

## Conferencia magistral

### Animal welfare: concepts, study methods and indicators

*Bienestar animal: conceptos, métodos de estudio e indicadores*

*Bem-estar animal: conceitos, métodos de estudos e indicadores*

Donald M Broom

Centre for Animal Welfare and Anthrozoology, Department of Veterinary Medicine, University of Cambridge, Madingley Road, Cambridge CB3 0ES, United Kingdom, dmb16@cam.ac.uk

#### Summary

*There is now increasing public concern about the welfare of animals in most countries of the world. Applied ethological studies of motivation, cognition and the complexity of social behaviour in animals has resulted in the rapid development of animal welfare science. A definition of animal welfare is: the state of the individual as regards its attempts to cope with its environment. Welfare concerns all of the mechanisms for coping: involving physiology, behaviour, feelings and pathological responses. Welfare is a wider term than health but health is an important part of welfare. In order to enforce laws and standards, animal welfare outcome indicators are useful. Many measures of welfare are now used and indicate how good or how poor the welfare is. The concept of animal welfare and the methods of assessment are now taught in hundreds of universities around the world. In recent years, animal welfare has become established as one of the criteria used to decide on whether a system is sustainable and whether product quality is good. Legislation on how animals should be kept is now referring to welfare outcome indicators and analysis of the scientific literature about animal welfare includes risk assessment and benefit assessment.*

**Key words:** *ethics, law, product quality, risk-benefit, sustainability.*

#### Resumen

*Actualmente existe una creciente preocupación pública por el bienestar de los animales en la mayoría de los países del mundo. Los estudios etológicos aplicados de motivación, cognición y de complejidad del comportamiento social en los animales, han generado un veloz desarrollo de la ciencia del bienestar animal. Una definición de bienestar animal es: el estado del individuo respecto a sus intentos de enfrentar el ambiente en que se encuentra. El bienestar está relacionado con todos los mecanismos para enfrentarlo: involucrando la fisiología, el comportamiento, las sentimientos y las respuestas patológicas. Bienestar es un término más amplio que salud, pero la salud es una parte importante del bienestar. Con el objetivo de respetar las leyes y normas, el bienestar animal cuenta con algunos indicadores que son de gran utilidad. Gran cantidad de las mediciones del bienestar se utilizan para indicar que tan bueno o que tan pobre es el bienestar. El concepto de bienestar animal y sus métodos de evaluación se enseñan ahora en cientos de universidades de todo el mundo. En los últimos años, el bienestar animal se ha establecido como uno de los criterios utilizados para decidir si un sistema es sostenible y si la calidad del producto es buena. La legislación sobre cómo los animales deben mantenerse ahora se refiere a los indicadores de resultados de bienestar y al análisis de la literatura científica sobre el bienestar animal incluyendo la evaluación de beneficio-riesgo.*

**Palabras clave:** *calidad del producto, ética, legislación, riesgo-beneficio, sostenibilidad.*

### Resumo

*Atualmente há uma crescente preocupação pública sobre bem-estar animal na maioria dos países. Aplicados estudos etológicos de cognição, motivação e complexidade do comportamento social nos animais, levaram a um rápido desenvolvimento da ciência do bem-estar animal. A definição de bem-estar animal é o estado do indivíduo em suas tentativas de lidar com o ambiente em que ele está localizado. O bem-estar está relacionada com todos os mecanismos para lidar: envolver a fisiologia, comportamento, sentimentos e resposta patológica. Bem-estar é um termo mais amplo de saúde, mas a saúde é uma parte importante do ser. A fim de respeitar as leis e regulamentos, bem-estar animal tem alguns indicadores que são úteis. Um grande número de medidas a ser utilizado para indicar o quão bom ou quão pobre é o bem-estar. O conceito de bem-estar animal e os seus métodos de avaliação são agora ensinadas em centenas de universidades ao redor do mundo. Nos últimos anos, bem-estar animal foi estabelecida como um dos critérios utilizados para decidir se um sistema é sustentável e se a qualidade do produto é bom. A legislação sobre como os animais devem ser mantidos agora se refere a indicadores de resultados bem-estar e análise da literatura científica sobre bem-estar animal, incluindo a avaliação benefício-risco.*

**Palavras chave:** *a ética, a lei, o risco-benefício, qualidade do produto, sustentabilidade.*

### Historia y ética del concepto de bienestar animal

Los animales siempre han tenido bienestar, sin embargo, lo que los humanos saben del tema se ha modificado con el tiempo. Algunos animales (especialmente los que viven por largos periodos en grupos sociales) cuentan con estrategias importantes y eficaces, que sirven para ayudar a los demás y evitar el dañar a otros. Como resultado, los sistemas morales han evolucionado tanto en humanos como en otros animales sociales. Esto es explicado con más detalle por de Waal (1996), Ridley (1996) y Broom (2003).

Las personas consideran que tienen obligaciones respecto a otros individuos, de hecho los humanos y otros animales sociales han desarrollado características que nos hacen responsables a los demás en nuestras sociedades, de forma que se promueven las preferencias de obediencia y conducta. Este punto de vista deontológico basado en los deberes, se ha planteado en todas las sociedades humanas y los mecanismos involucrados tienen paralelos en otras sociedades animales. Algunas características que se han desarrollado, incluyen una mayor habilidad para evaluar las consecuencias de las acciones y para evaluar costos y beneficios. La posición filosófica que subyace a ésta, es utilitaria. Como resultado de una combinación de funciones basadas en la filosofía consecuencialista, existe la preocupación acerca del bienestar animal en todas las sociedades humanas.

### Ethics and the history of the animal welfare concept

Animals have always had welfare, however, what humans know of it has become modified over time. Important and effective strategies, especially for animals that live in long-lasting social groups, are to help others and not to harm others. As a result, moral systems have evolved in humans and other social animals. This is explained in more detail by de Waal (1996), Ridley (1996) and Broom (2003).

People consider that they have duties to other individuals, indeed humans and other social animals have evolved characteristics that make us responsive to others in our societies in a way that promotes dutiful preferences and actions. Such a duties-based deontological view has arisen in every human society and the mechanisms involved have parallels in other animal societies. Other characteristics that have evolved include increased abilities to assess consequences of actions and to evaluate costs and benefits. The philosophical position underlying this is utilitarian. As a result of a combination of duties-based and consequentialist philosophy, there is concern about animal welfare in every human society.

In some countries, discussion about the use of animals has concerned especially whether or not they should be killed. Philosophers and the public have focused on the ethics of killing animals for human food, human clothing, scientific research,

En algunos países, el debate sobre el uso de animales, se ha preocupado especialmente sobre si deben o no ser sacrificados. Los filósofos y el público se han centrado en la ética del sacrificio de animales para consumo humano, ropa para los humanos, investigación científica, o mascotas no deseadas (Regan, 1990; Fraser, 2008); aunque el sacrificio es un problema ético importante, no es asunto del bienestar animal. Los problemas morales del bienestar animal se relacionan con lo que ocurre antes de la muerte, incluyendo el trato que se les da a los individuos durante la última parte de su vida, seguido por el período previo al sacrificio, y finalmente el método de sacrificio. En Europa, la mayoría de los cursos universitarios de medicina veterinaria y zootecnia sobre cómo deben tratarse y manejarse los animales, tienen que ver con el bienestar animal.

