



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

Índice

Resumen	2
Abstract	2
Introducción	2
Justificación y objetivos	4
Metodología	4
Resultados y discusiones	4
I. Situación del sector lechero en Europa	4
A) La situación en algunas cifras.....	5
B) Los tipos de producción en la U.E.	6
C) La percepción del consumidor	7
II. Importancia y beneficios de los enriquecimientos ambientales	9
A) Enriquecimientos sociales.....	10
B) Enriquecimientos que ofrecen una ventaja física	12
C) Enriquecimientos cognitivos	14
D) Estimulación de los sentidos	15
1- Oído	15
2- Tacto.....	17
3- Olor	19
4- Vista	20
5- Gusto.....	22
E) Enriquecimientos nutricionales	23
III. Opinión de ganaderos franceses sobre los enriquecimientos ambientales	25
Conclusiones.....	30
Valoración personal	31
Bibliografía.....	32

Resumen

El bienestar animal se presenta como uno de los objetivos más importantes en la ganadería actual. A veces, las infraestructuras necesarias para respetar al máximo las necesidades de los animales parecen entrar en conflicto con las obligaciones productivas de este sector. Los enriquecimientos ambientales son elementos añadidos al entorno de un animal cautivo que le permiten desarrollar su comportamiento natural, fomentando así el bienestar animal. Este trabajo tiene como objetivo estudiar los fundamentos científicos que demuestran las ventajas productivas del uso de los enriquecimientos en el caso de los bovinos lecheros. Estos enriquecimientos son variados: sociales, físicos, cognitivos, sensoriales o nutricionales. Permiten mejorar el bienestar de las vacas lecheras en situaciones de estrés (como el aislamiento, por ejemplo), así como su salud y su producción, tanto en cantidad como en calidad. Los propios ganaderos pueden notar estas mejoras. Aunque el coste de la inversión pueda ser un obstáculo, la diversidad de los tipos de enriquecimientos permite acceder a ellos a un precio relativamente bajo. El veterinario puede tener un papel fundamental en el asesoramiento y la demostración científica del uso de los enriquecimientos ambientales.

Abstract

Animal welfare is one of the most important goals in modern animal husbandry. Sometimes, the necessary infrastructures to meet the animals' needs seem to conflict with the productive obligations of the sector. Environmental enrichment refers to elements added to the living environment of captive animals that allow them to express their natural behaviour, thus promoting their welfare. The goal of this work is to assess the scientific literature regarding the productive benefits of environmental enrichment in dairy cows. Environmental enrichments are diverse: social, physical, sensory, or nutritional. They improve the welfare of dairy cows by relieving stress (for example, caused by isolation), and enhance their health as well as productivity both qualitatively and quantitatively. The farmers themselves can observe these improvements. Although the cost of investment may be an obstacle, the variety of environmental enrichment types allows access to low-cost solutions. The veterinarian plays a fundamental role in advising farmers and demonstrating the need for environmental enrichments with scientific evidence.

Introducción

Estos últimos años, el bienestar animal sobre todo en las explotaciones productivas es un tema en auge. Los consumidores demuestran una voluntad de comprar productos respetuosos con las

necesidades de los animales y para ello, en 2005, un 57% de los europeos estaban dispuestos a pagar un precio incluso mayor en comparación con un producto que no tiene este criterio (C.E., 2005).

¿Qué es el bienestar animal? Se puede definir según 5 libertades que son:

1. Estar libres de hambre o de sed: los animales deben tener acceso a una dieta que respeta sus necesidades y a agua
2. Estar libres de discomfort: su entorno debe ser adaptado y confortable con zonas de descanso
3. Estar libres de dolor, heridas o enfermedad: se deben proporcionar los cuidados necesarios para asegurar la salud física de los animales
4. Estar libres de expresar su comportamiento natural: los animales tienen comportamientos específicos que las instalaciones deben permitir
5. Estar libres de estrés y de miedo: los tratamientos y el medio deben evitar el estrés (OMSA, 2025)

En el caso de los animales de producción, algunas de estas cinco libertades pueden parecer más difíciles de garantizar, ya que deben integrarse en una dinámica de rentabilidad económica. Las infraestructuras necesarias para mejorar el bienestar animal pueden, en ocasiones, parecer demasiado costosas o superfluas para los ganaderos.

Los enriquecimientos ambientales se definen como cualquier elemento añadido al entorno básico que contribuye a mejorar el bienestar y las capacidades cognitivas de los animales (Veissier *et al.*, 2024). En otras palabras, influyen directamente en las libertades de confort, tranquilidad y expresión del comportamiento natural.

Nos hemos planteado como hipótesis de trabajo que la adopción de enriquecimientos ambientales en las instalaciones de vacas lecheras puede mejorar significativamente su bienestar, lo cual podría verse reflejado en un aumento de la productividad, en indicadores positivos de salud y en una percepción más favorable por parte de los consumidores hacia los productores. Esto aportaría un valor agregado al producto lácteo, que podría influir positivamente en la decisión de compra, contribuyendo así a la sostenibilidad económica de la explotación.

Para comprobar esta hipótesis, analizaremos el estado del sector lechero en Europa y los beneficios de los enriquecimientos ambientales, tanto para el bienestar animal como para la producción. Para acabar, estudiaremos la percepción de los ganaderos sobre estos enriquecimientos a través de entrevistas realizadas a seis ganaderos franceses.

Justificación y objetivos

El tema del bienestar animal es cada vez más importante en nuestra sociedad, sobre todo en el ámbito de la producción animal. Muchos movimientos surgen de la incompreensión y denuncia de malos tratos hacia los animales de granja, mientras que muchos ganaderos implementan nuevas instalaciones para ofrecer las mejores condiciones de vida posibles a sus animales. Nuestro estudio se centrará en las vacas lecheras con el objetivo de poner en evidencia la importancia de los enriquecimientos ambientales y sus ventajas productivas para este tipo de animales. El estudio pretende aportar elementos que orienten a los ganaderos sobre sus instalaciones, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los animales y los beneficios que pueden obtener con estas medidas. Los veterinarios desempeñan un papel fundamental en aconsejar y guiar a los ganaderos sobre los temas de bienestar animal, pero también deben tener en cuenta los desafíos económicos que una producción de este tipo implica.

Metodología

Este trabajo se fundamentará en un estudio bibliográfico de los artículos y estudios más recientes posibles sobre el vacuno lechero de explotación de raza Holstein, razas autóctonas de Europa o sus cruces. Se excluirán las explotaciones de América del Sur debido a las diferencias en las razas y las condiciones de producción, que son muy distintas a las de Europa (como es el caso de las razas cebú). Se utilizarán buscadores académicos como Google Scholar y ScienceDirect con las palabras clave: “cow comfort”, “environmental enrichment”, “dairy cow”, “welfare”, “milk”, “productive benefits”, “dairy cattle” y todas las relacionadas con los cinco sentidos. Para obtener información más sociológica sobre los consumidores, se recurrirá a Cairn.info. Los artículos utilizados serán del siglo XXI, excepto en aquellos casos en los que no existan artículos más recientes sobre los datos estudiados. Además, se han realizado algunas entrevistas con ganaderos franceses contactados gracias a las redes sociales con el fin de comprender mejor su uso de los enriquecimientos ambientales en la producción lechera.

Resultados y discusiones

I. Situación del sector lechero en Europa

La Unión Europea es el mayor productor de leche a nivel mundial. Todos los países que forman parte de la U.E. producen leche y la producción total alcanza una media de 155 millones de toneladas por año (C.E., 2024a). Los principales productores son Alemania, Francia y Polonia.

A) La situación en algunas cifras

En 2020, la U.E. contaba con unos veinte millones de vacas lecheras. Este número ha ido disminuyendo año tras año debido a la creciente productividad de los animales. Hoy en día, la producción media es de 7 000 kg de leche por vaca y por año. Esta producción depende de la raza, del entorno, del sistema de producción y de otros factores. En Francia, se separaron las producciones lecheras de las de carne en los años 60 y desde entonces se ha visto una evolución creciente de la producción lechera por vaca, con una multiplicación de más de tres de la producción desde 1959 (Guesdon, 2021). Se observa también una reducción global del número de explotaciones, pero un aumento del tamaño de las explotaciones que se mantienen (Hugonnet, 2023).

La raza mayoritaria en toda Europa es la frisona o Prim' Holstein, aunque se mantienen algunas razas más autóctonas según los países (Jersey, Montbeliarde, Normande, Parda Suiza, Angeln, Fleckvieh...).

La composición de la leche media tiene un alto porcentaje de agua (*Tabla 1*). Esta composición presenta variaciones sobre todo al nivel de grasa (Schlimme y Buchheim, 2002).

Tabla 1: Composición media de la leche (Schlimme y Buchheim, 2002).

Agua	87,1%
Proteínas	3,25%
Grasa	4%
Lactosa	4,6%

Entre 1984 y 2015, la Unión Europea regulaba su producción lechera con cuotas lácteas con el fin de garantizar un precio fijo de la leche (C.E. ,2015). La producción lechera de la Unión Europea era tan importante que sobrepasaba su propio consumo. Con las cuotas se quería limitar el exceso de producción y moldear la producción según las necesidades del mercado. Cada ganadero y cada país tenía una producción máxima de leche por año y tenía que pagar una multa si sobrepasaba esta producción. La supresión de estas cuotas ha provocado unas variaciones más importantes de los precios de la leche. El precio de la leche cruda en 4 años ha aumentado casi un 50% (*Figura 1*). Además, esta supresión de cuotas ha permitido un aumento notable de producción en muchos países europeos (Hugonnet, 2023).

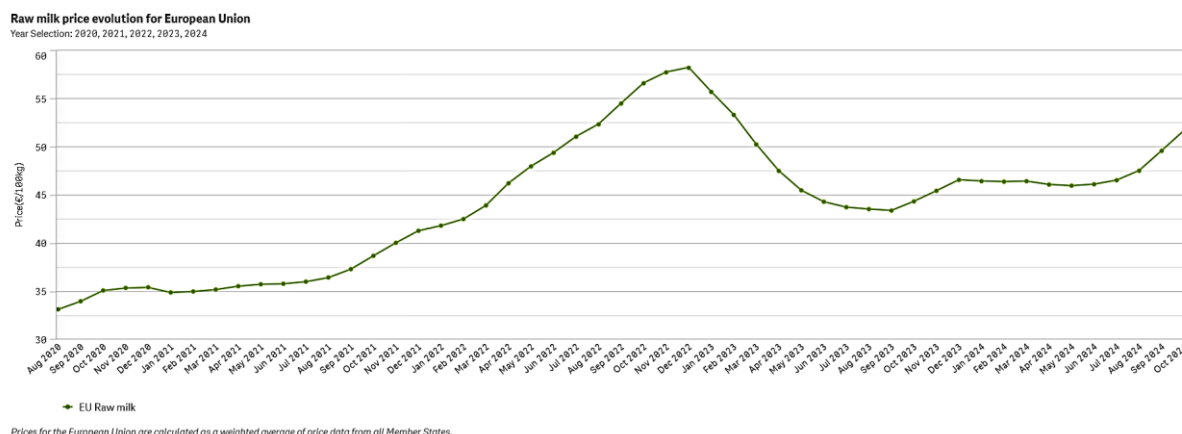


Figura 1 : Curva de la evolución del precio de la leche cruda en Europa (€/100kg) de agosto 2020 a octubre 2024 (C.E., 2024b)

B) Los tipos de producción en la U.E.

Existen grandes diferencias a nivel productivo entre estados miembros. Las ganaderías únicamente pastorales son minoritarias y producen solo un 9% de la producción lechera mundial (INRAE, 2022). La ganadería mixta con tiempos de pastoreo (durante las épocas de presencia de pasto) y tiempos en edificios (en invierno) es la más común en Europa incluso si se lleva a cabo con muchas diferencias según los países. Por ejemplo, países del norte como Suecia guardan los animales muchos meses dentro por culpa de las condiciones meteorológicas complicadas. En Irlanda, donde la lluvia permite una presencia constante a lo largo del año de hierba y con un clima bastante estable los animales pueden quedarse en pastoreo todo el año. Las ganaderías industriales con los animales siempre dentro son más comunes en otros países como Estados Unidos o China, pero también están presentes en Europa. Las ganaderías con los animales siempre atados se observan muy poco, pero siguen existiendo en Alemania y Polonia por ejemplo (Botreau *et al.*, 2023).

