

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 702**

51 Int. Cl.:

A01K 11/00 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

A01K 29/00 (2006.01)

A01K 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2016 PCT/EP2016/065241**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017 WO17001538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2016 E 16734324 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3316680**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la identificación de animales individuales basándose en imágenes de la espalda**

30 Prioridad:

01.07.2015 EP 15174783

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

20.05.2020

73 Titular/es:

**VIKING GENETICS FMBA (100.0%)
Ebeltoftvej 16
Drastrup, 8960 Randers SØ, DK**

72 Inventor/es:

**BORCHERSEN, SØREN;
BORGGAARD, CLAUDY
HANSEN, NIELS WORSØE**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 761 702 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para la identificación de animales individuales basándose en imágenes de la espalda

- 5 La presente descripción se refiere a un sistema y un procedimiento para la identificación de animales individuales basándose en imágenes, tales como imágenes 3D, de los animales, especialmente de ganado bovino y vacas.

Antecedentes de la invención

- 10 La identificación de individuos de animales semovientes tales como cerdos, ganado bovino y vacas, normalmente se lleva a cabo mediante sistemas tales como etiquetas de identificación no electrónica, por ejemplo, muescas en las orejas, etiquetas en las orejas, etiquetas numéricas en cadenas en el cuello e identificación electrónica, donde las más comunes incluyen etiquetas electrónicas en las orejas, microchips y collares electrónicos. Cada uno de estos sistemas tiene ventajas y desventajas, y los sistemas no pueden utilizarse meramente para la identificación de animales
- 15 individuales en grupos con recopilación automática simultánea de otra información pertinente para el animal individual.

- En la producción de leche de vaca, hasta el 80 % de los gastos se usa para el pienso de las vacas. La optimización del consumo de pienso con respecto a la producción de leche y la salud de la vaca puede reducir los gastos no solo utilizados para el pienso, sino también para medicamentos o apoyo veterinario. La salud y bienestar de las vacas
- 20 puede aumentar teniendo a las vacas en un sistema de estabulación libre, donde las vacas pueden moverse y, de esta forma, fortalecer los huesos y los músculos. En estos sistemas de estabulación libre, puede ser difícil determinar el consumo de pienso de cada vaca, dado que una estimación de consumo de pienso debe correlacionarse con la vaca individual.

- 25 El documento WO 95/28807 ('Three-dimensional phenotypic measuring system for animals', Pheno Imaging Inc.) describe un sistema de medición fenotípica tridimensional para animales como vacas lecheras. El sistema utiliza una gran cantidad de haces de luz láser modulados desde una cámara láser para medir aproximadamente 100 puntos por pulgada cuadrada del animal. Cada haz láser mide las dimensiones de intensidad, horizontal, vertical y profundidad, y combinando las mediciones, el sistema compone una imagen tridimensional muy precisa del animal. El sistema
- 30 calcula las mediciones fenotípicas deseadas para la conformación del animal combinando mediciones de puntos seleccionados sobre el animal. A continuación, el sistema almacena las mediciones para cada animal en una base de datos informática para uso posterior. El sistema también almacena una imagen de intensidad lumínica de las marcas del animal, que se compara con otras imágenes almacenadas. El sistema crea imágenes de las vistas laterales de los animales y se utiliza para clasificar los animales. El sistema puede buscar en el banco de datos a cada nuevo animal,
- 35 para garantizar que el mismo animal no se procese más de una vez.

- El documento EP 2027770 ('Method and apparatus for the automatic grading of condition of livestock', Icerobotics Limited) describe un procedimiento y un aparato para clasificar una característica de un animal. Se guía al animal hacia un área de detección, tras lo cual se captura una imagen de la espalda del animal. Además, se establece la
- 40 identidad del animal cuando el animal está en el área de detección. La identidad se determina por medio de la lectura de una marca de identificación ubicada en el animal. El análisis de la imagen identifica puntos anatómicos y determina ángulos en estos puntos. A continuación, se utilizan los ángulos para calcular una clasificación para una característica del animal. Se presenta una realización para automatizar la determinación de la condición de puntuación corporal de vacas lecheras utilizando siete ángulos determinados en tres puntos anatómicos a partir de una imagen sobre la
- 45 espalda de la vaca.

- Por lo tanto, la identificación de un animal individual es fácil si es posible tener acceso a la marca de identificación que está asociada a cada animal. Pero muchos animales viven en un sistema de estabulación libre, donde el acceso a la marca de identificación de cada animal no es posible en cualquier momento dado. Además, los animales pueden estar
- 50 situados en un campo al aire libre. En ambas situaciones, es imposible supervisar cada animal individual si no puede accederse a la marca de identificación.