Harrison (1964) señaló que aquellos que estaban relacionados con la industria de producción animal en ese momento, con frecuencia trataban a los animales como máquinas inanimadas en lugar de individuos vivos. W. H. Thorpe (1965), miembro del gobierno británico “Comité Brambell” (creado en respuesta al libro de Harrison), fue quien enfatizó que en la ruta de mejorar el bienestar animal, es importante comprender la biología de los animales y que estos tienen necesidades, y entre estas la de expresar algunos comportamientos particulares. Este punto de vista quedó plasmado en el reporte Brambell como “las cinco libertades”, sin embargo, el concepto de libertad tiene algunas dificultades lógicas y científicas (Broom, 2003). Hoy en día, en los documentos científicos principalmente, está siendo reemplazado por el concepto de *necesidades de los animales*, que es clave para entender el bienestar animal. El desarrollo del uso de los términos de bienestar y el estrés es discutido por Broom (2011).

El bienestar animal es un concepto científico que describe una cualidad potencialmente medible de un animal vivo en un momento determinado. ¿Qué hacen los humanos al respecto, o qué deben hacer?, es una cuestión ética y se llama a comúnmente *protección animal*. El estudio científico del bienestar animal está ampliamente separado de la ética.

or as unwanted pets (Regan, 1990, Fraser, 2008). Although an important ethical question, this is not an animal welfare issue. Moral questions about animal welfare relate to what happens before death, including how the individuals are treated during the last part of their lives, often the pre-slaughter period, and then the method by which they are killed. Most veterinary and animal science university courses in Europe, concerning how animals should be treated and managed, are about animal welfare.

Harrison (1964) pointed out that those involved in the animal production industry at that time often treated animals like inanimate machines rather than living individuals. A member of the British government “Brambell Committee”, set up in response to Harrison’s book, was W. H. Thorpe. He emphasised (1965) that in order to improve animal welfare, an understanding of the biology of the animals is important and that animals have needs, including some to show particular behaviours. This view came to be written in the Brambell report as the “five freedoms” but the concept of freedom has some logical and scientific difficulties (Broom, 2003). It is now mainly replaced in scientific documents by the concept of needs of animals which is key to understanding animal welfare. The development of usage of the terms welfare and stress is discussed by Broom (2011).

Animal welfare is a scientific concept that describes a potentially measurable quality of a living animal at a particular time. What humans do about it, or should do about it, is an ethical issue and is often called animal protection. The scientific study of animal welfare is quite separate from ethics.

Hughes (1982) proposed that the meaning of animal welfare was that the animal was in harmony with nature, or with its environment. This is an important idea but being in harmony is a single state so it does not allow scientific measurement. Hence I defined welfare as follows: “the welfare of an individual is its state as regards its attempts to cope with its environment” (Broom, 1986) and explained the concept (1988, 1991a,b, Broom and Johnson, 1993/2000). Using this definition, important aspects of the concept of welfare can be fulfilled in that welfare can be measured scientifically

Hughes (1982) propuso que el sentido del bienestar animal era que el animal estuviera en armonía con la naturaleza, o con su entorno. Esta es una idea importante, pero estar en armonía es un estado único, que impide la medición científica. Por consiguiente, he definido el bienestar de la siguiente manera: “el bienestar de un individuo es su estado respecto a sus intentos de enfrentar el ambiente en que se encuentra” (Broom, 1986) y explico el concepto en Broom (1988, 1991a,b) y Broom y Johnson (1993, 2000). Usando esta definición, pueden cumplirse los aspectos más importantes del concepto de bienestar y ese bienestar puede medirse científicamente (Duncan, 1993; Fraser, 2008) y varía en un rango de muy bueno a muy pobre.

Los humanos y otros animales enfrentan su entorno con diferentes estrategias: comportamentales, fisiológicas, inmunológicas y otros componentes que son coordinados desde el cerebro. En los animales complejos, los sentimientos como el dolor, el miedo y las diversas formas de placer son a menudo parte de una estrategia de enfrentamiento y son una parte clave de su bienestar (Cabanac, 1979; Broom, 1991b, 1998; Duncan y Petherick, 1991; Panksepp, 1998, 2005; Broom y Fraser, 2007; Broom, 2008). La salud se refiere al estado de los sistemas del cuerpo, incluyendo los del cerebro, que combaten agentes patógenos, daño tisular o trastornos fisiológicos; por lo cual, la salud puede definirse como el estado de un animal en relación a sus intentos de enfrentar la patología. Por lo tanto, la salud es una parte importante del bienestar (Dawkins, 1980, 1990; Webster, 1994; Broom, 2006); y algunas veces podría decirse que el bienestar durante largos períodos de tiempo, podría llamarse *calidad de vida* (Broom, 2007).

La palabra “estrés” debe utilizarse para esa parte del *bienestar pobre* que involucra una falla para enfrentar el ambiente, teniendo en cuenta que el uso público común de la palabra se refiere a un efecto nocivo sobre un individuo (Broom y Johnson, 2000). La referencia al estrés como un simple estímulo que podría ser beneficioso, o simplemente como un evento que provoca la actividad de la corteza suprarrenal, no tiene ningún valor científico o práctico. Un indicador de adversidad, es si hay algún efecto sobre el desempeño biológica. El estrés puede ser definido como un efecto ambiental sobre

(Duncan, 1993, Fraser, 2008) and varies over a range from very good to very poor. Humans and other animals have various strategies for coping with their environment and these have behavioural, physiological, immunological and other components that are coordinated from the brain. In complex animals, feelings, such as pain, fear and the various forms of pleasure are often a part of a coping strategy and are a key part of welfare (Cabanac, 1979, Broom, 1991b, 1998, Duncan and Petherick, 1991, Panksepp, 1998, 2005, Broom and Fraser 2007, Broom 2008). Health refers to the state of body systems, including those in the brain, which combat pathogens, tissue damage or physiological disorder and health may be defined as an animal’s state as regards its attempts to cope with pathology. Hence health is an important part of welfare (Dawkins, 1980, 1990, Webster, 1994, Broom, 2006). Welfare over longer periods is sometimes referred to as quality of life (Broom, 2007).

The word “stress” should be used for that part of poor welfare that involves failure to cope, as the common public use of the word refers to a deleterious effect on an individual (Broom and Johnson, 2000) Reference to stress as just a stimulation that could be beneficial, or as just an event that elicits adrenal cortex activity, is of no scientific or practical value. One indicator of adversity is whether there is an effect on biological fitness. *Stress can be defined as an environmental effect on an individual which over-taxes its control systems and reduces its fitness or seems likely to do so.* Using this definition, the relationship between stress and welfare is very clear. Firstly, whilst welfare refers to a range in the state of the animal from very good to very poor, whenever there is stress, welfare is poor. Secondly, stress refers only to situations where there is failure to cope but poor welfare refers to the state of the animal, both when there is failure to cope and when the individual is having difficulty in coping.

### Welfare assessment

The assessment of welfare (Broom and Johnson 2000) should be carried out in an objective way, taking no account of any ethical questions about

un individuo, que sobrecarga sus sistemas de control y reduce su desempeño físico o parece probable que lo haga. Usando esta definición, la relación entre el estrés y el bienestar es muy clara. En primer lugar, mientras que el bienestar se refiere al estado de los animales en un rango de muy bueno a muy pobre; siempre que hay estrés, el bienestar es pobre. En segundo lugar, el estrés se refiere sólo a situaciones en las que falla la capacidad para enfrentar el ambiente, mientras que el bienestar pobre se refiere al estado del animal, tanto por fallas para enfrentar su ambiente, como cuando el individuo tiene dificultades para salir adelante.