La producción lechera está estrechamente ligada al territorio por su importante uso del pastoreo. Un año con mal tiempo y baja producción de forraje reduce la producción de leche. En muchos países sobre todo del norte de Europa, las vacas pastorean y tanto las fuertes olas de calor del verano como las tormentas y el frío de invierno pueden afectar a la producción. Esta influencia se observa especialmente en caso de una ganadería pastoral o mixta. En caso de una ganadería *indoor*, la influencia es menor ya que muchos ganaderos compran sus forrajes. Los concentrados son comprados la mayoría del tiempo.

El tamaño del rebaño es muy diferente de un país a otro. En Francia, las explotaciones son medianas con unos 60-80 animales y más de tipo familiar mientras que en Alemania los rebaños pueden tener más de 1 000 animales.

El coste para el ganadero de tener una explotación depende mucho del sitio donde se implanta esta ganadería. A modo de comparación en 2017, en España el coste de producción total de una explotación lechera fue de 3 301,55 euros/animal y permite un beneficio de 294,39 euros/animal (MAPA, 2019). En Francia en 2022, se estiman los costes para producir 1 000L de leche en 547 euros para una producción en valle. Si decimos que cada animal produce 7 000 litros, esto corresponde a un coste de 3 829 euros/animal (IDELE, 2023). El principal gasto es la alimentación y está muy ligado al sistema de producción. Una explotación con pastoreo continuo tendrá que gastar menos que una explotación con animales en edificios. La capacidad de un productor para invertir en enriquecimientos ambientales depende de su equilibrio financiero como del beneficio que estos cambios pueden generar.

El bienestar de las vacas lecheras en la U.E. no está muy regulado lo que permite mucha diversidad entre los países miembros en cuanto al alojamiento, tratamientos y manejos. Las leyes de bienestar animal dependen bastante de los países. Dinamarca y Suecia son países con obligaciones muy estrictas a nivel de bienestar animal (Sandøe *et al.*, 2023).

C) La percepción del consumidor

El consumo de productos lecheros parece bastante estable estos últimos años (MAPA, 2024a) a pesar del creciente consumo de “leche” vegetal y de personas que optan por una dieta con limitaciones en los productos de origen animal. En las personas sondeadas por el ApaQ-W en 2023 un 70% decían consumir solo productos lecheros de origen animal, y un 14% solo alternativas vegetales (ApaQ-w, 2023). En este grupo, se observaba una gran concentración de personas alérgicas o intolerantes a la leche. Un 17% de las personas dijeron tener un régimen mixto con leche animal y alternativas vegetales. Un 9% de esta población piensa disminuir su consumo lechero en los próximos meses. El criterio más importante para el consumidor para comprar un producto lechero es su precio (en un 64% de las respuestas). El origen es importante solo para un 20% de la gente y el tipo de producción (pastoral o sostenible) no tiene mucha importancia. Estas cifras propias de una parte de Bélgica parecen extrapolables a la totalidad de la Unión Europea.

El aumento de las personas con una dieta vegetal pura no parece ser el principal factor para una disminución del consumo de productos lecheros, tampoco como las alegaciones que hacen de la leche un producto malo para la salud. También las personas con una dieta de este tipo representan una población minoritaria, entre un 8% y un 1% según el país en 2010 (Miele, 2010). No representan un peso importante a nivel del mercado, pero se pueden percibir como una “amenaza” para el sector.

La producción lechera es una producción plural. Se produce leche cruda, pero se puede transformar en productos lácteos (queso, crema, yogurt, ...) de mayor valor añadido. Un 70% de la producción de leche

sirve para la fabricación de queso o de mantequilla (Eurostat, 2024). Además, la Unión Europea cuenta con varios sellos de calidad sobre este tipo de producto. Solo en España, se cuentan 31 quesos con marcas de calidad (MAPA, 2024b). En la Unión Europea, en 2017, había 241 marcas de calidad de quesos (C.E., 2021). La mayoría es producida por leche de vaca y representa el tercio de las ventas de productos de calidad en el sector agroalimentario.

Los últimos años se ha observado también una preocupación creciente por parte de los consumidores sobre el bienestar animal. Un 62% de los europeos se dicen dispuestos a cambiar sus hábitos de consumo a favor de productos más respetuosos con el bienestar animal (Gracia *et al.*, 2011). El incremento de la concienciación de la población sobre el bienestar animal y su voluntad de un consumo más responsable han permitido el desarrollo de normas de bienestar animal a nivel productivo. Los consumidores se muestran dispuestos a pagar hasta un 23% más para un producto con un sello de bienestar animal garantizado por la U.E. y certificado por organismos independientes. Algunos países europeos han creado este tipo de marco de bienestar como Dinamarca, por ejemplo, en cerdos y pollos (Bech-Larsen *et al.*, 2024). Se observa que los consumidores perciben los productos con un sello de bienestar animal como de mejor sabor y más saludables. En este estudio se ha demostrado que el tiempo dedicado a hacer las compras tiene un efecto importante sobre la percepción de los marcos de bienestar animal, un tiempo limitado para elegir como es el caso cuando una persona hace sus compras favorece el uso de los marcos de calidad y el análisis de las informaciones claramente proporcionadas. Las mujeres parecen mostrar una mayor preocupación por el bienestar animal (Gracia y Zeballo, 2011), y son también las personas, en general, responsables de las compras alimentarias. Más de la mitad de los sondeos estiman que no son capaces de reconocer fácilmente un producto respetuoso con el bienestar animal en el momento de la compra (C.E., 2005).

Se desarrollan marcos de calidad de bienestar, como el Welfare Quality, que, para establecer sus criterios, han solicitado la opinión de la población general (Grethe, 2017). El éxito de estos marcos a nivel comercial depende de los consumidores, por lo que es imprescindible enfocarse en sus exigencias e identificar sus preocupaciones y dudas sobre este tema. Las prácticas que favorecen el bienestar animal pueden generar un coste más alto para los productores (hasta un 2-3% en la producción lechera). Si este coste se traslada de manera directa a los consumidores, una parte de la población quedaría excluida del consumo de este tipo de productos. Además, la competitividad a nivel internacional disminuiría y los consumidores podrían inclinarse más por productos extranjeros. No obstante, el respeto por el bienestar animal se presenta como una obligación ética (Lusk y Norwood, 2011). Así, se están considerando reflexiones sobre la posibilidad de gravar los productos que respetan menos el bienestar animal. También sería posible proporcionar más ayudas a los productores locales y permitir que los contribuyentes participen en los costes, reduciéndolos para el consumidor.

El marco de calidad de bienestar Welfare Quality es una certificación europea que acredita las buenas prácticas a favor del bienestar animal de los productores, en nuestro caso, de leche (Welfare Quality® and AWIN®, 2025). Establece sus criterios basados en una valoración científica y popular. Se fundamenta en 12 criterios divididos en 4 principios: buen alojamiento, buena alimentación, buena salud y comportamiento adecuado. Se implementa en 15 países europeos y certifica la producción porcina, bovina (tanto de carne como de leche), ovina, de conejos, de codornices y de aves (broilers, puesta y pavo). En su sitio web se encuentran los protocolos de evaluación que establecen, para cada criterio, las medidas a tomar y los resultados esperados de manera precisa (Welfare Quality, 2023).

Mejorar las condiciones de vida de los animales y favorecer su bienestar a través de prácticas como la implementación de enriquecimientos ambientales puede tener repercusiones directas en la comercialización de los productos lecheros.

II. Importancia y beneficios de los enriquecimientos ambientales

La producción lechera, a diferencia de otras producciones (como los terneros de cebo, por ejemplo), no está regulada a nivel del bienestar animal por normas europeas. Existen grandes diferencias entre países: algunos establecen leyes a nivel nacional, otros dejan estas normas a la libre elección de los ganaderos, y otros aplican una combinación de ambos enfoques (Sandøe *et al.*, 2023). Las prioridades de estas normas también dependen de cada país: en algunos se prioriza el espacio disponible por animal, mientras que en otros se enfoca en la presencia de una enfermería y el tratamiento de enfermedades.

Esta gran diversidad a nivel europeo supone tanto una oportunidad como un riesgo. Esta heterogeneidad ha llevado a la Unión Europea a considerar legislar y unificar las normas relativas al bienestar del vacuno lechero. En otras especies (como los cerdos en 2008), la inclusión de enriquecimientos ambientales ha pasado de ser opcional a ser obligatoria.

Los enriquecimientos ambientales se pueden definir como cualquier elemento añadido al entorno de un animal cautivo para mejorar su bienestar y sus capacidades cognitivas. Pueden ser de varios tipos: físicos (como refugios, áreas de descanso específicas), cognitivos (como juguetes), sociales (elementos que favorecen interacciones positivas), y sensoriales (como música, luces, cepillos etc.) (Veissier *et al.*, 2024).

La producción lechera también tiene las obligaciones propias de cualquier industria: debe ser rentable y generar beneficios. La productividad de este sector está relacionada con varios factores: una mayor producción de leche, una leche de mejor calidad (dependiendo de su destino, con más grasa, menos grasa, menos lactosa, etc.), y una leche de mejor calidad higiénica (menos contaminación). Este aspecto

está estrechamente relacionado con la salud e higiene de los animales. Además, los beneficios del sector también pueden incrementarse mediante un precio de venta más alto.

La producción lechera de un animal está directamente relacionada con su genética, su estado reproductivo, su edad (la producción es mayor entre la tercera y la quinta lactación), su condición corporal, su estado sanitario, la frecuencia de ordeño, la alimentación, el secado y las condiciones ambientales. Para producir leche es necesaria una gestación, y la producción disminuye al final de la gestación debido a las necesidades del feto (desde el sexto mes de gestación hasta el parto). El celo también marca una disminución de la producción. Además, la cantidad y la calidad de la leche suelen tener una relación inversa (a mayor cantidad, menor grasa y mayor agua). La fase de secado es necesaria para la regeneración de la glándula mamaria, y un secado largo puede aumentar la producción lechera.

A veces, establecer cuáles son los enriquecimientos ambientales adaptados a las necesidades de los animales, sin caer en el antropomorfismo, y a las realidades de la industria, es un verdadero desafío. Los enriquecimientos se pueden dividir en varias categorías: enriquecimientos sociales (con otras vacas o con los humanos), enriquecimientos que ofrezcan una ventaja física (como ejercicio), enriquecimientos que favorezcan los estímulos cognitivos, enriquecimientos que estimulen los sentidos y, por último, enriquecimientos nutricionales.

A) Enriquecimientos sociales

El enriquecimiento social se puede definir como el contacto directo o indirecto con miembros de la misma especie o con humanos (Mandel *et al.*, 2016).

Los bovinos son animales gregarios que viven en grupos jerárquicos. Una vaca aislada puede mostrar rápidamente signos de depresión, como apatía o anorexia. El sistema de producción lechera generalmente permite que los animales permanezcan en grupos de individuos adultos la mayor parte del tiempo. No obstante, en algunas situaciones puede ser necesario aislar a un individuo. La reintroducción de este individuo al grupo puede provocar estrés, así como procesos de lucha entre los animales, lo que a veces resulta en heridas. En la medida de lo posible, el ideal es formar grupos fijos de individuos para que se establezcan relaciones duraderas. Si es necesario aislar una vaca, es preferible separarla con algunos miembros del grupo.

