque y nº animales en ordeño de los tres días anteriores o posteriores a la visita de granja.
- Control lechero del mes correspondiente.
- Calidades del mes y de tres días anteriores a la visita, o tres días posteriores.
- El día de la visita será necesario responder a una serie de cuestiones sencillas, tales como:
 - Nº animales
 - Nº ordeños y hora
 - Nº de repartos de comida al día y hora
 - Pastoreo, en caso de que si, horas al día y días al año
 - Área de recreo exterior, en caso de que si, horas al día y días al año
 - Se realiza corte de colas en vacas?
 - Se realiza descornado en novillas o terneros?
 - Método que se aplica
 - Se utiliza anestésico y analgésico

- Qué porcentaje de vacas con células somáticas superiores a 400.000 en los tres últimos meses, contabilizando cada mes y sin contar la misma vaca, si repite en los siguientes meses
- Qué porcentaje de vacas caídas ha habido en el último año, no se consideran vacas caídas, aquellas que responden de manera favorable al tratamiento de hipocalcemia, sólo aquellos animales crónicos.
- Qué porcentaje de animales ha habido que sacrificar de manera urgente en granja o han muerto en granja.

El protocolo se aplicará justo después del ordeño de la mañana y comenzará:

- Medición de la distancia de huida en comedero, para ello es necesario hacerlo cuando los animales estén comiendo.
- Medición del comportamiento animal
- Medición de la limpieza y de las lesiones del animal, para ello es necesario trabajarlos.

El tiempo de aplicación del protocolo para una granja de 50 vacas es de aproximadamente 6 horas.

Los datos obtenidos de cada granja, serán utilizados de manera anónima y solo para la publicación de la tesis doctoral. El ganadero por su colaboración, recibirá un análisis personalizado y privado de su granja, con las conclusiones de su granja, del estudio general.

El esfuerzo que requerirá por ambas partes, exige del compromiso mutuo de colaborar en las dos visitas que se realizará en la granja a lo largo de un año estacional.

Atentamente

Firma ganadero

César García

10.2.2 Cuestionario tomado del protocolo Welfare Quality®, ampliado con preguntas propias



DATOS GRANJA

1. NÚMERO FEFRIC =
2. LOCALIZACIÓN =
3. CAMA O CUBÍCULO (SÓLO EN ANIMALES LACTANTES) =
 - a. MATERIAL CUBÍCULO =
 - b. N° DE CUBÍCULOS =
 - c. MATERIAL CAMA =
 - d. M² DE CAMA =
4. N° D CORNADIZAS =
5. PRODUCCIÓN DE LECHE TRES DÍAS ANTERIORES A LA VISITA =
6. UREA PROMEDIO MENSUAL =
7. GRASA PROMEDIO MENSUAL =
8. PROTEINA PROMEDIO MENSUAL =
9. ESQUEMA ESTABLO Y MEDIDAS DEL ESTABLO
 - N° VACAS LACTACIÓN
 - CORRAL 1 =
 - CORRAL 2 =
 - CORRAL 3 =
 - CORRAL 4 =
 - CORRAL 5 =
 - CORRAL 6 =
 - N° VACAS SECAS (NO CONTABILIZAMOS NOVILLAS GESTANTES) =
 - N° NOVILLAS GESTANTES CONFIRMADAS =
 - N° NOVILLAS NO GESTANTES Y NO CONFIRMADAS =
 - N° TERNEROS Y TERNERAS LACTANTES =



10. ÚLTIMA REVISIÓN GENERAL PODÓLOGO =
11. Nº DE ORDEÑOS =
12. HORA DE ORDEÑO =
13. Nº DE VECES QUE SE DA DE COMER AL DÍA =
14. Nº DE VECES QUE SE ARRIMA LA COMIDA =
15. Nº VACAS CAÍDAS CRÓNICAS (NO CONTABILIZAMOS ANIMALES POR ACCIDENTE) ÚLTIMOS 12 MESES =
16. Nº VACAS MUERTAS O EUTANASIADOS EN GRANJA ÚLTIMOS 12 MESES (CAMIÓN DE GREFACSA, NO COTABILIZAMOS ANIMALES SACRIFICADOS EN MATADERO) =
17. Nº PARTOS DISTÓCICOS (FUNDAMENTAL AYUDA PARA PARIR) ÚLTIMOS 12 MESES =
18. Nº VACAS CON RCS>400.000 EN LOS ÚLTIMOS 3 MESES (NO SE CONTABILIZA LA MISMA VACA MÁS DE UNA VEZ POR MES)
- a. MES 1 =
 - b. MES 2 =
 - c. MES 3 =
19. DESCORNADO NOVILLAS SI/NO
- a. ANALGESIA SI/NO
 - b. ANESTESIA SI/NO
 - c. BARRA DE SOSA/QUEMADOR/OTROS
20. DESCORNADO DE VACAS SI/NO
- a. ANALGESIA SI/NO
 - b. ANESTESIA SI/NO
 - c. MÉTODO =
21. Nº DE VACAS QUE DISPONEN DE CUERNOS O % VACAS EN SU DEFECTO =

10.2.3 Hoja de campo del protocolo Welfare Quality®, para medir distancia de huida

ADF

group /pen	collar or ear tag no.	Avoidance distance (test 1)	AD retest (only if test 1 doubtful)	remarks
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Page:

Observer:

Date:

Farm:

10.2.4 Hoja de campo del protocolo Welfare Quality[®], para medir Qualitative Behaviour Assessment

EVALUACIÓN COMPORTAMIENTO CUALITATIVO (QBA)

	Min.	Max.
Activo (active)	_____	_____
Relajado (relaxed)	_____	_____
Miedoso (fearful)	_____	_____
Agitado (agitated)	_____	_____
Calmado (calm)	_____	_____
Contento (content)	_____	_____
Indiferente (indifferent)	_____	_____
Frustrado (frustrated)	_____	_____
Amigable (friendly)	_____	_____
Aburrido (bored)	_____	_____
Juguetón (playful)	_____	_____
Ocupado positivamente	_____	_____
Animado (lively)	_____	_____
Curioso (inquisitive)	_____	_____
Irritable (irritable)	_____	_____
Incómodo (uneasy)	_____	_____
Sociable (sociable)	_____	_____
Apático (apathetic)	_____	_____
Feliz (happy)	_____	_____
Afligido (distressed)	_____	_____

10.2.6 Hoja de campo del protocolo Welfare Quality®, para las medidas relacionadas con el criterio ausencia de sed

Farm-ID: Date: Assessor:

Pen no.:	
Number of animals	
Number of water points per pen	
Number of animals using water points	
Water point 1 Type	<input type="checkbox"/> trough length cm <input type="checkbox"/> tip-over trough length cm <input type="checkbox"/> bowl <input type="checkbox"/> bowl with reservoir <input type="checkbox"/> trough with balls/anti-frost <input type="checkbox"/> nipple drinkers
Cleanliness	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> partly <input type="checkbox"/> yes
Are water points functioning?	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes
Water flow	<input type="checkbox"/> < 18l/min <input type="checkbox"/> > 18l/min <input type="checkbox"/> trough/tip-over-tr.
Water point 2 Type	<input type="checkbox"/> trough length cm <input type="checkbox"/> tip-over trough length cm <input type="checkbox"/> bowl <input type="checkbox"/> bowl with reservoir <input type="checkbox"/> trough with balls/anti-frost <input type="checkbox"/> nipple drinkers
Cleanliness	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> partly <input type="checkbox"/> yes
Are water points functioning?	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes
Water flow	<input type="checkbox"/> < 18l/min <input type="checkbox"/> > 18l/min <input type="checkbox"/> trough/tip-over-tr.
Water point 3 Type	<input type="checkbox"/> trough length cm <input type="checkbox"/> tip-over trough length cm <input type="checkbox"/> bowl <input type="checkbox"/> bowl with reservoir <input type="checkbox"/> trough with balls/anti-frost <input type="checkbox"/> nipple drinkers
Cleanliness	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> partly <input type="checkbox"/> yes
Are water points functioning?	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes
Water flow	<input type="checkbox"/> < 18l/min <input type="checkbox"/> > 18l/min <input type="checkbox"/> trough/tip-over-tr.
Water point 4 Type	<input type="checkbox"/> trough length cm <input type="checkbox"/> tip-over trough length cm <input type="checkbox"/> bowl <input type="checkbox"/> bowl with reservoir <input type="checkbox"/> trough with balls/anti-frost <input type="checkbox"/> nipple drinkers
Cleanliness	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> partly <input type="checkbox"/> yes
Are water points functioning?	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes
Water flow	<input type="checkbox"/> < 18l/min <input type="checkbox"/> > 18l/min <input type="checkbox"/> trough/tip-over-tr.
Water point 5 Type	<input type="checkbox"/> trough length cm <input type="checkbox"/> tip-over trough length cm <input type="checkbox"/> bowl <input type="checkbox"/> bowl with reservoir <input type="checkbox"/> trough with balls/anti-frost <input type="checkbox"/> nipple drinkers
Cleanliness	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> partly <input type="checkbox"/> yes
Are water points functioning?	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes
Water flow	<input type="checkbox"/> < 18l/min <input type="checkbox"/> > 18l/min <input type="checkbox"/> trough/tip-over-tr.

10.2.7 Modelo de Informe Welfare Quality® de carácter informativo para la granja colaboradora



Informe anàlisi Welfare Quality

Estació Número

Resultats a nivell de criteris

	<u>Resultat</u>		<u>Mitjana granges</u>
Absència de fam perllongada	<input type="text" value="100"/>		92
Absència de set perllongada	<input type="text" value="32"/>		62
Confort al jeure	<input type="text" value="35"/>		38
Facilitat moviment	<input type="text" value="100"/>		100
Absència ferides	<input type="text" value="59"/>		35
Absència malalties	<input type="text" value="22"/>		30
Absència dolor induït per pràcti	<input type="text" value="20"/>		36
Expressió comportament social	<input type="text" value="0"/>		27
Expressió altres comportaments	<input type="text" value="0"/>		7
Bona relació home-animat	<input type="text" value="18"/>		25
Estat emocional positiu	<input type="text" value="55"/>		61

Resultats a nivell de principis

Principi de benestar

Bona alimentació	<input type="text" value="37"/>		63
Bon allotjament	<input type="text" value="59"/>		61
Bona salut	<input type="text" value="24"/>		28
Comportament adequat	<input type="text" value="11"/>		19

Valoració global

Benestar global	<input type="text" value="Acceptable"/>	
-----------------	---	--

El següent document és només de caràcter informatiu per al ramader, i no és vàlid com a certificat.