### **Evaluación del bienestar**

La evaluación del bienestar (Broom y Johnson, 2000) debe llevarse a cabo de manera objetiva, sin tener en cuenta las preguntas éticas acerca de los sistemas, prácticas o condiciones para los individuos que están siendo comparados. Una vez se ha obtenido la evidencia científica sobre el bienestar, se pueden tomar las decisiones éticas.

Gran parte de la evidencia usada en la evaluación del bienestar, muestra la magnitud de los problemas de los individuos, pero también es importante reconocer y evaluar el bienestar bueno, por ejemplo: la felicidad, la satisfacción, el control de las interacciones con el medio ambiente y la posibilidad de explotar habilidades. Se debe tratar de evaluar el funcionamiento específico del cerebro, cuando el bienestar es bueno en los seres humanos y otros animales (Broom y Zanella, 2004), así como los métodos de reconocimiento cuando el bienestar es bueno, o es probable que sea y los factores que contribuyen para el bienestar bueno en el hombre y otras especies. En general, un bienestar bueno y un estatus positivo en cada uno de los diversos sistemas para hacer frente al ambiente, usualmente tiene efectos que son parte del sistema de refuerzo positivo, así como el bienestar pobre está asociado con varios refuerzos negativos. Hay varios efectos evidentes del bienestar bueno que deben identificarse en los individuos, para que la evaluación del bienestar sea efectiva para todo el rango de posibilidades entre el bienestar muy bueno y el muy pobre.

Cada evaluación del bienestar de un humano u otro animal se refiere a un solo individuo y un intervalo de

the systems, practices or conditions for individuals which are being compared. Once the scientific evidence about welfare has been obtained, ethical decisions can be taken.

Much of the evidence used in welfare assessment indicates the extent of the problems of individuals but it is also important to recognise and assess good welfare, i.e. happiness, contentment, control of interactions with the environment and possibilities to exploit abilities. We should try to assess the specific functioning of the brain when welfare is good in humans and other animals (Broom and Zanella, 2004), as well as the methods of recognising when welfare is, or is likely to be, good and the factors which contribute to good welfare in man and other species. Good welfare in general, and a positive status in each of the various coping systems, will usually have effects which are a part of a positive reinforcement system, just as poor welfare is associated with various negative reinforcers. There are various recognisable effects on individuals of good welfare. We need to identify these so that the assessment of welfare is as effective at the good end of the range as at the bad end.

Each assessment of welfare for a human or other animal will pertain to single individual and to a particular time range. In the overall assessment of the impact of a condition or treatment on an individual, a very brief period of a certain degree of good or poor welfare is not the same as a prolonged period. However, a simple multiplicative function of maximum degree and duration is often not sufficient because the most severe effect of poor welfare may be brief whilst there is a more prolonged milder effect. If the intensity of the good or poor welfare is plotted against time the best overall assessment of welfare for that individual animal is the area under the curve thus produced (Broom, 2001b).

Effects on animal welfare which can be described include those of: disease, injury, starvation, beneficial stimulation, social interactions - positive or negative, other forms of success in actions, housing conditions - positive or negative, deliberate or accidental ill treatment, human handling - positive or negative, transport, laboratory procedures, various mutilations, veterinary

tiempo concreto. En la evaluación global del impacto de una condición o tratamiento sobre un individuo, no es lo mismo un período muy breve de un cierto grado de bienestar bueno o pobre, que un período prolongado. Sin embargo, una función simple multiplicativa del grado máximo y la duración suele ser insuficiente, ya que el efecto más severo del bienestar pobre puede ser breve, mientras que hay un efecto leve más prolongado. Si la intensidad del bienestar pobre o bueno se grafica en función del tiempo, la mejor valoración global del bienestar para ese animal será el área generada bajo la curva (Broom, 2001b).

Los efectos sobre el bienestar de los animales que se pueden describir incluyen: enfermedad, lesión, hambre, estímulos benéficos, interacciones sociales (positivas o negativas), otras formas de éxito en las acciones, condiciones de alojamiento (positivas o negativas), malos tratos deliberados o accidentales, manejo humano (positivo o negativo), transporte, procedimientos de laboratorio, mutilaciones varias, tratamiento veterinario (positivo o negativo), cambio genético por mejoramiento convencional o de otra índole (Broom, 2008a, 2010a).

Varios indicadores de bienestar son descritos por Fraser y Broom (2007, 2010). Existen diferencias entre los indicadores de bienestar para los problemas de corto plazo y largo plazo. Algunas medidas a corto plazo, como la frecuencia cardíaca y la concentración de cortisol en plasma son apropiados para evaluar el bienestar durante el manejo o transporte, pero no para evaluar las condiciones de alojamiento a largo plazo. Algunas medidas del comportamiento, la función del sistema inmunológico y estado de la enfermedad son más apropiadas para problemas a largo plazo.

Los métodos generales para evaluar el bienestar se resumen en la tabla 1 y una lista de medidas de bienestar se presenta en la tabla 2. La mayoría de los indicadores ayudará a identificar el estado de los animales siempre que sea en la escala de muy buena a muy pobre. Algunas de las medidas más relevantes para problemas a corto plazo, como las relacionadas con el manejo por parte humanos o un breve período de condiciones físicas adversas, mientras que otras son más apropiadas para problemas a largo plazo. Estas son medidas objetivas del bienestar y es posible evaluar la

treatment - positive or negative, genetic change by conventional or other breeding (Broom 2008a, 2010a).

Welfare indicators are described by Broom and Fraser (2007, 2010). There are differences between welfare indicators for short-term and long-term problems. Short-term measures like heart-rate and plasma cortisol concentration are appropriate for assessing welfare during handling or transport but not during long-term housing. Some measures of behaviour, immune system function and disease state are more appropriate for long-term problems.

The general methods for assessing welfare are summarised in table 1 and a list of measures of welfare is presented in table 2. Most indicators will help to pinpoint the state of the animal wherever it is on the scale from very good to very poor. Some measures are most relevant to short-term problems, such as those associated with human handling or a brief period of adverse physical conditions, whereas others are more appropriate to long-term problems. These are objective measures of welfare and it is possible to assess quality of life by the use of such measures and not just by asking the subject questions. Subjective measures in humans may be incorrect or inconsistently correct. However, those who use the methodology used in medical research on welfare/quality of life and those who assess the welfare of non-human animals have much to learn from one another (see Lutgendorf, 2001). For a detailed discussion of measures of welfare, see Broom and Johnson, (2000).

Some signs of poor welfare arise from physiological measurements. For instance increased heart-rate, adrenal activity, adrenal activity following ACTH challenge, or reduced immunological response following a challenge, can all indicate that welfare is poorer than in individuals that do not show such changes. Care must be taken when interpreting such results, as with many other measures described here. The impaired immune system function and some of the physiological changes can indicate what has been termed a pre-pathological state (Moberg, 1985). As a consequence of the high proportion of coping mechanisms that involve the functioning of higher centres in the brain, some welfare assessment

calidad de vida mediante el uso de tales medidas y no sólo haciendo preguntas subjetivas. Las medidas subjetivas de los seres humanos pueden ser incorrectas o inconsistentemente correctas. Sin embargo, aquellos que utilizan la metodología utilizada en la investigación médica sobre el bienestar o la calidad de vida y los que evalúan el bienestar de los animales no humanos tienen mucho que aprender unos de otros (ver Lutgendorf, 2001). Para una discusión detallada de las medidas de bienestar, ver Broom y Johnson, (2000).