La vida gregaria también permite a los animales proporcionarse "grooming", una acción de limpieza y rascado mutuo que tiene un efecto beneficioso sobre el estrés (*Figura 2*). El contacto con otros individuos favorece un estado emocional positivo y la capacidad de resiliencia (adaptabilidad a los cambios) de los animales (de Oliveira y Boivin, 2024). Esta capacidad se manifiesta, por ejemplo,

cuando se introducen nuevos miembros en el grupo. Las vacas que están acostumbradas desde temprana edad a vivir con otras reaccionan de forma menos estresada a este cambio. Esto también es observable en las terneras que entran por primera vez en los grupos lecheros. La adaptación al grupo en su edad juvenil favorece una mejor convivencia una vez adultas.



Figura 2: Vacas expresando el comportamiento social de allogrooming (Tambako, 2013)

El contacto con los humanos es una parte esencial de la vida del ganado lechero. Las interacciones negativas pueden tener repercusiones directas sobre la calidad de la leche y generar estrés en los animales. El estrés favorece la aparición de mastitis, así como otras enfermedades debido a una disminución de la inmunidad. Las vacas que tienen malas interacciones con los humanos son más propensas a golpear durante el ordeño, lo que puede provocar la caída y el ensuciamiento del aparato de ordeño, lo que supone un riesgo para la seguridad de la leche. Se observan concentraciones de cortisol menos elevadas en la leche de vacas que han tenido interacciones positivas con los humanos, además de menos miedo hacia ellos (Ivemeyer *et al.*, 2011). El manejo se vuelve mucho más fácil si los bovinos tienen una buena experiencia. Los animales son capaces de asociar el mal trato con la persona responsable y el lugar donde ocurrió. Se resisten a volver a un lugar donde han tenido malas experiencias, y esta resistencia parece proporcional al trato recibido: cuanto más aversivo sea el trato, mayor será la resistencia de los animales. Se observa que un manejo basado en golpes, en lugar de acelerar el movimiento de los animales, en realidad hace que necesiten más tiempo para moverse por un pasillo (Pajor *et al.*, 2000). Los animales con miedo pueden volverse peligrosos durante el manejo. En Suecia, la mayoría de los accidentes ocurren en explotaciones lecheras, y estos accidentes a menudo resultan en heridas graves (Nawroth y Rørvang, 2022). Los animales con menos miedo permiten que los trabajadores se acerquen más fácilmente, lo que facilita las curas, la observación temprana de enfermedades y otros manejos necesarios en una explotación productiva. Para que esta relación de confianza se mantenga a lo largo del tiempo, es necesario que las interacciones positivas sean regulares (Lürzel *et al.*, 2016).

Las interacciones positivas, tanto con congéneres como con humanos, disminuyen el estrés, lo que tiene repercusiones positivas tanto sobre la salud de los animales como sobre su producción. Además, un buen vínculo entre los animales y los humanos facilita un manejo más seguro y eficiente. También ayuda a reducir los riesgos de contaminación de la leche durante el ordeño y permite el tratamiento precoz de cualquier enfermedad. Este tipo de enriquecimiento ofrece ventajas tanto a nivel de la calidad sanitaria de la producción como de la cantidad de esta.

B) Enriquecimientos que ofrecen una ventaja física

En Europa, mantener a las vacas lecheras siempre atadas todavía es posible. Aunque esta práctica es minoritaria, se observa en algunos países. El acceso a pastoreo o a zonas donde puedan realizar ejercicio físico se puede considerar un enriquecimiento del ambiente. Las vacas que pasan mucho tiempo acostadas son más propensas a desarrollar cojeras y mamitis (Popescu *et al.*, 2013). Se observa una menor prevalencia de cojera en vacas que tienen la posibilidad de hacer ejercicio físico, incluso si su modo de cría es principalmente atado. En vacas criadas en pastos, un terreno mal mantenido puede favorecer problemas en los pies, como el pedero o erosiones, problemas que no se encuentran en vacas criadas exclusivamente en estabulaciones (Nielsen *et al.*, 2023).

Los animales con largos periodos de acceso al exterior muestran menos problemas reproductivos, menos mamitis (menor recuento de células somáticas) y menos problemas de cojeras relacionadas con problemas de tegumentos o pezuñas. La disminución de la prevalencia de mamitis podría explicarse por un contacto menor con los patógenos en un entorno exterior libre, además de un menor contacto con la suciedad en comparación con los animales alojados exclusivamente en cubículos. Además, los animales alojados en el exterior parecen expresar mejor sus comportamientos naturales, tener una mayor cohesión de grupo y experimentar menos competencia e interacciones negativas.

No obstante, en verano, los bovinos lecheros pueden sufrir estrés por calor. En un sistema de vida pastoral, puede haber competencia por acceso a sombra o agua. Los animales que viven al aire libre también son más propensos a padecer enfermedades parasitarias y tendrán mayores necesidades energéticas debido a su actividad física. Las vacas lecheras de alta producción no pueden satisfacer todas sus necesidades nutricionales solo con el pastoreo. Una mala gestión de la nutrición o de la desparasitación puede resultar en una disminución de la producción. Una distancia muy larga entre el punto de ordeño y la ubicación de los animales puede favorecer las cojeras, sobre todo si las vacas tienen que caminar sobre terrenos con piedras o superficies duras (hormigón). Por lo tanto, el ejercicio físico es muy beneficioso para los animales y ayuda a reducir los problemas locomotores, pero requiere una buena gestión del terreno, el control de parásitos y una adaptación del plan nutricional. La distancia entre la máquina de ordeño y los animales debe ser moderada.

En la naturaleza, las vacas tienden a aislarse cuando se acercan al parto. Ofrecerles la posibilidad de elegir un sitio apartado de las demás puede, no solo permitirles expresar un comportamiento natural, sino también ayudar a identificar el momento del parto y atenderlo adecuadamente (Mandel *et al.*, 2016).

El tipo de cama es muy importante en la prevalencia de cojeras. Las vacas parecen preferir camas espesas y extensas (Endres, 2017). Este tipo de cama permite una disminución de las heridas en las patas (Nielsen *et al.*, 2023). Además, las vacas prefieren una cama seca, especialmente aquellas que pasan más tiempo rumiando. Las instalaciones con cubículos ofrecen mejores condiciones higiénicas que las instalaciones sin este sistema, ya que se observan menos mamitis (la zona de defecación y micción está separada de la zona de descanso). Este beneficio se observa en los cubículos bien adaptados, que permiten que solo una vaca se acueste en cada uno. Cuando el espacio es demasiado grande, las vacas pueden defecar en la instalación, lo que disminuye los beneficios del sistema. La dimensión de los cubículos debe considerar el tamaño del animal. Es necesario tener suficiente espacio en la nave para poder proporcionar un número adecuado de cubículos según el tamaño del rebaño. Lo ideal es proporcionar un cubículo para cada animal. En caso contrario, se observa un aumento de la competencia por las zonas de descanso, lo que genera más problemas de higiene y de patas. Es muy importante prestar atención a los suelos por los cuales los animales se desplazan. Un suelo resbaladizo, demasiado liso o duro favorece los problemas de locomoción.

Proporcionar acceso al exterior, una cama espesa y flexible, y limitar los desplazamientos sobre suelos duros o rugosos favorece la salud de las vacas lecheras, especialmente a nivel locomotor. Además, optar por cubículos parece ser una buena solución para mejorar la salud mamaria, pero es fundamental asegurarse de que las dimensiones de estas infraestructuras sean adecuadas. En caso contrario, los cubículos podrían provocar heridas y ser contraproducentes.

La temperatura ambiente puede ser una fuente de estrés y afectar a la producción de leche en el ganado lechero (Collier *et al.*, 2006). El calor tiene efectos negativos en estos animales, ya que la energía utilizada para la termorregulación no se destina a la producción de leche. Además, el consumo de alimento disminuye puesto que la digestión es una fuente importante de calor. Las raciones se desequilibran debido a las cambiantes necesidades relacionadas con la temperatura elevada: la sudoración provoca mayores necesidades de potasio y los animales beben más agua. En consecuencia, la prevalencia de acidosis ruminal tiende a aumentar. Las capacidades reproductivas también se ven afectadas por el estrés térmico, lo que conduce a una disminución de la calidad de los óvulos, incluso durante un período después de que las temperaturas vuelvan a niveles aceptables.

Es necesario proporcionar zonas de sombra para permitir que las vacas se protejan del sol y del calor. Este espacio debe ser lo suficientemente grande. Si es muy pequeño, se observa un aumento de heridas debido al agrupamiento de los animales. En cuanto a la altura, debe medir al menos 4,3 metros para minimizar la exposición directa a los rayos solares. El uso de agua mediante pulverizadores con gotas más o menos grandes también es una solución efectiva, siendo las gotas grandes más eficaces. La evaporación del agua sobre los animales produce un enfriamiento. Cuando las vacas se mojan, se observa un aumento de hasta un 11,6% en su producción en comparación con quedarse secas en la sombra, además de una reducción de su temperatura corporal de hasta un 50%. Se pueden añadir ventiladores que favorezcan este efecto, aunque por sí solos no se observan efectos significativos en cuanto al enfriamiento. También existen instalaciones que combinan ventiladores con paneles mojados, lo que permite reducir la temperatura general de la nave. Estos sistemas deben posicionarse en lugares específicos y son más eficaces cuando están cerca de los animales. Los estudios realizados en Estados Unidos, en zonas muy áridas, han mostrado que este tipo de instalaciones es eficaz. A pesar de que en Europa estas condiciones no son tan comunes, con el cambio climático se están registrando olas de calor más intensas, lo que hace necesario considerar estas soluciones. Sin embargo, el uso de agua plantea preocupaciones debido a la cantidad excesiva que se necesita, lo que genera dudas sobre la sostenibilidad del recurso.

Los enriquecimientos que ofrecen una ventaja física son fundamentales para favorecer la producción lechera, tanto a nivel de cantidad, calidad como sanitario.

C) Enriquecimientos cognitivos

Los animales pueden aburrirse. Imponer enriquecimientos ambientales y medios para evitar este aburrimiento podría generar estrés en los individuos menos sensibles. La solución radica en ofrecer libre elección y controlar la intensidad del estímulo. Los enriquecimientos que requieren el uso del cerebro y de la cognición son los más eficaces porque son los que se mantienen a largo plazo (Meagher, 2019). Estos enriquecimientos requieren que el animal trabaje para acceder a un recurso (Botreau *et al.*, 2023). La cognición de las vacas lecheras es un área aún poco explorada. Se sabe que son animales seleccionados para adaptarse fácilmente (Nawroth y Rørvang, 2022), con buena memoria y capacidad de reflexión, pero no se conoce hasta qué punto es posible aprovechar estas capacidades para mejorar su entorno.

Si se desea implementar este tipo de enriquecimiento, es importante asegurarse de que el animal sea capaz de interactuar con el nuevo recurso. En presencia de algo novedoso, las vacas lecheras suelen mostrar curiosidad e intentar interactuar con el objeto. Sin embargo, esta curiosidad dura poco y se desarrolla rápidamente un efecto de habituación, lo que hace que los animales pierdan interés (Russell

et al., 2024). Este es un desafío cuando se buscan nuevos enriquecimientos: deben ser de especial interés para los animales y, al mismo tiempo, permitir un balance económico positivo en este campo productivo.

D) Estimulación de los sentidos

1- Oído

Varios estudios han probado el efecto de la música en vacas, y los resultados son bastante contradictorios. Los bovinos tienen un rango auditivo entre 23 Hz y 35,000 Hz, mucho más amplio que el de los humanos (de 20 a 20,000 Hz) (Mandel *et al.*, 2016).

Exponer a las vacas a ruidos intensos durante un período prolongado puede generar estrés y afectar negativamente la producción, con una disminución tanto en la cantidad como en la calidad de la leche. Cuando las vacas están expuestas a ruidos superiores a 80 dB (*Figura 3*), comen menos y pasan menos tiempo descansando y rumiando. Además, el ruido puede afectar el ciclo reproductivo, un aspecto crítico en las vacas lecheras (Ciborowska *et al.*, 2021). Con exposiciones superiores a 100 dB, se observan cambios incluso a nivel sanguíneo, con un aumento de la glucemia y el desarrollo de leucocitosis.