Resumen de la invención

- 55 Si un animal individual en un sistema de estabulación libre no puede ser supervisado de manera constante o frecuente, es prácticamente imposible registrar el consumo de pienso de cada animal. Por lo tanto, la invención descrita actualmente se refiere a un procedimiento para determinar la identidad de un animal individual a partir de la topología de la espalda del animal. Los presentes inventores se han dado cuenta de que cada animal posee características únicas asociadas con la configuración, apariencia, topología y/o contorno natural de la espalda del animal. Los
- 60 inventores se han dado cuenta además de que estas características pueden extraerse de una o más imágenes que

muestran al menos parte de la espalda de un animal. El resultado favorable es que los animales pueden identificarse a partir de una imagen de la espalda de dicho animal si existe una imagen anterior, y preferentemente, sustancialmente reciente, del mismo animal, comparando estas imágenes, tal como extrayendo rasgos distintivos correspondientes de las imágenes que puedan compararse. Utilizar imágenes de la espalda de los animales hace que sea posible identificar y supervisar animales desde arriba, por ejemplo, basándose en sistemas de cámara montados en el techo de un granero/establo, o desde un sistema de cámara aéreo, por ejemplo, por medio de un dron. Los sistemas de cámara aéreos pueden aplicarse además para identificar y supervisar animales en un campo al aire libre.

En una realización, el procedimiento descrito actualmente comprende, por lo tanto, las etapas de:

- 10
- obtener al menos una imagen de al menos una parte de la espalda de un animal, por ejemplo, un animal no identificado, y
 - extraer datos de la al menos una imagen obtenida, relacionándose los datos extraídos, por ejemplo, características predefinidas, con la anatomía y/o la topología de la espalda del animal.
- 15

Cuando la(s) imagen(es) ha(n) sido analizada(s) y los datos extraídos obtenidos de ese modo, puede identificarse al animal si, por ejemplo, características predefinidas en la imagen coinciden con características predefinidas de una imagen (de referencia) anterior del mismo animal. Por lo tanto, puede establecerse una correspondencia entre dos o más imágenes del mismo animal porque la anatomía de la espalda de un animal es única para cada animal, al menos en un rebaño o población de animales con solo un número limitado de animales. La imagen (de referencia) anterior puede asociarse, además, con la identidad del animal, por ejemplo, con la identidad del animal que corresponde a la marca de identificación del animal. Por lo tanto, una vez que se establece una correspondencia entre la identidad del animal, por ejemplo, mediante la marca de identificación, y una o más características anatómicas predefinidas de la espalda del animal, este animal puede identificarse posteriormente meramente por medio de imágenes que muestran (al menos una parte de) la espalda de dicho animal.

20

25

En una realización adicional, los datos extraídos se comparan con datos de referencia extraídos de al menos una imagen de referencia de una espalda de un animal identificado, donde la información de la identidad del animal identificado puede relacionarse con la al menos una imagen de referencia. Además, basándose en la comparación, puede determinarse si el animal no identificado corresponde al animal identificado. Las etapas de comparar los datos extraídos con datos de referencia y determinar si el animal no identificado corresponde a un animal identificado pueden repetirse para una pluralidad de imágenes de referencia de una pluralidad de animales identificados hasta que se obtenga una coincidencia y el animal no identificado haya sido identificado. Los datos extraídos también pueden hacerse coincidir o compararse con una base de datos de características (anatómicas) predefinidas, comprendiendo la base de datos, por ejemplo, características predefinidas de cada animal en la población o rebaño de animales que precisan distinguirse y puede asociarse un conjunto de características predefinidas con exactamente un animal de identidad conocida. Una vez que se obtiene una coincidencia entre conjuntos de características predefinidas, se identifica el animal no identificado.

30

35

La presente descripción se refiere además a un procedimiento para determinar la identidad de un animal individual en una población de animales con identidad conocida, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 40
- adquirir al menos una imagen de la espalda de un animal preseleccionado, y
 - extraer datos de dicha al menos una imagen con respecto a la anatomía y/o la topología de la espalda del animal preseleccionado y
 - comparar y/o hacer coincidir dichos datos extraídos con datos de referencia que corresponden a la anatomía y/o la topología de la espalda de los animales con identidad conocida, identificando de ese modo el animal preseleccionado.
- 45
- 50

Por lo tanto, el sistema y procedimiento como se describen en este documento pueden determinar el animal individual basándose en la anatomía de la espalda de un animal, por lo que es posible estimar la ingesta de, por ejemplo, forraje combinando la invención descrita en este documento con el sistema para determinar el consumo de alimento como se describe en, por ejemplo, el documento WO 2014/166498 ('System for determining feed consumption of at least one animal', Viking Genetics FMBA) donde se utiliza un sistema de imagen para evaluar la cantidad de alimento consumido por cada animal identificado determinando la reducción de alimento en imágenes posteriores del área de alimentación delante de cada animal identificado.

55

Con el procedimiento de identificación descrito actualmente, podría ser factible que los animales no precisen una marca de identificación visible porque los animales sean distinguibles basándose en las imágenes de la espalda. Por lo tanto, una vez que las imágenes se adquieran inicialmente de la espalda de todos los animales, pueden distinguirse

60

entre sí posteriormente basándose en las distintas imágenes de la espalda de cada animal e identificarse de esta forma.