Algunos de los signos de bienestar pobre surgen a partir de mediciones fisiológicas. Por ejemplo, el aumento del ritmo cardíaco, la actividad adrenal, la actividad adrenal después del estímulo con ACTH, o la reducción en la respuesta inmunológica después de un reto; todos ellos indicadores de que el bienestar es más pobre que en los individuos que no muestran estos cambios. Se debe tener cuidado al interpretar estos resultados, al igual que con muchas otras medidas descritas aquí. El deterioro de la función del sistema inmune y algunos de los cambios fisiológicos pueden indicar lo que se ha denominado un estado pre-patológico (Moberg, 1985). Como consecuencia de la elevada proporción de mecanismos de enfrentamiento que afectan el funcionamiento de los centros superiores del cerebro, algunas evaluaciones del bienestar deben incluir medidas de la función cerebral (Broom y Zanella, 2004).

Las medidas de comportamiento son también de especial importancia para la evaluación del bienestar. El hecho de que un animal evite un objeto o un evento, ofrece información acerca de sus sentimientos y por lo tanto de su bienestar. Mientras más fuerte sea la evasión, peor es el bienestar en cuanto el evento este ocurriendo o el objeto esté presente. Un individuo que es completamente incapaz de adoptar su postura preferida de descanso a pesar de hacer repetidos intentos tendrá menor bienestar que uno que pueda adoptarla. Otros comportamientos anormales, como las estereotipias, auto-mutilación, caudofagia en cerdos, picoteo de plumas en gallinas, o el comportamiento excesivamente agresivo en perros, indica que el bienestar del individuo perpetrador es pobre.

En algunas de estas medidas fisiológicas y de comportamiento, está claro que el individuo está

should involve brain function measures (Broom and Zanella, 2004).

Behavioural measures are also of particular value in welfare assessment. The fact that an animal avoids an object or event, strongly gives information about its feelings and hence about its welfare. The stronger the avoidance the worse the welfare whilst the object is present or the event is occurring. An individual which is completely unable to adopt a preferred lying posture despite repeated attempts will be assessed as having poorer welfare than one which can adopt the preferred posture. Other abnormal behaviour such as stereotypies, self-mutilation, tail-biting in pigs, feather-pecking in hens, or excessively aggressive behaviour in dogs indicates that the perpetrator's welfare is poor.

In some of these physiological and behavioural measures it is clear that the individual is trying to cope with adversity and the extent of the attempts to cope can be measured. In other cases, however, some responses are solely pathological and the individual is failing to cope. In either case the measure indicates poor welfare.

Disease, injury, movement difficulties and growth abnormality all indicate poor welfare. If two housing systems are compared in a carefully controlled experiment and the incidence of any of the above is significantly increased in one of them, the welfare of the animals is worse in that system. The welfare of any diseased animal is worse than that of an animal that is not diseased but much remains to be discovered about the magnitude of the effects of disease on welfare. Little is known about how much suffering is associated with different diseases. A specific example of an effect on housing conditions that leads to poor welfare is the consequence of severely reduced exercise for bone strength. In studies of hens (Knowles and Broom, 1990, Norgaard Nielsen, 1990) those birds that could not sufficiently exercise their wings and legs because they were housed in battery cages had considerably weaker bones than those birds in percherries where there was enough space to exercise. Similarly, Marchant and Broom (1996) found that sows in stalls had leg bones only 65% as strong as sows in group-housing systems. The actual weakness of bones means that the animals are coping less well with their environment so welfare is poorer

tratando de enfrentar la adversidad; en este sentido, el grado de los intentos de hacer frente, puede medirse. En otros casos, sin embargo, algunas de las respuestas son solamente patológicas y el individuo falla enfrentando el ambiente. En cualquier caso, la medida indica bienestar pobre.

La presencia de enfermedades, lesiones, dificultades de movimiento y crecimiento anormal, indican un bienestar pobre. Si dos sistemas de alojamiento son comparados en un experimento cuidadosamente controlado y la incidencia de cualquiera de las anteriores es significativamente mayor en uno de ellos, el bienestar de los animales es peor en ese sistema. El bienestar de los animales enfermos es peor que el de un animal que no está enfermo, pero aún queda mucho por descubrir acerca de la magnitud de los efectos de la enfermedad sobre el bienestar. Poco se sabe sobre cuánto sufrimiento está asociado con diferentes enfermedades. Un ejemplo específico de un efecto sobre las condiciones de alojamiento que conducen a un bienestar pobre, es la consecuencia de la reducción extrema del ejercicio sobre la fuerza de los huesos. En estudios en gallinas (Knowles y Broom, 1990; Norgaard Nielsen, 1990) las aves alojadas en jaulas que no ejercitaron suficientemente sus alas y piernas, tuvieron huesos considerablemente más débiles que aquellas ubicadas en perchas donde había suficiente espacio para hacer ejercicio. Del mismo modo, Marchant y Broom (1996) encontraron que las cerdas en jaulas de gestación tenían los huesos de las piernas con sólo el 65% de fortaleza comparado con las cerdas en los sistemas de estabulación en grupo. La debilidad actual de los huesos indica que a estos animales se les dificulta en mayor grado enfrentar su ambiente y por tanto el bienestar es más pobre en el confinamiento. Si los huesos de un animal se rompen habrá mucho dolor y el bienestar será peor. El dolor puede ser evaluado por aversión, medidas fisiológicas, efectos de los analgésicos (Duncan *et al.*, 1991; Stilwell *et al.*, 2009) o por la existencia de neuromas (Gentle, 1986). Sea cual sea la medición, los datos recogidos en los estudios de bienestar de los animales da información sobre la posición del animal en una escala de bienestar de muy buena a muy pobre.

La mayoría de los indicadores de bienestar bueno que podemos utilizar son obtenidos por estudios que demuestran las preferencias positivas

in the confined housing. If such an animal's bones are broken there will be considerable pain and the welfare will be worse. Pain may be assessed by aversion, physiological measures, the effects of analgesics (e.g. Duncan *et al.*, 1991, Stilwell *et al.*, 2009) or by the existence of neuromas (Gentle, 1986). Whatever the measurement, data collected in studies of animal welfare gives information about the position of the animal on a scale of welfare from very good to very poor.

The majority of indicators of good welfare that we can use are obtained by studies demonstrating positive preferences by animals. In operant tests a cost is imposed upon access to the resource by requiring the subject to perform a task. Performance of the task requires time and effort, which could otherwise have been spent doing other things. The task may also be unpleasant to the subject. In choice tests, a cost is normally imposed instead upon consumption. The animal must divide time between consuming the resources.

How do we find out from animals what they need? What is preferred? How hard will the individual work for a resource? A rat can readily learn to lift a weighted door and the amount lifted gives an indication of its strength of preference for the resource. Manser *et al.* (1996), studying floor preferences of laboratory rats, found that rats would lift a heavier door to reach a solid floor on which they could rest than to reach a grid floor. Terminology used in motivational strength estimation includes the following (Kirkden *et al.*, 2003). A resource is a commodity or an opportunity to perform an activity. The demand is a measured amount of action which enables resource to be obtained. The price is the amount of that action required for a unit of resource. Income is the amount of time or other variable limiting that action. The price elasticity of demand is the proportional rate at which consumption or demand changes with price. The consumer surplus is a measure of the largest amount which a subject is prepared to spend on a given quantity of the resource. It corresponds to an area beneath an inverse demand curve. Where the demand for a resource is measured at a range of prices, the importance of the resource is indicated better by the consumer surplus than by the price elasticity of demand (Kirkden *et al.*, 2003).



de los animales. En *pruebas operantes* se impone un costo para poder acceder a un recurso, exigiendo que se realice una tarea. El desempeño de la tarea requiere tiempo y esfuerzo, que de otro modo podría haber sido invertido en otras cosas. La tarea también puede ser desagradable para el sujeto. En las *pruebas de preferencia*, se impone un costo para acceder al recurso ha consumir. El animal tiene que dividir el tiempo entre el consumo de los recursos.