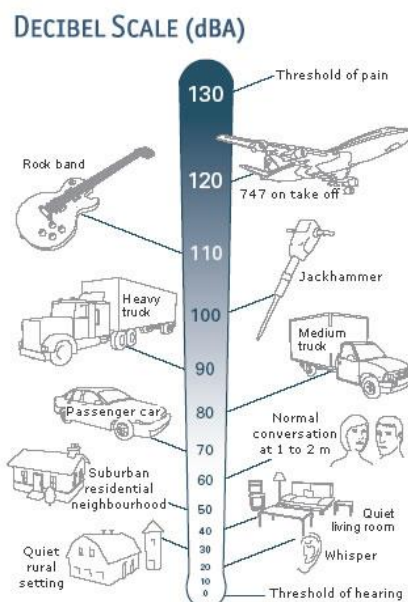


Figura 3: Escala de decibelios con ejemplos (Maroulis, 2014)

Proporcionar música tranquila, como música clásica, tiene efectos positivos en los niveles de estrés, los cuales pueden medirse por un descenso en el ritmo cardíaco y respiratorio. En este entorno más relajado, los animales pasan más tiempo descansando o rumiando. Además, parece haber una menor

prevalencia de enfermedades, lo cual se refleja directamente en los leucocitos (Contreras-Torres *et al.*, 2024). El estrés provoca un aumento en el número de neutrófilos y una disminución de linfocitos y eosinófilos, lo que conocemos como leucograma de estrés, con repercusiones directas en la capacidad del cuerpo para combatir infecciones. La música clásica parece tener un efecto positivo sobre el leucograma de las vacas, ya que aumenta los linfocitos y eosinófilos, lo que indica una disminución del estrés agudo y posiblemente un aumento en la inmunidad. Sin embargo, estos efectos parecen ser poco repetibles a lo largo del tiempo. Los autores sugieren que esto podría deberse a la variabilidad individual de la cantidad de células blancas en los bovinos o a la habituación a la música.

A pesar de los resultados positivos de la música en la reducción del estrés, la mayor producción de leche parece observarse en el grupo no expuesto a música (Ciborowska *et al.*, 2021). Sin embargo, este hallazgo es contradictorio con otros estudios que demuestran un aumento en la producción de leche cuando los animales están expuestos a música hindú (Alworth y Buerkle, 2013) o música tranquila de menos de 70 dB (Mota-Rojas *et al.*, 2024). Con la música hindú, los animales se manejan con mayor facilidad y parecen estar más tranquilos (Alworth y Buerkle, 2013). Además, parece que comen más cuando escuchan música de menos de 70 dB (Mota-Rojas *et al.*, 2024). La música podría ser un método útil para disminuir los ruidos ambientales, ofreciendo un entorno acústico más estable (Alworth y Buerkle, 2013).

Después de 69 días de exposición a música durante el ordeño, las vacas se acercan de manera voluntaria con mayor frecuencia que cuando no están expuestas a ella. También se ha observado que, con la música, las vacas tienden a concentrarse más en la zona de espera antes de entrar a la sala de ordeño. La música parece actuar como un estímulo positivo y motivador para las vacas. Es importante señalar que el tipo de música tiene un efecto significativo: la música country parece tener más impacto que la música rock (Uetake *et al.*, 1997).

Se puede suponer que, dependiendo del tipo de música, varían considerablemente los ritmos, los sonidos (más agudos o graves) y la potencia del sonido. Así, la música rock, con decibelios más altos y ritmos más intensos, será más propensa a estresar a los animales, mientras que géneros como la música clásica o hindú, más dedicados a la relajación, pueden tener efectos beneficiosos.

En cuanto a la exposición a sonidos de terneros durante el ordeño, algunos estudios sugieren que este tipo de ruido produce una mayor eyección de leche durante los primeros minutos del ordeño y un aumento en la cantidad total de leche en el segundo ordeño posterior a la exposición a los ruidos de terneros (Mandel *et al.*, 2016).

Algunos estudios también sugieren que los efectos positivos de la música tranquila en la sala de ordeño pueden estar relacionados con la relajación de los trabajadores que la escuchan. De ser así, un

ambiente sin música para las vacas, pero con auriculares y música relajante para los empleados, podría generar efectos similares durante el ordeño.

En conclusión, la música parece tener un efecto principalmente sobre el estrés de los animales, lo cual influye en el manejo y en la propensión a desarrollar enfermedades. Además, es un enriquecimiento fácil de implementar y relativamente económico.

2- Tacto

El comportamiento de grooming es fundamental en la especie bovina, ya que cumple tanto una función social como higiénica. Algunos estudios muestran que, al liberarse de un período de restricción física, el primer comportamiento que manifiestan las vacas es el grooming (DeVries *et al.*, 2007). Impedir o no proporcionar un entorno que permita este comportamiento puede llevar a la aparición de conductas anómalas en los animales. En este sentido, ofrecer acceso a cepillos es una excelente herramienta para promover la expresión de este comportamiento natural.

En ausencia de cepillos, las vacas recurren al autogrooming, rascándose contra paredes, grifos, árboles, vallas, entre otros, lo que puede llevar a la destrucción o deterioro de las instalaciones, generando un coste adicional para repararlas. Sin embargo, cuando los cepillos están disponibles, hasta un 93% de las vacas los utilizan dentro de los primeros 7 días. Los cepillos cercanos a los comederos son los primeros en ser usados, mientras que los ubicados más lejos se utilizan con menos frecuencia (Reyes *et al.*, 2022). Se observa que las vacas emplean menos otros elementos no dedicados al grooming y que, además, el uso de los cepillos aumenta significativamente (DeVries *et al.*, 2007), lo que lleva a que las vacas pasen más tiempo expresando este comportamiento y disminuye el riesgo de deterioro de las instalaciones.

El uso de cepillos también tiene beneficios para la salud. Las vacas que utilizan estos dispositivos se muestran más limpias, lo que contribuye a reducir el riesgo de enfermedades y la contaminación de la leche durante el ordeño. Aunque no se ha encontrado una relación directa entre la frecuencia de cepillado y el número de células somáticas (Keeling *et al.*, 2016), la limpieza promovida por los cepillos ayuda a disminuir la carga parasitaria (Reyes *et al.*, 2022). Además, en vacas de segunda lactación o mayores, se observa una notable disminución en la prevalencia de mastitis cuando los cepillos son accesibles (Schukken y Young, 2009). Esta disminución podría explicarse por la limpieza de la zona posterior gracias al cepillo, aunque no se pueden limpiar directamente las ubres (*Figura 4*).



Figura 4: vaca lechera usando el cepillo en su posterior (fotografía personal)

Existen dos tipos de cepillos: los mecánicos y los fijos. Los cepillos fijos son más económicos y también pueden utilizarse para la manipulación oral (Reyes *et al.*, 2022). Sin embargo, el acceso al cepillo puede generar competitividad entre los animales, por lo que es importante establecer un número adecuado de cepillos por animal para evitar comportamientos agresivos (DeVries *et al.*, 2017). Este fenómeno se observa con los cepillos mecánicos, pero rara vez con los fijos (Reyes *et al.*, 2022).

El número de cepillos accesibles no parece afectar significativamente al tiempo de uso por parte de los animales en cuanto a manipulación oral, independientemente de si hay un cepillo para dos o cuatro vacas. Las vacas que tienen acceso a más cepillos (un cepillo para dos vacas) los usan durante más tiempo, pero el número de veces que los utilizan es similar al de las vacas con menos cepillos. Los signos de competitividad son mayores al introducir un nuevo objeto, pero no varían considerablemente con el número de cepillos disponibles. Un cepillo para cuatro vacas parece ser suficiente para evitar una competencia excesiva.

El acceso a cepillos parece mejorar la producción lechera en vacas en su segunda lactación (Schukken y Young, 2009). Se ha observado un efecto positivo entre el consumo de forraje, la producción de leche y el uso del cepillo (Keeling *et al.*, 2016). Cada vez que una vaca usa el cepillo, su producción aumenta en promedio 1,52 kg de leche por día. Este efecto podría explicarse por un aumento en la producción de oxitocina, que es responsable de la eyección de leche y también favorece el consumo de alimento. Las vacas de mayor edad (con más lactaciones) tienden a usar los cepillos con mayor frecuencia y durante más tiempo. Sin embargo, la relación causa-efecto entre el aumento del consumo de forraje, el uso del cepillo y la producción de leche no está completamente esclarecida.

En condiciones de aislamiento, la presencia de un cepillo no parece reducir el estrés de los animales (Mandel *et al.*, 2019). Además, cuando las vacas experimentan estrés térmico (alta temperatura y

humedad), y los cepillos están alejados de la zona de los comederos, los animales los usan menos (Mandel *et al.*, 2013). Sin embargo, cuando el cepillo está cerca de los comederos, las vacas lo utilizan más durante la noche. Después de un evento de estrés por manipulación, como la inseminación artificial, las vacas usan menos los cepillos que cuando no están expuestas a un estrés similar. Este patrón también se observa, en menor medida, después de un diagnóstico de gestación. El comportamiento de las vacas al usar los cepillos puede ser un indicador de su bienestar general. Se considera que este comportamiento tiene "baja resiliencia", lo que significa que las vacas no gastan su energía en esta actividad cuando enfrentan limitaciones de recursos o están sometidas a condiciones de estrés (enfermedad, estrés térmico, etc.) (Mandel *et al.*, 2018). Un cambio en el uso de los cepillos podría alertar sobre el inicio de una enfermedad y permitir una intervención temprana. También podría ser útil para evaluar la recuperación de los animales después de una enfermedad. En relación con la cojera, se ha observado que las vacas cojas no usan los cepillos ubicados lejos de los comederos, pero sí los cepillos cercanos. Las vacas con cojera leve (hasta 3/5) no muestran diferencias significativas en el uso del cepillo en comparación con las vacas sanas. Este patrón podría explicarse por la inflamación asociada a la cojera, que limita el movimiento debido al dolor. Además, la fiebre causada por la inflamación podría provocar apatía. En este caso, los cepillos ubicados lejos de los comederos podrían ser un indicador útil de enfermedad. Aumentar la distancia para acceder a los cepillos podría mejorar la precisión en la detección precoz de enfermedades. Sin embargo, las vacas con un alto nivel de estrés o con grandes necesidades de acceso a estos recursos podrían no usarlos lo suficiente para sentirse mejor.

En casos de metritis, una infección uterina con graves repercusiones para la salud reproductiva y la producción lechera, se ha observado que las vacas afectadas usan menos los cepillos ubicados lejos de los comederos que las vacas sanas (Mandel *et al.*, 2017). Sin embargo, esta reducción en el uso del cepillo no permite un diagnóstico precoz de la enfermedad. Después de dos semanas de tratamiento, el uso del cepillo no recupera la frecuencia observada en las vacas sanas, lo que podría indicar una curación incompleta.

En resumen, proporcionar cepillos a las vacas no solo favorece su bienestar social e higiénico, sino que también podría tener implicaciones positivas para su salud y la calidad de la producción lechera. El uso de los cepillos puede actuar como un indicador del bienestar del animal, y su disminución en el uso puede señalar la presencia de enfermedades o estrés. Es un enriquecimiento bastante completo y útil.

3- Olor

Las vacas tienen una excelente capacidad olfativa, percibiendo olores en una gama mucho más amplia que los humanos, lo que les permite reconocer el estado emocional de otras vacas o de los seres

humanos a través de su olor. Utilizan el órgano vomeronasal para identificar el estado de estrés o reproductivo del resto del rebaño (Ginane y Rørvang, 2023).

El olor de su ternero puede aumentar la cantidad de leche producida, y este efecto también parece ocurrir con el olor de un ternero ajeno (Mota-Rojas *et al.*, 2024). Esto se debe a un aumento significativo en la concentración de oxitocina, una hormona que favorece la eyección de la leche.

Las vacas reaccionan más intensamente al estrés cuando están en contacto con los olores de otras vacas estresadas (Nawroth y Rørvang, 2022). Esto podría ser una vía potencial para desarrollar enriquecimientos en su ambiente. Los nuevos olores pueden generar interés en las vacas, aunque parece que se desinteresan rápidamente de ellos (Ginane y Rørvang, 2023).

4- Vista

Los bovinos son animales presa. Su vista es amplia, llegando hasta los 320°, aunque tienen una zona en la que no pueden ver justo frente a su cabeza. No ven de manera especialmente nítida, pero son muy sensibles a los contrastes (Ginane y Rørvang, 2023). Las zonas con gran variación de luz son percibidas como áreas de peligro. Son capaces de ver colores en el rango de los 450 nm a los 550 nm (Jacobs *et al.*, 1998) (Figura 5). Tener en cuenta estas características visuales permite establecer medidas de manejo e instalaciones adecuadas. Además, los bovinos son animales muy gregarios, y como se mencionó en la sección sobre enriquecimientos sociales, la presencia y la posibilidad de ver a sus congéneres es fundamental para su bienestar. El aislamiento constituye una fuente importante de estrés para ellos.

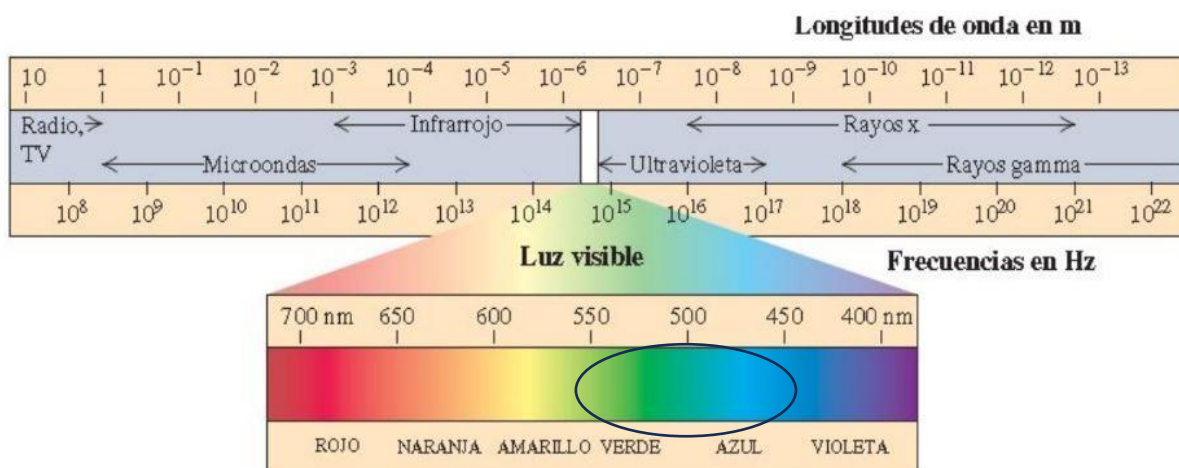


Figura 5: Espectro de la luz visible por el ojo humano y parte visible por el ojo bovino. (adaptado de Wikimedia commons, 2018)

Algunos estudios han probado que, en caso de aislamiento necesario, poner al animal en contacto con imágenes de otras vacas o con un espejo puede ser beneficioso. Los niveles de estrés, medidos mediante la concentración de cortisol en la saliva y las vocalizaciones, muestran que la vaca en presencia de la imagen de otra vaca está menos estresada que la vaca aislada sin imagen (Mota-Rojas *et al.*, 2024). Proporcionar espejos también parece tranquilizar al animal, disminuyendo su frecuencia cardíaca. Este efecto es más notable cuando el espejo está justo frente al animal y no a un lado (Mandel *et al.*, 2016). Sin embargo, los efectos parecen durar poco tiempo y se revierten rápidamente, en un plazo de unas dos horas. En otros estudios (Mandel *et al.*, 2019), no se observa una disminución significativa del estrés en presencia o ausencia de espejo en condiciones de aislamiento.

La presencia visual de un ternero, y en particular del propio ternero, también permite un aumento de oxitocina y, en consecuencia, un aumento en la producción lechera (Mota-Rojas *et al.*, 2024). Se puede suponer que este efecto, relacionado con el olor, la vista o el tacto del ternero, no es muy factible en una explotación lechera, salvo durante las primeras semanas de lactación.

La eliminación de la solicitación visual también contribuye a tranquilizar a los animales (Mandel *et al.*, 2016). No obstante, este tipo de procesos no puede durar mucho tiempo y deben reducirse a momentos muy específicos en los que el aislamiento sea imprescindible.

Gestionar la intensidad y las horas de luz también puede ser una forma de enriquecimiento ambiental beneficioso para la producción lechera. No existen recomendaciones uniformes sobre la luz en Europa: el Reino Unido exige un periodo de noche completa, mientras que en Suecia es obligatorio mantener una luz de baja intensidad incluso durante la noche (Lindkvist *et al.*, 2023). Una luz roja de baja intensidad parece tener menos impacto sobre el ritmo circadiano de las vacas. Al analizar cómo se desplazan las vacas bajo luz roja o blanca a diferentes intensidades, no se observan diferencias importantes. Los animales expuestos a una luz de 481 lux (lo que equivale a una intensidad bastante baja) aumentan su producción lechera, su consumo de materia seca y sus interacciones sociales, en comparación con los animales expuestos a luz natural (Lim *et al.*, 2021). Cuando diferentes grupos de vacas lecheras fueron expuestos a luces de 50, 100 o 200 lux durante 5 horas al día para simular días más largos, la cantidad de leche, así como su contenido en grasa y otros componentes, fue mayor con el tratamiento de 100 lux. En todos los casos, la producción lechera aumentó con el número de horas de luz, pero este efecto no se observó si el animal estaba siempre expuesto a la luz. Parece ser necesario que haya periodos de descanso en la oscuridad. El uso de tratamiento lumínico para simular días largos parece ser beneficioso tanto para la cantidad como para la calidad de la producción lechera. Los análisis de la concentración de cortisol en la leche y en la sangre, que permiten evaluar el nivel de estrés de los animales, fueron más bajos en los animales sometidos al tratamiento lumínico que en los animales del

grupo control. Un mayor número de horas de luz también podría contribuir a disminuir el estrés. Este tipo de enriquecimiento se puede aplicar únicamente en instalaciones cerradas. La ventaja de este enfoque es que, en la mayoría de las explotaciones, los animales pasan el invierno en naves (un periodo de días cortos).

La manipulación de las horas de luz durante el periodo de días cortos parece tener beneficios productivos. Sin embargo, sería necesario estudiar el gasto en electricidad que esto implica en relación con el aumento de la producción.

5- Gusto

Los bovinos tienen una gran cantidad de receptores de sabor, con más de 20 000 en la lengua (en comparación, los humanos tienen solo 7 000) (Ginane y Rørvang, 2023). Este tipo de enriquecimiento está estrechamente ligado al enriquecimiento nutricional y resulta difícil de aislar. Los bovinos son capaces de distinguir los cinco sabores básicos: dulce, salado, amargo, ácido y umami (Ginane *et al.*, 2011). En algunos animales, se observan preferencias por sabores específicos. En los rumiantes, el sabor que parece ser el más apreciado es el umami, mientras que el que menos les gusta es el amargo. Los bovinos tienen una clara preferencia por los sabores dulces. Los sabores tienen un valor de protección frente a tóxicos o como señales frente a necesidades específicas, como proteínas y minerales. Cuando se les da a elegir entre comida enriquecida y comida 'normal', prefieren moderadamente alimentos enriquecidos con glutamato monosódico (sabor umami). También prefieren agua enriquecida con sacarosa o maltosa (sabor dulce) en lugar de agua pura. Por otro lado, rechazan agua enriquecida con ácido clorhídrico (sabor ácido), quinina (sabor amargo) o sal (sabor salado). El uso de enriquecimientos que favorezcan los sabores que prefieren las vacas lecheras puede ser una estrategia para incrementar la ingesta global o para asociar un acto específico a algo positivo. En los animales de compañía, los premios alimenticios tienen un fuerte valor positivo, y se podría suponer que esto también ocurre en el caso de los bovinos. Esto se observa con la preferencia por los concentrados y la motivación que una dosis de concentrado puede generar para fomentar el ordeño voluntario.

La saciedad parece tener una relación estrecha con la percepción de un alimento (Villalba *et al.*, 2010). El consumo repetido y en grandes cantidades de un alimento, con sus características organolépticas propias, provoca una sensación de saciedad para ese alimento. Sin embargo, la presentación de otro tipo de alimento con características diferentes no impide su ingestión, lo que podría incrementar la ingesta total.

E) Enriquecimientos nutricionales

Podemos considerar como enriquecimientos nutricionales cualquier dispositivo o estrategia que permita aumentar la ingestión o diversificar la alimentación de los animales, acercando su alimentación a lo que es natural para la especie. Una dieta equilibrada es esencial para una buena producción lechera. Además, las necesidades energéticas de las vacas lecheras son bastante altas, ya que gran parte de su energía se destina a la producción de leche y al desarrollo del feto durante la gestación. Una buena condición corporal también influye en la capacidad reproductiva de estos animales.

Uno de los principales desafíos en este tipo de animales es que sus necesidades energéticas son muy grandes, pero su capacidad de ingestión disminuye al inicio de la lactación (debido al proceso de gestación en las tres semanas previas al parto) (*Figura 6*). Un aumento brusco en la cantidad de concentrado no es una solución adecuada, ya que estos animales son muy susceptibles a las acidosis ruminales. El plan nutricional debe ser cuidadosamente diseñado, con un equilibrio entre forraje y concentrado, respetando un mínimo de fibra en las raciones para un buen funcionamiento ruminal. El forraje se debe proporcionar ad libitum, mientras que el concentrado debe ofrecerse en cantidades precisas. El uso de una ración mezclada (unifeed), que combine tanto concentrado como fibra, permite enriquecer la ración y ajustarse mejor a las complejas necesidades nutricionales de las vacas en esta etapa. Aunque la inversión inicial puede ser mayor, esta estrategia facilita el manejo y reduce el riesgo de subalimentación.

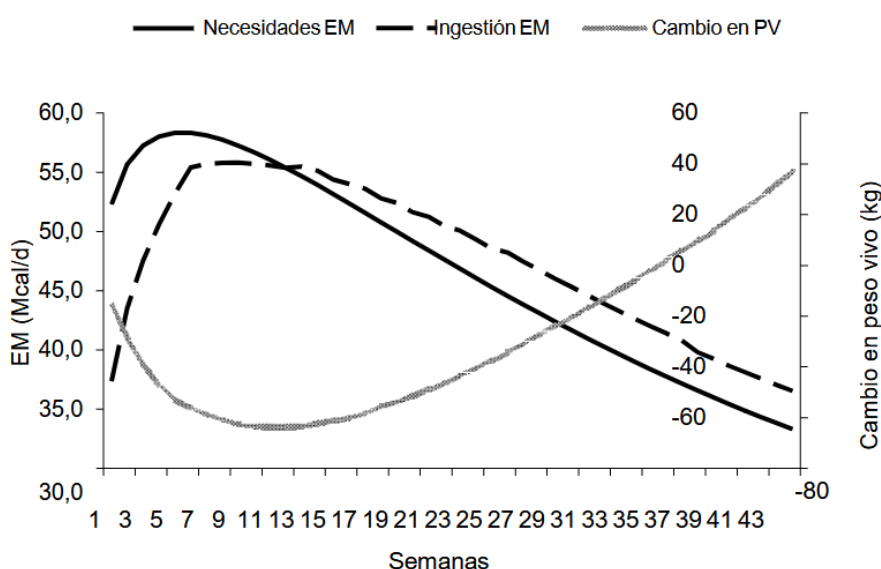


Figura 6: Evolución de la producción de leche, la ingestión y el peso durante la lactación
(con la autorización de Antonio de Vega García)

La nutrición durante el periodo de secado es también crucial, ya que influye en una gestación exitosa y en el buen inicio de la lactación. En esta etapa, es fundamental que el animal mantenga una condición corporal adecuada, siendo el principal riesgo el exceso de grasa. Las vacas obesas son más propensas a problemas como distocias, desplazamiento de abomaso y cetosis. Hasta tres semanas antes del parto, una dieta compuesta por forraje de buena calidad suele ser suficiente para cubrir las necesidades nutricionales. Luego, se incrementa progresivamente la cantidad de concentrado. Es imprescindible un aporte adecuado de vitamina D para favorecer la absorción intestinal de calcio y potasio, y para garantizar la correcta movilización del calcio necesario para la producción de leche.