¿Cómo podemos conocer las necesidades de los animales a través ellos mismos? ¿Qué es lo que prefieren? ¿Qué tan fuerte será el esfuerzo individual por obtener un recurso?. Una rata puede aprender fácilmente a levantar una puerta pesada y la cantidad levantada da una indicación del esfuerzo por preferir un recurso. Manser *et al.* (1996), estudiando que piso era el preferido por las ratas de laboratorio, encontraron que las ratas levantan una puerta mas pesada para llegar a un piso sólido sobre el cual podían descansar que para llegar a un piso de rejilla. Algunos términos utilizados en la estimación de la fuerza de motivación incluye los siguientes (Kirkden *et al.*, 2003): un recurso es un bien o una oportunidad para realizar una actividad; la demanda es una medida de la cantidad de acciones que permiten obtener recursos; el precio es la cantidad de una acción necesarias para obtener una unidad de recurso; la renta es la cantidad de tiempo u otra variable que limita la acción; la elasticidad del precio de la demanda es la tasa proporcional a la cual cambia el consumo o la demanda con el precio; el excedente del consumidor es una medida de la cantidad más grande a la cual un sujeto esta preparado para gastar una determinada cantidad del recurso, que corresponde al área bajo la curva de demanda inversa. Cuando la demanda de un recurso se mide en un rango de precios, la importancia de los recursos se indica mejor por el excedente del consumidor que por la elasticidad del precio de la demanda (Kirkden *et al.*, 2003).

Un ejemplo de la utilización de esta metodología es el trabajo de Mason *et al.* (2001). La pregunta clave era determinar la fuerza de la preferencia del visón —una especie parcialmente acuática—, por los diversos recursos (como el agua en la que podía nadar). Los visones fueron entrenados para llevar a cabo acciones operantes para llegar a: un nido extra, objetos varios, una plataforma elevada, un túnel,

An example of the use of this methodology is the work of Mason *et al.* (2001). The key question was to ascertain the strength of preference of mink, a partially aquatic species, for various resources including water in which they could swim. The mink were trained to perform operants to reach: an extra nest, various objects, a raised platform, a tunnel, an empty cage and a water pool to swim in. The swimming water was given very high priority by the mink.

The third general method of welfare assessment listed in table 2 involves measuring what behaviour and other functions cannot be carried out in particular living conditions. Hens prefer to flap their wings at intervals but cannot in a battery cage whilst veal calves and some caged laboratory animals try hard to groom themselves thoroughly but cannot in a small crate, cage or restraining apparatus.

In all welfare assessment it is necessary to take account of individual variation in attempts to cope with adversity and in the effects which adversity has on the animal. When pigs have been confined in stalls or tethers for some time, a proportion of individuals show high levels of stereotypies whilst others are very inactive and unresponsive (Broom, 1987, Broom and Johnson 2000). There may also be a change with time spent in the condition in the amount and type of abnormal behaviour shown (Cronin and Wiepkema, 1984). In rats, mice and tree shrews it is known that different physiological and behavioural responses are shown by an individual confined with an aggressor and these responses have been categorised as active and passive coping (Koolhaas *et al.*, 1983). Active animals fight vigorously whereas passive animals submit. A study of the strategies adopted by gilts in a competitive social situation showed that some sows were aggressive and successful, a second category of animals defended vigorously if attacked whilst a third category of sows avoided social confrontation if possible. These categories of animals differed in their adrenal responses and in reproductive success (Mendl *et al.*, 1992). As a result of differences in the extent of different physiological and behavioural responses to problems it is necessary that any assessment of welfare should include a wide range of measures. Our knowledge of how the various measurements

una jaula vacía y una piscina de agua para nadar en ella. El agua de la piscina tuvo la mayor prioridad por parte del visón.

El tercer método general de evaluación del bienestar listado en la tabla 2 involucra medidas de que comportamientos y otras funciones no pueden realizarse en las condiciones particulares de vida. Las gallinas prefieren batir sus alas a intervalos, pero no pueden hacerlo en una jaula, mientras que los terneros y algunos animales de laboratorio enjaulados se esfuerzan para asearse a fondo, pero no pueden hacerlo en espacios pequeños como cajas, jaulas o equipos de contención.

En todas las evaluaciones de bienestar, es necesario tener en cuenta las variaciones individuales en los intentos para enfrentar la adversidad y en los efectos que tiene la adversidad en los animales. Cuando los cerdos son limitados en jaulas o contenedores de sujeción durante algún tiempo, una proporción de individuos muestran altos niveles de estereotipias, mientras que otros son muy inactivos y no responden (Broom, 1987; Broom y Johnson, 2000). También puede haber un cambio de comportamiento anormal expresado por el animal, respecto al tiempo empleado, la condición, la cantidad y el tipo (Cronin y Wiepkema, 1984). En ratas, ratones y musarañas arborícolas se sabe que un individuo confinado junto con un agresor, expresa diferentes respuestas fisiológicas y de comportamiento, estas respuestas han sido clasificadas como enfrentamiento activo y pasivo (Koolhaas *et al.*, 1983).

Los animales activos luchan sin desmayo mientras que los animales pasivos se someten. Un estudio de las estrategias adoptadas por las cerdas en una situación social competitiva mostraron que algunas cerdas eran agresivas y exitosas, una segunda categoría de animales se defendía enérgicamente si era atacado, mientras que una tercera categoría de cerdas evitaba la confrontación social siempre que fuera posible. Estas categorías de animales difieren en sus respuestas adrenales y en el éxito reproductivo (Mendl *et al.*, 1992). Debido a las variaciones en la magnitud de las diferentes respuestas fisiológicas y de comportamiento a los problemas, es necesario que cualquier evaluación de bienestar incluya una amplia gama de medidas. De igual forma, nuestro conocimiento de cómo las diferentes medidas se

combine to indicate the severity of the problem must also be improved. It is also important to understand the strategies used by animals in various coping situations as these may be different from those used by humans. An example is the response to severe pain in sheep and some other prey species, in which it is not adaptive to show obvious behavioural responses (Broom and Johnson, 2000).

### **International responses to developments in animal welfare science**

The scientific assessment of animal welfare has developed very rapidly over the last 20 years and is now taught in all veterinary schools in Europe, Canada, Australia and New Zealand, in 70 universities in Brazil and in at least 50 other countries. Public pressure on governments and commercial companies concerning human health, animal welfare and environmental impacts, have increased in all countries. This has resulted in codes of practice, laws and mechanisms for the enforcement of laws. Animal welfare is among the issues that have become components of product quality and sustainability (Broom 2001a, 2002, 2010, in press, Aland and Madec, 2009)).

The O.I.E. (World Organisation for Animal Health), F.A.O. and World Bank all have policies on animal welfare that influence every country in the world. People ranging from the very rich to the very poor express concern about animal welfare. However, there is variation amongst countries in the rate of spread of scientific knowledge about the subject. Laws are well developed in some countries and lacking, so far, in others. There is pressure from consumers to ensure that the purchasing policies of food retail and other companies take account of animal welfare. Welfare codes of retail companies, especially those that want to import from other countries, change practices in those exporting countries.

### **Welfare outcome indicators**

Legislation on how animals should be kept is now starting to refer to welfare outcome indicators. There may be a welfare outcome when

combinan para indicar la severidad del problema, también debe mejorarse. También es importante comprender las estrategias utilizadas por los animales ante diferentes situaciones, ya que pueden ser distintas a las que utilizan los seres humanos. Un ejemplo es la respuesta al dolor severo en los ovinos y otras especies que son presa, en las que no es adaptativo mostrar respuestas conductuales evidentes (Broom y Johnson, 2000).

### **Respuesta internacional a los desarrollos de la ciencia del bienestar animal**

La evaluación científica del bienestar animal se ha desarrollado rápidamente en los últimos 20 años y actualmente se enseña en todas las escuelas de veterinaria en Europa, Canadá, Australia y Nueva Zelanda, en 70 universidades en Brasil y en al menos otros 50 países. La presión pública sobre gobiernos y empresas comerciales sobre la salud humana, bienestar animal y los impactos ambientales, ha incrementado en todos los países. Todo lo anterior, ha resultado en códigos de prácticas, leyes y mecanismos para la aplicación de las leyes. El bienestar animal es uno de los temas que se ha convertido en componente de la calidad del producto y de su sostenibilidad (Broom, 2001a, 2002, 2010, en prensa; Aland y Madec, 2009).

El Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, por sus siglas en inglés), la FAO y el Banco Mundial tienen políticas de bienestar animal que influyen en todos los países del mundo. Los diferentes grupos de personas, desde los más ricos a los más pobres, expresan su preocupación por el bienestar animal. Sin embargo, existe una variación de la tasa de difusión del conocimiento científico sobre el tema entre países. Las leyes están bien desarrolladas en algunos países y en otros, carecen de ellas. Existe una presión por parte de los consumidores para asegurar que las políticas de compra de las comercializadoras de alimentos, tengan en cuenta el bienestar animal. Los códigos de bienestar de las empresas minoristas, especialmente aquellas que desean importar de otros países, cambian las prácticas en los países exportadores.

there is a period of housing and management, or animal handling activity, or transport, or when there is a genetic selection procedure. Animal welfare scientists have evaluated welfare outcome indicators and some can be used by an inspector who is checking whether or not there is compliance with legislation or with a code of practice. For example, the European Union legislation on the keeping of chickens for meat production requires that: "COMPLETE". In order to comply with this, producers have to show that the incidence of leg disorders that result in walking difficulties and tissue damage that results from a combination of walking difficulties and poor quality litter, such as hock burn and breast blisters, are not high. The incidence of detectable hock burn in meat chickens can be 80% (Broom and Reefmann, 2005) in whole birds sold in supermarkets. The welfare outcome indicators are animal-based, in that they are measures of the animal and its functioning. Such measures are explained for a range of species by Blokhuis *et al.* (2003), Forkman and Keeling (2009) and others involved in the Welfare Quality project.

Current work in the European Food Safety Authority (EFSA) includes the preparation of reports describing the welfare outcome indicators that can be used to check on the welfare of dairy cows, pigs and chickens. The intention of the European Commission is to take account of these reports in preparing further legislation on animal welfare. Since the reports are available on the internet, they can also be used by those preparing standards for the production of farm animals or legislation in other countries.

### **Risk and benefit assessment in relation to animal welfare**

Analysis of the scientific literature about animal welfare for the preparation of scientific reviews includes some risk assessment and benefit assessment. However, formal risk assessment has only recently been applied to animal welfare (Smulders and Algers, 2009).

The first step in a risk assessment or benefit assessment is to formulate the problem, including the target population. For example, for a risk

### Consecuencias de los indicadores de bienestar

La legislación sobre cómo deben mantenerse los animales está empezando a relacionarse con los indicadores de resultados del bienestar. Es posible que haya consecuencias sobre el bienestar cuando hay un período de alojamiento, manejo, conducción de los animales, transporte, o cuando hay un procedimiento de selección genética. Los científicos del bienestar animal han evaluado algunos indicadores de bienestar, y los resultados pueden ser utilizados por un inspector que está verificando el cumplimiento de la legislación, o un código de prácticas. Por ejemplo, la legislación de la Unión Europea para pollos de engorde, cuenta con exigencias que obligan a los productores a demostrar que los siguientes parámetros cumplan los criterios de bienestar: incidencia de los trastornos de la pierna (que se traduce en dificultades para caminar y daño tisular); y una cama de baja calidad (que genera quemaduras del corvejón y ampollas en el pecho). La incidencia de quemaduras en el corvejón detectables en pollos de engorde ha llegado hasta un 80% (Broom y Reefmann, 2005) en aves enteras que se venden en los supermercados. Los resultados de los indicadores de bienestar son basados en el animal, ya que son medidas del animal y su funcionamiento. Estas medidas son explicadas para una amplia variedad de especies por Blokhuis *et al.* (2003), Forkman y Keeling (2009) y otras personas involucradas en el proyecto Welfare Quality.

El trabajo actual en la Autoridad Europea de Seguridad de Alimentos (EFSA, por sus siglas en inglés) incluye la elaboración de reportes que describan los indicadores de resultado de bienestar que pueden utilizarse para verificar el bienestar de vacas lecheras, cerdos y pollos. La intención de la Comisión Europea es tener en cuenta estos reportes en la preparación de la legislación sobre bienestar animal. Dado que los reportes están disponibles en Internet, también pueden ser utilizados en la preparación de estándares para la producción animal de las fincas, o en la legislación en otros países.

### Evaluación de riesgo y beneficio en el bienestar animal

En el análisis de la literatura científica sobre el bienestar animal para la preparación de estudios

assessment concerning the welfare of animals kept for pig production, the problem posed is whether or not the housing and management systems used in the rearing of these animals leads to a risk of poor welfare. Similarly, a benefit assessment refers to the likelihood that welfare is good. The next step is to identify the factors that might affect welfare, i.e. the hazards in the case of negative effects on welfare. This is carried out by considering the needs of the particular animals concerned. The key issue is how well the animal can adapt to the conditions, treatment and management. The adaptation depends on the biological functioning of the animal species under consideration. Animals have a set of needs that can be identified by: (i) understanding the biological functioning of that animal species, (ii) discovering the strengths of preferences that the animals have for resources and the strengths of avoidance of perceived harmful effects, (iii) checking the extent of adverse consequences if a preferred resource is not present or an avoided factor is present.

A further part of the risk and benefit assessment is to define the exposure scenario. It may be that this has been done in formulating the problem and the target population, or it may be that it is a subset of possible scenarios which is defined subsequently. Once this is done, data on the actual exposure to the factor (perhaps a hazard) have to be obtained. In some cases, quantitative information on exposure is available but in many others it has to be estimated by experts familiar with the scientific literature and practical situation. In carrying out exposure assessment, there may be accurate information on the extent of exposure of the target population to the factor affecting welfare. In that case the level of uncertainty is low. However, if the data are few or lacking, expert opinion may be used to estimate exposure and uncertainty is hence much higher. The estimation of uncertainty during the course of a risk assessment exercise is important and is included in the calculation of risk.

The next step in risk (or benefit) assessment concerns the consequences of the factor for the animal in the scenario under consideration. In order to do this, it is first necessary (a) to decide on the measures of poor welfare or good welfare that will be used, (b) to consider the methodology

científicos, se incluye algún tipo de evaluación de riesgos y beneficios. Sin embargo, la evaluación formal de riesgos ha sido recientemente aplicada al bienestar animal.