El consumo de diversas plantas presenta ventajas antiparasitarias (Villalba *et al.*, 2010). Algunos estudios sugieren que el ganado es capaz de automedicarse gracias a la elección de plantas durante el pastoreo. Ofrecer diferentes tipos de alimentos también permite desarrollar el comportamiento exploratorio de los animales, lo cual se considera un enriquecimiento para aquellos alojados en estabulación (Meagher *et al.*, 2017). Sin embargo, parece que, cuando se les ofrece un recipiente con forraje variado, las vacas no dedican más tiempo a comer que el habitual. No se observa una preferencia marcada por este tipo de forraje. Aunque en términos generales no hay una diferencia significativa, al analizar los resultados a nivel individual, algunos animales pasan entre el 0% y el 46% de su tiempo comiendo del recipiente con forraje variado. Las vacas prefieren el forraje habitual. Este comportamiento podría explicarse por la fuerte neofobia que presentan los rumiantes, que tienden a rechazar lo nuevo, especialmente cuando se trata de alimentos. Aunque la neofobia disminuye con el tiempo y la habituación, no se puede excluir que esta tendencia haya influido en los resultados del experimento. Es importante señalar que algunos animales muestran una gran curiosidad, pasando casi tanto tiempo comiendo la novedad como comiendo lo habitual. Por lo tanto, proponer alimentos nuevos de manera puntual puede ser una forma interesante de enriquecer el entorno y promover la exploración en animales sensibles. Este tipo de enriquecimiento controlado también puede ser útil para favorecer comportamientos deseables, como la entrada al robot de ordeño, sin generar conflictos de competencia o dominancia entre los animales.

Algunos autores sugieren que permitir a las vacas elegir su dieta podría ayudarles a seleccionar una opción más adaptada a sus necesidades. Sin embargo, se requieren estudios más completos para confirmar esta hipótesis.

La elección del alimento parece seguir un patrón relacionado con el comportamiento de presa de los bovinos (Villalba *et al.*, 2010). Generalmente, las vacas prefieren comer durante el día y optan por forrajes por la tarde, para poder pasar la noche rumiando sin necesidad de consumir más alimento. Las vacas lecheras que sufren una ligera acidosis ruminal parecen consumir más forraje y elegir materiales

más largos, ya que esto estimula la producción de saliva, la cual actúa como un tampón y ayuda a aliviar la acidosis (Ginane y Rørvang, 2023). Aumentar la frecuencia de las comidas diarias puede facilitar un consumo más homogéneo de los alimentos a lo largo del día, reduciendo las variaciones en el pH ruminal y evitando la selección y el desperdicio de alimentos. Es fundamental disponer de suficiente espacio para proporcionar la comida y permitir que todos los animales tengan acceso sin favorecer la competencia ni generar estrés.

En situaciones de estrés por calor, el consumo de alimento tiende a disminuir, lo que puede provocar un desequilibrio, con un mayor consumo de concentrado en comparación con el forraje (Collier *et al.*, 2006). Este desequilibrio aumenta el riesgo de acidosis. Para mitigar este riesgo, se podría considerar añadir cultivos fúngicos a la ración, ya que estos pueden servir como protectores ruminales.

Los enriquecimientos en el manejo de las vacas son diversos y abarcan distintas facetas de su vida. La mayoría de los estudios demuestra un efecto positivo sobre el estrés de los animales, lo que favorece su salud y tiene un impacto directo en su capacidad para producir leche y en la calidad higiénica de la misma. Algunos enfoques también muestran una mejora en la cantidad y calidad de la producción. Sin embargo, existen resultados experimentales contradictorios, y la mayoría de los estudios se han realizado con muestras pequeñas de animales en condiciones muy específicas. Considero fundamental conocer la opinión de los ganaderos que ya implementan enriquecimientos ambientales, así como entender las barreras que enfrentan para adoptarlos.

III. Opinión de ganaderos franceses sobre los enriquecimientos ambientales

Gracias a las redes sociales, he podido consultar con seis ganaderos de varias zonas de Francia (*Figura 7*) sobre su uso de los enriquecimientos ambientales.

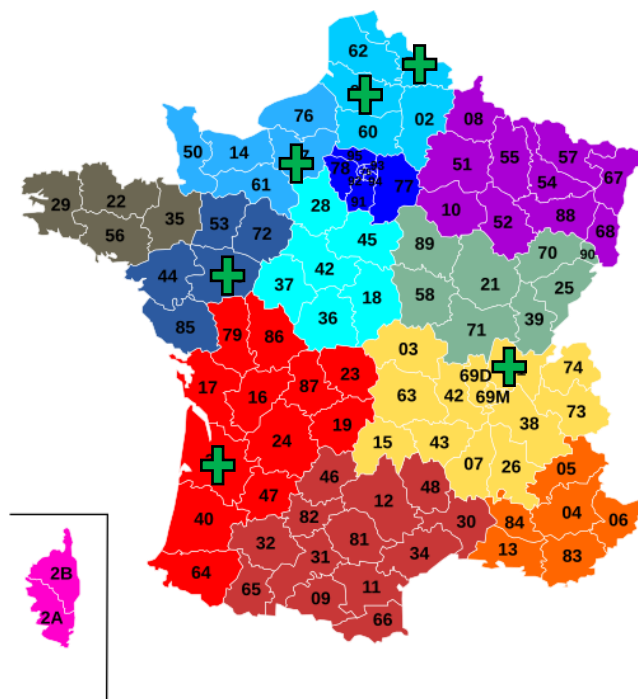


Figura 7: Situación geográfica de las explotaciones prospectadas.

(adaptado de Wikimedia commons, 2019)

Todas estas explotaciones son productoras de leche con vacas de raza Holstein, aunque una también tiene Brunas y otra Montbeliardas. Crían toda su propia reposición y tienen entre 100 y 400 animales (*Figura 8*). Cuatro de los seis encuestados son mujeres y dos son hombres. Las edades de estos agricultores van de 25 a 67 años, con dos personas en el rango de 20-29 años, tres en el de 30-39 y una sola por encima de ese rango. Todos los animales viven en alternancia entre el edificio y el pasto, según la época del año. La producción varía de 13 100 L/vaca/lactación a 8 500 L/vaca/lactación (*Figura 9*). La mayoría tiene tres grupos de alimentación: vacas en lactación, vacas secas y terneras. A la mayoría les parece adecuado el precio actual de la leche, pero admiten que debería pagarse más en caso de mejora para el bienestar animal certificado. Todos los ganaderos se consideran muy sensibles o sensibles al bienestar animal. La prevalencia de acidosis es muy baja en todas estas granjas, la prevalencia de cetosis es media o alta en dos de las seis granjas (en las demás es baja), y la prevalencia de mamitis es media en la mitad de las granjas y baja en la otra mitad. El principal desafío que afrontan los ganaderos es el espacio limitado, la limpieza del establo y el suelo resbaladizo.

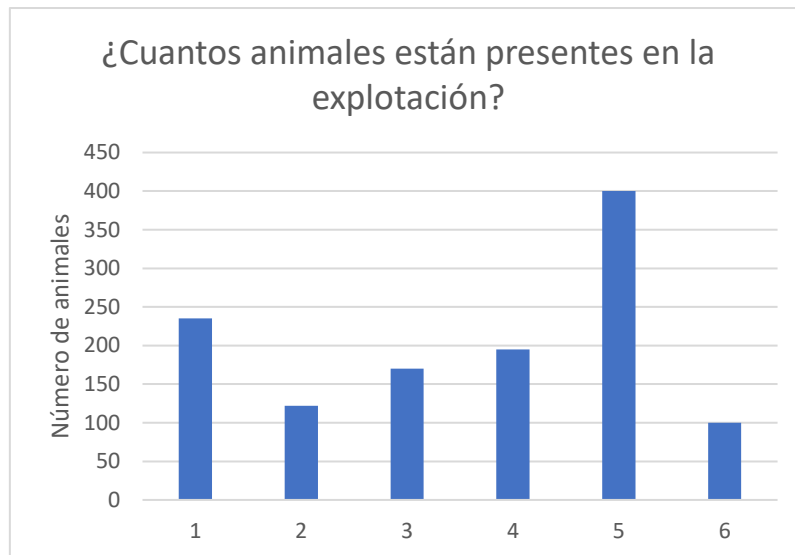


Figura 8: Gráfica del número de animales presentes en cada granja

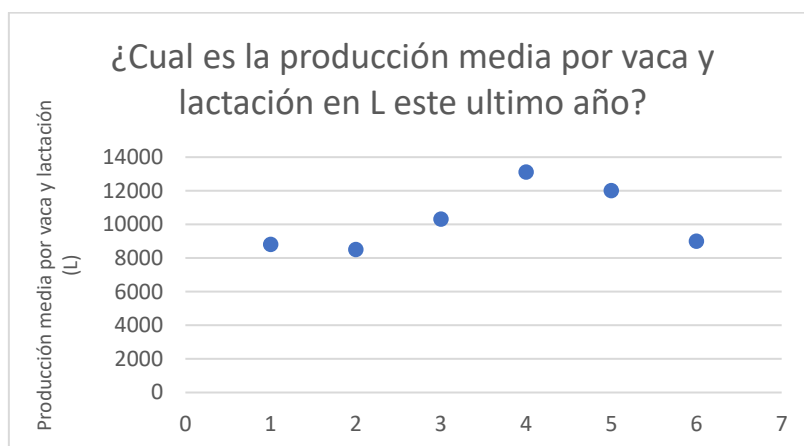


Figura 9: Gráfica de la cantidad de leche media producida por vaca y lactación durante el último año en litros en cada granja

La mitad de los preguntados sabía, antes de nuestros intercambios, qué son los enriquecimientos ambientales y todos tienen al menos uno en su explotación. Cinco de seis tienen un cepillo, y la que no tiene está considerando comprar uno en los próximos años. Dos de seis también usan música. La motivación principal para invertir en enriquecimientos ambientales era el bienestar animal, seguida de la reducción de las estereotipias y la mejora de la producción (*Figura 10*). Dos personas de las seis entrevistadas no han observado ningún cambio productivo con los enriquecimientos ambientales; al contrario, tres han observado un aumento en la cantidad de leche producida, dos en las capacidades reproductivas y una en la calidad de la leche producida (*Figura 11*). Cabe destacar que en una única granja se han observado los tres tipos de mejora a la vez y tiene como enriquecimientos cepillos, música

y aceites esenciales. Además, dos de las seis granjas han notado una disminución de las enfermedades (*Figura 12*). La mayoría se considera bastante o muy satisfecha con su inversión (*Figura 13*). El problema más citado como freno a la incorporación de nuevos enriquecimientos ambientales es el coste.