El primer paso en la evaluación de riesgos y beneficios es la formulación del problema, incluyendo la población objetivo. Por ejemplo, en una evaluación de riesgo sobre el bienestar en la producción porcina, el problema que se puede plantear es si los sistemas de alojamiento y las prácticas de manejo utilizadas en la cría de los cerdos supone un riesgo bienestar pobre. Igualmente, la evaluación del beneficio se refiere a la probabilidad de que el bienestar sea bueno. El siguiente paso es identificar los factores que pueden afectar el bienestar, es decir, en el caso de los riesgos, los efectos negativos sobre el bienestar. Esto se lleva a cabo teniendo en cuenta las necesidades particulares de los animales involucrados. La cuestión clave es qué tan bien pueden adaptarse los animales a las condiciones, tratamiento y manejo. La adaptación depende del funcionamiento biológico de las especies animales bajo estudio. Los animales tienen un conjunto de necesidades que pueden ser identificadas mediante: (i) entendimiento de las funciones biológicas de la especie animal, (ii) descubrir las preferencias más importantes que tienen los animales respecto a los recursos y el esfuerzo para evitar o percibir efectos adversos, (iii) comprobar el alcance de las consecuencias adversas si un recurso preferido no está presente o si un factor evitado está presente.

Otra parte de la evaluación de riesgos y beneficios es definir el escenario de exposición. Es posible que esto se haya hecho en la formulación del problema y de la población objetivo, o puede tratarse de un subconjunto de los posibles escenarios que se definen posteriormente. Una vez hecho esto, se deben obtener los datos sobre la exposición real al factor (tal vez un riesgo). En algunos casos, la información cuantitativa sobre la exposición está disponible, pero en muchos otros, tiene que ser estimado por expertos familiarizados con la literatura científica y con la situación práctica. En la realización de evaluación a la exposición, puede haber información precisa sobre el grado de exposición de la población objetivo a los factores que afectan el bienestar. En ese caso, el nivel de incertidumbre es bajo. Sin embargo, si los

that is valid for use, and (c) to determine from the scientific literature how much the consequences are shown in each aspect of the situation investigated. In this phase of analysis, as in exposure assessment, there may be good scientific information and low uncertainty or less good information and more uncertainty.

The final step in the risk assessment is the use of information, in relation to each factor, about exposure and about consequences for animal welfare. The assessment of risk (or benefit) and of the uncertainty is expressed in a quantitative way if possible. If all aspects of the risk assessment procedure can be expressed in a quantitative way, it is a quantitative risk assessment. If some cannot, it is a qualitative or semi-quantitative risk assessment. In either case, the exposure and the consequence may be expressed in numerical terms and hence a numerical estimate of risk or of benefit produced. The validity of the number is qualified by the estimates of uncertainty and by the description of the methodology used for obtaining it. Once this risk and benefit assessment process has been completed, decisions by legislators are facilitated (Broom, 2009). The change from earlier scientific review is that some of the evaluation is done in a more formal and transparent way.

datos son escasos o inexistentes, es posible utilizar la opinión de expertos para estimar la exposición, y por lo tanto la incertidumbre es mucho mayor. La estimación de la incertidumbre durante un ejercicio de evaluación de riesgos es importante y está incluido en el cálculo del riesgo.

El siguiente paso en la evaluación de riesgos (o beneficios) se refiere a las consecuencias del factor animal en el escenario considerado. Con el fin de hacer esto, primero es necesario (a) decidir sobre las medidas de bienestar pobre o bienestar bueno que se utilizarán, (b) considerar una metodología que sea válida para poder usarla, y (c) determinar a partir de la literatura científica las posibles consecuencias que se presenten en cada situación investigada. En esta fase de análisis, como en la evaluación de la exposición, puede haber una buena información científica y de baja incertidumbre o menos información buena y más incertidumbre.

El último paso en la evaluación de riesgos es usar la información de cada factor acerca de la exposición y acerca de las consecuencias para el bienestar animal. La evaluación de riesgos (o beneficios) y la incertidumbre es expresada cuantitativamente si es posible. Si todos los aspectos del procedimiento de evaluación de riesgo se pueden expresar en forma cuantitativa, es una evaluación cuantitativa del riesgo. Si algunos no, es una evaluación de riesgo cualitativa o semi-cuantitativa. En cualquier caso, la exposición y la consecuencia puede ser expresada en términos numéricos, y por lo tanto es una estimación numérica de riesgo o de beneficio producido. La validez del número es calificado por las estimaciones de la incertidumbre y por la descripción de la metodología utilizada para su obtención. Una vez que este proceso de evaluación de riesgo y beneficio se ha completado, las decisiones al respecto se ven facilitadas (Broom, 2009). El cambio de la anterior revisión científica es que algunos pasos de la evaluación se realizan de una manera más formal y transparente.

**Tabla 1.** Resumen de las evaluaciones de bienestar (Broom, 1999a).

Métodos Generales	Evaluación
Indicadores directos de bienestar pobre	¿Qué tan pobre es?
Pruebas de: (a) evasión y (b) preferencia positiva	(a) ¿Cuál es el grado en que los animales tienen que vivir con evasión de situaciones y estímulos? (b) ¿Cuál es el grado en el cual la preferencia más fuerte, está disponible?
Medidas de la capacidad para llevar a cabo un comportamiento normal y otras funciones biológicas.	¿Cuánto del comportamiento normal importante o del desarrollo fisiológico o anatómico, no pudo ocurrir?
Otros indicadores directos de bienestar bueno	¿Qué tan bueno es?

**Tabla 2.** Mediciones de bienestar (Broom, 2000).

Indicadores fisiológicos de placer
Indicadores comportamentales de placer
Medida en la cual los comportamientos fuertemente preferidos son expresados
Variedad de comportamientos normales expresados o suprimidos
Medida en que los procesos fisiológicos normales y el desarrollo anatómico es posible.
Medida de aversión comportamental expresada
Intentos fisiológicos para enfrentar el ambiente
Inmunosupresión
Prevalencia de enfermedades
Intentos comportamentales para enfrentar el ambiente
Patología del comportamiento
Cambios en el cerebro
Prevalencia de daños en el cuerpo
Posibilidad de crecer o reproducirse
Esperanza de vida

## Referencias

- Aland A, Madec F. (eds.). Sustainable Animal Production. Wageningen: Wageningen Academic Publishers; 2009. 496 p.
- Broom DM, Fraser AF. Comportamento e bem-estar de animais domésticos - 4ª edição. São Paulo: Manole; 2010. p. 452.
- Broom DM, Fraser AF. Domestic Animal Behaviour and Welfare, 4th Edition. Wallingford: CABI; 2007.
- Broom DM, Johnson KG. Stress and Animal Welfare. Reprinted with corrections 2000. Dordrecht: Kluwer; 1993.
- Broom DM, Reefmann N. Chicken welfare as indicated by lesions on carcasses in supermarkets. *Br Poult Sci* 2005; 46:407-414.
- Broom DM, Zanella AJ. Brain measures which tell us about animal welfare. *Anim Welf* 2004; 13:S41-S45.
- Broom DM. Animal welfare: concepts and measurement. *J Anim Sci* 1991; 69:4167-4175.
- Broom DM. Assessing welfare and suffering. *Behav Proc* 1991; 25:117-123.
- Broom DM. A history of animal welfare science. *Acta Biotheoretica* 2011; 59:121-137.
- Broom DM. Animal welfare and legislation. In Smulders FJM, Algers B (eds.) Welfare of Production Animals: Assessment and Management of Risks, Food safety assurance and veterinary public health, Volume 5. Wageningen: Wageningen Academic Publishers; 2009. pp 339-352.
- Broom DM. Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *J Vet Med Edu* 2010; 37:83-88.
- Broom DM. Animal welfare: concept and role in sustainable agriculture and product quality. In Pond WG, Bazer FW and, Rollin BE (eds.) Animal welfare in animal agriculture: husbandry and stewardship in animal production. Taylor and Francis: Boca Raton, FL. in press
- Broom DM. Animal welfare: the concept and the issues. In Dolins FL (ed.) Attitudes to Animals: Views in Animal Welfare. Cambridge (UK), Cambridge University Press; 1999. pp. 129-142.
- Broom DM. Applications of neurobiological studies to farm animal welfare. In Wiepkema PR, van Adrichem PWM (eds.) Biology of Stress in Farm Animals: an Integrated Approach. Dordrecht. The Netherlands. Martinus Nijhoff; 1987. pp. 101-110.
- Broom DM. Behaviour and welfare in relation to pathology. *Appl Anim Behav Sci* 2006; 97:71-83.
- Broom DM. Cognitive ability and awareness in domestic animals and decisions about obligations to animals. *Appl Anim Behav Sci* 2010; 126:1-11.
- Broom DM. Consequences of biological engineering for resource allocation and welfare. In Rauw WM (ed.) Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production, Wallingford: CABI; 2008. pp. 261-274.
- Broom DM. Coping, stress and welfare. In Broom DM (ed.). Coping with Challenge: Welfare in Animals Including Humans. Berlin (Germany), Dahlem University Press; 2001b. pp. 1-9.
- Broom DM. Does present legislation help animal welfare? *Landbauforschung Völkenrode* 2002; 227: 63-69.
- Broom DM. Indicators of poor welfare. *Br Vet J* 1986; 142: 524-526.
- Broom DM. Quality of life means welfare: how is it related to other concepts and assessed? *Anim Welf* 2007; 16 suppl.:45-53.
- Broom DM. The Evolution of Morality and Religion. Cambridge: Cambridge University Press; 2003. 259 p.
- Broom DM. The scientific assessment of animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 1988; 20:5-19.
- Broom DM. The use of the concept animal welfare in european conventions, regulations and directives. Uppsala: SLU Services. Food Chain 2001a: 148-151.
- Broom DM. Welfare assessment and relevant ethical decisions: key concepts. *Ann Rev Biomed Sci* 2008; 10:T79-T90.
- Broom DM. Welfare, stress and the evolution of feelings. *Adv Stud Behav* 1998; 27:371-403.
- Cabanac M. Sensory pleasure. *Quart Rev Biol* 1979; 54:1-129.
- Cronin GM, Wiepkema PR. An analysis of stereotyped behaviours in tethered sows. *Ann Recher Vété* 1984; 15: 263-270.
- Dawkins MS. Animal Suffering: The Science of Animal Welfare. London: Chapman and Hall; 1980.
- Dawkins MS. From an animal's point of view: motivation, fitness and animal welfare. *Behav Brain Sci* 1990; 13:1-31.
- Duncan IJH, Beatty ER, Hocking PM, Duff SRI. Assessment of pain associated with degenerative hip disorders in adult male turkeys. *Res Vet Sci* 1991; 50:200-203.
- Duncan IJH, Petherick JC. The implications of cognitive processes for animal welfare. *J Anim Sci* 1991; 69:5017-502.
- Duncan IJH. Welfare is to do with what animals feel. *J Agricul Environ Eth* 1993; 6(suppl. 2):8-14.
- Forkman B, Keeling LJ (eds). Assessment of Animal Welfare Measures for Dairy Cattle, Beef Bulls and Veal Calves. Welfare Quality Reports No.11; 2009. 297 p.
- Fraser D. Understanding Animal Welfare: the Science in its Cultural Context. Chichester: Wiley Blackwell; 2008.
- Gentle MJ. Neuroma formation following partial beak amputation (beak-trimming) in the chicken *Res Vet Sci* 1986; 41:383-385.
- Harrison R. Animal Machines. London: Vincent Stuart; 1964.

- Hughes BO. The historical and ethical background of animal welfare. *In* How well do our animals fare? Proc. 15th Annual Conference of the Reading University Agricultural Club, 1981, ed. J.Uglow, 1-9; 1982.
- Kirkden RD, Edwards JSS, Broom DM. A theoretical comparison of the consumer surplus and the elasticities of demand as measures of motivational strength. *Anim Behav* 2003; 65: 157-178.
- Knowles TG, Broom DM. Limb bone strength and movement in laying hens from different housing systems. *Vet Rec* 1990; 126:354-356.
- Koolhaas JM, Schuurmann T, Fokema DS. Social behaviour of rats as a model for the psychophysiology of hypertension. *In* Dembrowski TM, Schmidt TH, Blumchen, G (eds.) *Biobehavioural Bases of Coronary Heart Disease*. Basel (Switzerland), Karger; 1983. pp. 391-400.
- Lutgendorf SK. Life, liberty and the pursuit of happiness: good welfare in humans *In* Broom DM (ed.) *Coping with Challenge: Welfare in Animals including Humans* Dahlem University Press Berlin; 2001. pp. 49-62.
- Manser CE, Elliott H, Morris TH, Broom DM. The use of a novel operant test to determine the strength of preference for flooring in laboratory rats. *Lab Anim* 1996; 30:1-6.
- Marchant JN, Broom DM. Effect of dry sow housing conditions on muscle weight and bone strength. *Anim Sci* 1996; 62:105-113.
- Mason GJ, Cooper JJ, Clarebrough C. Frustrations of fur-farmed mink. *Nature* 2001; 410:35-36.
- Mendl M, Zanella AJ, Broom DM. Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. *Anim Behav* 1992; 44:1107-1121.
- Moberg GP. Biological response to stress: key to assessment of animal well-being? *In* Moberg GP. *Animal Stress* American Physiological Society: Bethesda Md; 1985. pp. 27-49.
- Norgaard-Nielsen G. Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cages and on deep litter. *Br Poult Sci* 1990; 31: 81-89.
- Panksepp J. Affective consciousness: core emotional feelings in animals and humans. *Consciousness and Cognition* 2005; 14:30-80.
- Panksepp J. *Affective Neuroscience. The Foundation of Human and Animal Emotion*. New York: O.U.P; 1998.
- Regan T. *In* Clarke S Linzey A (eds.) *Political Theory and Animal Rights*. London: Pluto Press; 1990. pp.176-186.
- Ridley M. *The Origins of Virtue*. London: Viking; 1996.
- Smulders FJM, Algers B. (eds.) *Welfare of Production Animals: Assessment and Management of Risks*. Food safety assurance and veterinary public health, Vol. 5. Wageningen: Wageningen Academic Publishers; 2009.
- Stilwell G, Carvalho RC, Lima MS, Broom DM. Effect of caustic paste disbudding, using local anaesthesia with and without analgesia, on behaviour and cortisol of calves. *Appl Anim Behav Sci* 2009; 116: 35-44.
- Thorpe WH. The assessment of pain and distress in animals. Appendix III in Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept under Intensive Husbandry Conditions, F.W.R. Brambell (chairman). London: H.M.S.O; 1965.
- Waal F de. *Good Natured*. Cambridge Mass: Harvard University Press. 1996.
- Webster J. *Animal Welfare: a Cool Eye towards Eden*. Oxford: Blackwell; 1994. 273p.