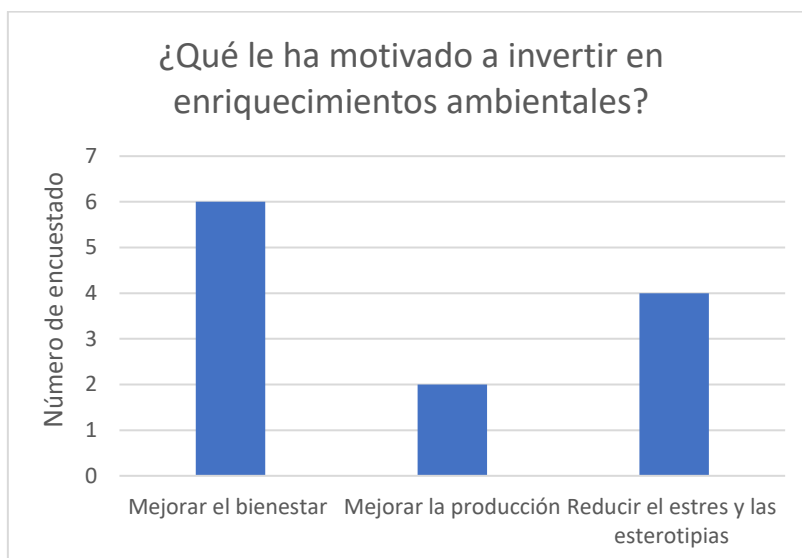


Figura 10: Gráfica de las motivaciones en la inversión de enriquecimientos ambientales

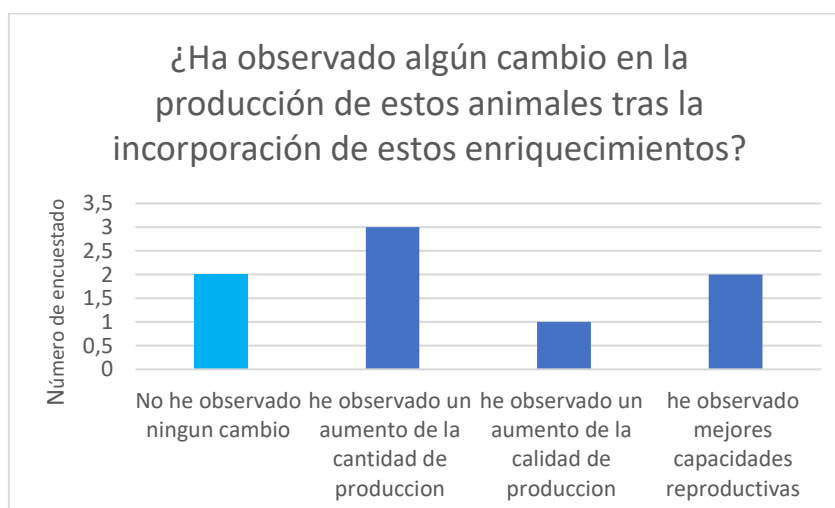


Figura 11: Gráfica de los resultados al nivel productivo observados tras el uso de enriquecimientos ambientales

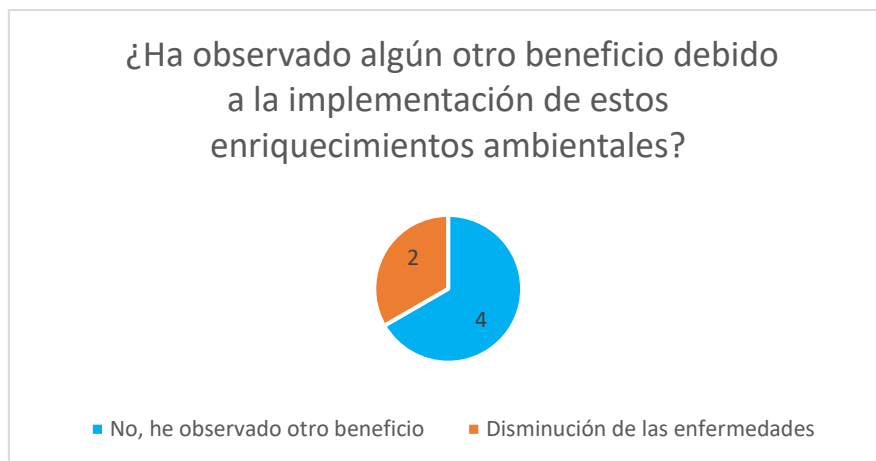


Figura 12: Beneficios en otros sectores que el productivo observados tras el uso de enriquecimientos ambientales

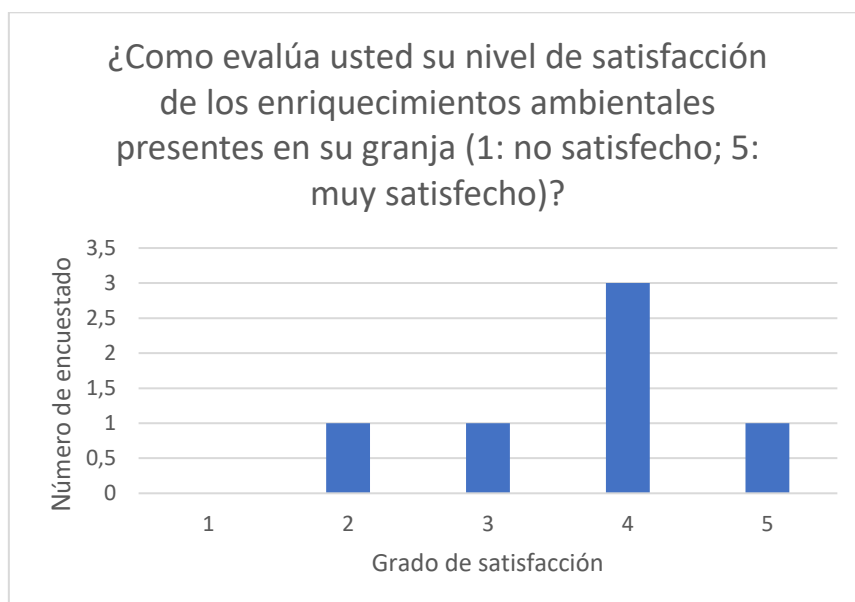


Figura 13: Gráfica de la evaluación del grado de satisfacción de los enriquecimientos ambientales

El precio de los enriquecimientos ambientales suele percibirse como un obstáculo para que los ganaderos inviertan en estos dispositivos. Sin embargo, es importante destacar que existen opciones muy diversas que no implican necesariamente un coste elevado. Parece que muchos ganaderos aún desconocen las posibilidades que ofrecen estos enriquecimientos para el bienestar animal. Una adecuada difusión de información, respaldada por pruebas científicas sobre la utilidad de estos dispositivos, puede contribuir a mejorar tanto las condiciones de vida como la productividad de los bovinos lecheros.

Tomando como ejemplo el cepillo, que ya está presente en las explotaciones interrogadas, su precio puede oscilar entre unos 100 euros y más de 2 000 euros, dependiendo del tamaño y de si es automático o no (Agrileader, 2025). En muchos casos, los cepillos automáticos permiten reemplazar solo ciertas piezas sin necesidad de comprar el dispositivo completo, lo que alarga significativamente su vida útil (hasta más de 10 años). Por otro lado, ofrecer música puede implicar únicamente la compra de una radio con algunos CD de música clásica, o incluso el uso de un teléfono móvil con altavoz. Estos equipamientos no representan una inversión elevada. Asimismo, una buena gestión de la luz puede incluso reducir los costes.

En conclusión, los enriquecimientos ambientales no siempre suponen una gran inversión y, según observaciones de los propios ganaderos, parecen demostrar su eficacia de manera tangible.

Conclusiones

Los enriquecimientos ambientales comprenden una amplia variedad de elementos. Pueden incluir desde normas de manejo respetuoso hasta inversiones más costosas, como cepillos o dispositivos especializados. Aunque el coste puede ser un obstáculo, la diversidad de opciones permite que todos los ganaderos puedan proporcionar enriquecimientos adecuados a sus animales. La mayoría de los ganaderos consultados (4 de 6) han observado beneficios al implementar enriquecimientos ambientales. Sin embargo, casi la mitad desconocía la definición de enriquecimiento ambiental, lo que indica una deficiencia en la transmisión de información. El papel del veterinario es fundamental en este contexto. Debe sensibilizar y asesorar a los ganaderos en la elección de los enriquecimientos más adecuados para su rebaño, teniendo en cuenta tanto su situación económica como material. Un enriquecimiento mal seleccionado puede tener repercusiones negativas, como un aumento del estrés en los animales. Por el contrario, los enriquecimientos bien diseñados tienen en común la capacidad de reducir el estrés, lo que influye directamente en la mejora del estatus inmunológico y en las capacidades productivas. Cabe destacar también que es un campo de investigación amplio y relativamente nuevo. Aún queda mucho por investigar y descubrir para optimizar su implementación en la ganadería. El desarrollo de sellos de certificación permite reconocer los esfuerzos de los ganaderos por proporcionar las mejores condiciones de vida posibles a sus animales. No obstante, estos sellos aún son poco frecuentes y conocidos por la población general. Una mejor comunicación sobre este tema podría resultar en una mejor remuneración para los ganaderos y en una mayor inversión en el bienestar de sus animales.

Conclusions

Environmental enrichments include a large variety of elements, ranging from humane handling practices to more costly investments like brushes or specialized devices. Cost considerations may present a barrier, yet the availability of diverse options ensures that all farmers can provide adequate enrichments for their animals. Most of the farmers interrogated (4 out of 6) reported benefits from implementing environmental enrichments. However, nearly half of them were unfamiliar with the concept of environmental enrichment, indicating a gap in information dissemination. The role of the veterinarians is crucial in this context. They must raise awareness and advise farmers in selecting the most suitable enrichments for their animals, considering their economic and material situation. Poor enrichment choices can have negative repercussions, such as increased animal stress levels. In contrast, well-designed enrichment can reduce stress, which directly influences the immune status and productive capacity. This field of research is relatively new and wide, warranting further investigation into optimizing its integration within livestock farming practices. The development of certification labels helps acknowledge farmers' efforts to provide the best possible living conditions for their animals. However, these labels remain rare and largely unfamiliar to the general public. Enhanced communication on this subject could translate into improved remuneration for farmers and increased investments in animal welfare.

Valoración personal

Este trabajo me ha permitido descubrir nuevos tipos de enriquecimientos ambientales y adquirir conocimientos científicos para promover su uso. No pensaba que tantos estudios se centraran en desarrollar nuevos equipos para favorecer el bienestar del vacuno lechero y, sobre todo, que la estimulación sensorial podría tener tantas repercusiones positivas en términos de producción. Me siento más preparada para aconsejar a los ganaderos que me puedan consultar sobre este tipo de inversión y conozco mejor sus dificultades y su perspectiva en cuanto al bienestar animal. Este trabajo me ha exigido buscar y leer contenido en diferentes idiomas de la Unión Europea, además de aprender a ordenar y seleccionar la información adecuada. La ganadería en Europa es diversa y diferente a la de otros países. También he podido descubrir diversos campos de la economía, las ciencias sociales, además de las áreas más cercanas a la veterinaria. La última parte me ha permitido acercarme a los ganaderos "reales" y entender la aplicación concreta de estos dispositivos. Pienso en dedicarme a ser un veterinario mixto de rumiantes y pequeños animales. Este trabajo me ha permitido adquirir conocimientos que pienso usar en mi futuro con mis clientes ganaderos.

Quiero agradecer a los seis ganaderos y ganaderas que aceptaron colaborar en este trabajo, a mi amiga Marine por su ayuda con las correcciones del inglés y su experiencia en el manejo de fuentes académicas, y, en un sentido más amplio, a todos mis amigos y a mi familia por su apoyo tanto en este trabajo como a lo largo de estos años de estudio. También agradezco especialmente a mi tutor, Gustavo María Levrino, por su ayuda y sus respuestas rápidas y sensatas.

Bibliografía

Agrileader. (2025). *Brosse à vache*. Recuperado el 10 de abril de 2025, en: <https://www.agrileader.fr/124-brosse-a-vache?srsId=AfmBOoruA64k6S2EIUWS4mjQTyXpnmi6mMTTBinP-mf1epkqxJhoEPGg>

Alworth, L. C., & Buerkle, S. C. (2013). The effects of music on animal physiology, behavior, and welfare. *Lab Animal*, 42(2), 54–61. <https://doi.org/10.1038/labani.162>

Apaq-W. (2023). *Baromètre de la consommation du lait et des produits laitiers Observatoire de la consommation*. <https://www.apaqw.be/sites/default/files/uploads/Observatoire/2023/obs-edm-laitproduitslaitiers1123.pdf>

Bech-Larsen, T., Grunert, K. G., & Tsalis, G. (2024). Effects of the qualification of animal welfare claims in market communication on consumer purchase intentions with and without time constraints: A dual processing perspective. *Food Policy*, 126 <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102670>

Botreau, R., Lesimple, C., Brunet, V., & Veissier, I. (2023). *Review – Environmental enrichment in ruminants and equines - Introduction*. EURCAW Ruminants & Equines. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7685132>

C.E. (2005). *Special eurobarometer 229 : Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals* <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/450>

C.E. (2015). *Foire aux questions : Fin des quotas laitiers*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/memo_15_4697

C.E. (2021). *Study on economic value of EU quality schemes, geographical indications (GIs) and traditional specialties guaranteed (TSGs): final report*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2762/396490>.

C.E. (2024a). *Leche y productos lácteos*. Recuperado el 15 de noviembre de 2024 en: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/milk-and-dairy-products_es

- C.E. (2024b). Raw Milk Price. Agridata. <https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DashboardRawMilk/RawMilkPrices.html#>
- Ciborowska, P., Michalczyk, M., & Bień, D. (2021). The effect of music on livestock: Cattle, poultry, and pigs. *Animals*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/ani11123572>
- Collier, R. J., Dahl, G. E., & VanBaale, M. J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1244–1253. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)
- Contreras-Torres, E. G., Hernández-Chavez, J. F., Díaz-Quiroz, C. A., Molina-Barrios, R., Millán, P. A., & Ulloa-Mercado, R. G. (2024). Music enrichment improves the behavior and leukocyte profile of dairy cattle. *Open Agriculture*, 9(1). <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0289>
- de Oliveira, D., & Boivin, X. (2024). Review - relational enrichment in ruminants and equines. *EURCAW Ruminants & Equines*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7687802>
- DeVries, T. J., Vankova, M., Veira, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2007). Short communication: Usage of mechanical brushes by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2241. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-648>
- Endres, M. I. (2017). The relationship of cow comfort and flooring to lameness disorders in dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33(2), 227. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.007>
- Eurostat. (2024). Estadísticas sobre la leche y los productos lácteos. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics&action=statexp-seat&lang=es
- Ginane, C., Baumont, R., & Favreau-Peigné, A. (2011). Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. *Physiology & Behavior*, 104(5), 666. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.07.011>
- Ginane, C., & Rørvang, M. V. (2023). Sensory and feeding enrichment in ruminants and equines. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7687769>
- Gracia, A., Loureiro, M. L., & Nayga Jr., R. M. (2011). Valuing an EU animal welfare label using experimental auctions. *Agricultural Economics*, 42(6), 669-677. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2011.00543.x>

- Gracia, A., & Zeballos, G. (2011). Preocupación por el bienestar animal y actitudes hacia los productos ganaderos más respetuosos con el bienestar animal: caracterización y segmentación. *ITEA: Información Técnica Económica Agraria*, 107(1), 33-47. <http://hdl.handle.net/10532/1795>
- Grethe, H. (2017). The economics of farm animal welfare. *Annual Review of Resource Economics*, 9(1), 75–94. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053419>
- Guesdon, J.-C. (2021). *Une croissance fulgurante ... à partir d'une « invention » récente !* Agri Mutuel. <https://www.agri-mutuel.com/elevage/le-rendement-par-vache-laitiere/>
- Hugonnet, M. (2023). *Production laitière de l'Union européenne depuis la suppression des quotas*. Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. Blog de veille. <https://www.veillecep.fr/2023/12/production-laitiere-de-lunion-europeenne-depuis-la-suppression-des-quotas/>
- IDELE. (2023). *Coûts de production en élevage bovin lait de plaine – Résultats 2022 et estimation 2023*. INOSYS Réseaux d'élevage. https://idele.fr/inosys-reseaux-elevage/?eID=cmis_download&olD=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F038cd2b7-6ea6-4494-a557-180a8177bf9e&cHash=486613031a5f02820263d9ecd2f858a3
- INRAE. (2022). *L'élevage laitier aujourd'hui dans le monde*. <https://www.inrae.fr/dossiers/vaches-laitieres-lavenir-est-il-pre/lelevage-laitier-aujourdhui-monde>
- 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. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4048>
- Jacobs, G. H., Deegan, J. F., & Neitz, J. (1998). Photopigment basis for dichromatic color vision in cows, goats, and sheep. *Visual Neuroscience*, 15(3), 581–584. <https://doi.org/10.1017/S0952523898153154>
- Keeling, L. J., De Oliveira, D., & Rustas, B. (2016). Precision dairy farming 2016. *Paper presented at the International Dairy Farming Conference*. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-829-2>
- Lim, D.-H., Kim, T.-I., Park, S.-M., Ki, K.-S., & Kim, Y. (2021). Effects of photoperiod and light intensity on milk production and milk composition of dairy cows in automatic milking system. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(3), 626. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e59>
- Lindkvist, S., Ferneborg, S., Ståhlberg, K., Bånkestad, D., Ekestén, B., Agenäs, S., & Ternman, E. (2023). Effect of light intensity, spectrum, and uniformity on the ability of dairy cows to navigate through an obstacle course. *Journal of Dairy Science*, 106(11), 7698. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23469>

- Lürzel, S., Windschnurer, I., Futschik, A., & Waiblinger, S. (2016). Gentle interactions decrease the fear of humans in dairy heifers independently of early experience of stroking. *Applied Animal Behaviour Science*, 178, 16. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.02.012>
- Lusk, J. L., & Norwood, F. B. (2011). Animal welfare economics. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 33(4), 463. <https://doi.org/10.1093/aep/ppr036>
- Mandel, R., Whay, H. R., Nicol, C. J., & Klement, E. (2013). The effect of food location, heat load, and intrusive medical procedures on brushing activity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6506–6513. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6941>
- Mandel, R., Whay, H. R., Klement, E., & Nicol, C. J. (2016). Invited review: environmental enrichment of dairy cows and calves in indoor housing. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1695. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9875>
- Mandel, R., Nicol, C. J., Whay, H. R., & Klement, E. (2017). Short communication: detection and monitoring of metritis in dairy cows using an automated grooming device. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5724. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12201>
- Mandel, R., Harazy, H., Gyax, L., Nicol, C. J., Ben-David, A., Whay, H. R., & Klement, E. (2018). Short communication: detection of lameness in dairy cows using a grooming device. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1511. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13207>
- Mandel, R., Wenker, M. L., Van Reenen, K., Keil, N. M., & Hillmann, E. (2019). Can access to an automated grooming brush and/or a mirror reduce stress of dairy cows kept in social isolation? *Applied Animal Behaviour Science*, 211, 1. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.12.007>
- MAPA. (2019). *Resultados técnico-económicos Ganado Vacuno de Leche Andalucía, Asturias, Cantabria, Castilla y León, Cataluña, Galicia, Navarra y País Vasco en 2017*. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/ganado_vacuno_leche_2017_tcm30-509747.pdf
- MAPA. (2024a). *Consumo de leche y productos lácteos 2023*. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/consumolecheyproductoslacteos2023_final_tcm30-664770.pdf
- MAPA. (2024b). *Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas*. Recuperado el 3 de diciembre de 2024 en: <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp/Default.aspx>

Maroulis, N. (2014). *Decibel* [Imagen]. Flickr.
<https://www.flickr.com/photos/maroulisnick/14905796177>

Meagher, R. K., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2017). Some like it varied: individual differences in preference for feed variety in dairy heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, 195, 8.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.06.006>

Meagher, R. K. (2019). Is boredom an animal welfare concern? *Animal Welfare*, 28(1), 21-32.
<https://doi.org/10.7120/09627286.28.1.021>

Miele, M. (2010). *Report concerning consumer perceptions and attitudes towards farm animal welfare*. European Animal Welfare Platform: Brussels, Belgium, 1-16

Mota-Rojas, D., Whittaker, A. L., Domínguez-Oliva, A., Strappini, A. C., Álvarez-Macías, A., Mora-Medina, P., Ghezzi, M., Lendez, P., Lezama-Garcia, K., & Grandin, T. (2024). Tactile, auditory, and visual stimulation as sensory enrichment for dairy cattle. *MDPI AG*. <https://doi.org/10.3390/ani14091265>

Nawroth, C., & Rørvang, M. V. (2022). Opportunities (and challenges) in dairy cattle cognition research: A key area needed to design future high welfare housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105727>

Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Schmidt, C. G., Herskin, M., Michel, V., Miranda Chueca, M. A., Padalino, B., Roberts, H. C., Spooler, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., De Boyer des Roches, A., ... Winckler, C. (2023). Scientific opinion on the welfare of dairy cows. *EFSA Journal*, 21(5) <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7993>

OMSA. (2025). *Bienestar Animal*. Organización Mundial de Sanidad Animal. Recuperado el 10 de enero de 2025 en: <https://www.woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>

Pajor, E. A., Rushen, J., & de Passillé, A. M. B. (2000). Aversion learning techniques to evaluate dairy cattle handling practices. *Applied Animal Behaviour Science*, 69(2), 89–102.
[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00119-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00119-2)

Popescu, S., Borda, C., Diugan, E. A., Spinu, M., Groza, I. S., & Şandru, C. D. (2013). Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55, Article 43. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-43>

Reyes, F. S., Gimenez, A. R., Anderson, K. M., Miller-Cushon, E. K., Dorea, J. R., & Van Os, J. M. C. (2022). Impact of stationary brush quantity on brush use in group-housed dairy heifers. *Animals*, 12(8).
<https://doi.org/10.3390/ani12080972>

Russell, A. L., Randall, L. V., Kaler, J., Eyre, N., Thompson, J., & Green, M. J. (2024). Housed dairy cows utilise varied environmental enrichments and show diverse inter-individual variation in habituation. *Applied Animal Behaviour Science*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106241>

Sandøe, P., Hansen, H. O., Bokkers, E. A. M., Enemark, P. S., Forkman, B., Haskell, M. J., Lundmark Hedman, F., Houe, H., Mandel, R., Nielsen, S.S., de Olde, E.M., Palmer, C., Vogeler, C.S., & Christensen, T. (2023). Dairy cattle welfare – the relative effect of legislation, industry standards, and labelled niche production in five European countries. *Animal*, 17(12). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.101009>

Schukken, Y. H., & Young, D. G. (2009). Field study on milk production and mastitis effect of the DeLaval swinging cow brush. *DeLaval Swinging Cow Brush Study*. <https://www.delaval.com/globalassets/netherlands/ontdek-delaval/acties/field-study-on-milk-production-and-mastitis-effect.pdf>

Schlimme, E., & Buchheim, W. (2002). *La leche y sus componentes: Propiedades químicas y físicas* (P. López Buesa, Trad.). Editorial Acribia.

Tambako. (2013). *Two friendly cows* [Fotografía]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/tambako/8516101128>

Uetake, K., Hurnik, J. F., & Johnson, L. (1997). Effect of music on voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, 53(3), 175–182. [https://doi.org/10.1016/s0168-1591\(96\)01159-8](https://doi.org/10.1016/s0168-1591(96)01159-8)

Veissier, I., Lesimple, C., Brunet, V., Aubé, L., & Botreau, R. (2024). Review: Rethinking environmental enrichment as providing opportunities to acquire information. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 18(9), 101251. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101251>

Villalba, J. J., Provenza, F. D., & Manteca, X. (2010). Links between ruminants' food preference and their welfare. *Animal*, 4(7), 1240. <https://doi.org/10.1017/s1751731110000467>

Welfare Quality. (2023). *Welfare quality® assessment protocol for dairy cow*. Version 3.0. Welfare Quality Network. <https://www.welfarequalitynetwork.net/media/1319/dairy-cattle-protocol.pdf>

Welfare Quality® and AWIN®. (2025). *Animal welfare Welfare® certificate*. Recuperado el 12 de febrero de 2025 en: <https://www.animalwelfare.com/en/bienestar-animal/welfare-quality/>

Wikimedia commons. (2018). *Ecuaciones de Maxwell 2* [Imagen]. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ecuaciones_de_Maxwell_2.jpg

Wikimedia commons. (2019). *Régions et départements de France avec numéros (2016)* [Imagen].
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:R%C3%A9gions_et_d%C3%A9partements_de_France_avec_num%C3%A9ros_%282016%29.svg