5 La comparación de los datos extraídos de al menos una imagen con datos extraídos de una imagen (de referencia) anterior puede llevarse a cabo mediante cualquier procedimiento posible para comparar datos, y puede basarse en cualquier dato extraído directamente de las imágenes o de cualquier dato calculado basándose en las imágenes. Pueden calcularse vectores, pueden determinarse puntuaciones, tales como de componentes principales (puntuaciones de PC) para un análisis de componentes principales, y estos pueden incluirse en el procedimiento de comparación y/o utilizarse para llevar a cabo cálculos adicionales, tales como un producto escalar, y la comparación se lleva a cabo a continuación a partir del producto calculado.

15 Los animales pueden ser de cualquier especie, raza o grupo de animales y, por ejemplo, pueden seleccionarse del grupo de ganado bovino, vacas, vacas lecheras, toros, terneras, cerdos, cerdas, jabalíes, machos castrados, lechones, caballos, ovejas, cabras, venados.

15 Pueden extraerse datos de referencia de al menos una imagen (de referencia) adquirida de la espalda de cada uno de los animales de la población de animales. Puede obtenerse una imagen de referencia de un animal determinando al mismo tiempo la identidad del animal, leyendo un marcador de identificación asociado a dicho animal.

20 Por lo tanto, puede obtenerse al menos una imagen de referencia de la espalda de un animal identificado, por ejemplo,

- proporcionando el número de identificación de un animal, siendo, por lo tanto, el animal un animal identificado,

- proporcionando al menos una imagen de la espalda del animal identificado y

25

- almacenando en una base de datos el número de identificación del animal identificado, junto con la al menos una imagen de la espalda del animal identificado, siendo por lo tanto la imagen una imagen de referencia.

30 La al menos una imagen de referencia de la espalda de un animal identificado puede obtenerse frecuentemente, tal como cada día, pero puede determinarse debido al tipo de animales que se van a identificar. Un plazo relativamente corto, por ejemplo, uno o dos días, puede ser importante al identificar vacas lecheras.

35 El procedimiento puede basarse en imágenes e imágenes de referencia que son imágenes topográficas de la espalda de los animales, tales imágenes pueden obtenerse como imágenes 3D.

35 La presente descripción también se refiere a un sistema de identificación de animales para determinar la identidad de un animal individual entre una población de animales con identidad conocida, el sistema puede comprender

40 - un sistema de formación de imágenes configurado para adquirir al menos una imagen de la espalda de un animal preseleccionado y

- una unidad de procesamiento configurada para

45 -o extraer datos de dicha al menos una imagen con respecto a la anatomía y/o la topología de la espalda del animal preseleccionado y

-o hacer coincidir dichos datos extraídos con datos de referencia que corresponden a la anatomía y/o la topología de la espalda de cada uno de los animales con identidad conocida, identificando de ese modo el animal preseleccionado.

50

El sistema puede comprender además una unidad de formación de imágenes de referencia para proporcionar una o más imágenes de referencia de un animal de la población de animales, comprendiendo dicha unidad de formación de imágenes de referencia

55

- al menos un dispositivo de determinación de identidad configurado para determinar la identidad de dicho animal, tal como leyendo al menos un marcador de identificación asociado a dicho animal y

- al menos una cámara configurada para adquirir al menos una imagen (de referencia) de la espalda de dicho animal.

60

El sistema puede configurarse además para asociar la identidad determinada del animal con dicha al menos una imagen adquirida por dicha(s) cámara(s) y, opcionalmente, almacenar dicha al menos una imagen como una imagen

de referencia.

Por lo tanto, el animal preseleccionado puede verse como no identificado porque, en el momento de la adquisición de la imagen, el sistema puede no conocer la identidad del animal. Por otro lado, la identidad del animal preseleccionado no es conocida en sí, porque ha sido identificada anteriormente y existen datos de referencia, que comprenden, posiblemente, características de la anatomía del animal, de modo que el animal preseleccionado puede ser identificado automáticamente poco después de la adquisición de la imagen. Los datos de referencia pueden basarse/extraerse de una o más imágenes anteriores del animal preseleccionado.

- 10 La unidad de procesamiento puede ser parte de un dispositivo informático y pueden intercambiarse imágenes, datos extraídos, imágenes de referencia y/o datos de referencia con una base de datos que puede ser parte del sistema de identificación de animales, o el sistema puede tener acceso a la base de datos. El sistema de adquisición de imágenes puede comprender una o más cámaras. El sistema de identificación de animales puede configurarse de modo que al menos algunas de dichas cámaras estén dispuestas de modo que estén ubicadas sobre los animales que van a ser identificados para poder formar imágenes de la espalda de los animales. Las cámaras pueden estar en una ubicación fija, pero pueden configurarse de modo que el campo visual pueda variarse para formar imágenes de distintas áreas.

El sistema de identificación de animales descrito actualmente también puede ser parte de un sistema aéreo, tal como se indicó anteriormente.

- 20 Una realización adicional del sistema de identificación de animales no según la invención se refiere a un sistema para determinar la identidad de un animal individual a partir de la apariencia natural y/o la topología de la espalda de dicho animal, el sistema puede comprender

- 25 - al menos una cámara para obtener al menos una imagen de la espalda de un animal no identificado,
- al menos una base de datos o admisión a al menos una base de datos para almacenar datos relacionados con al menos una imagen de referencia de la espalda de un animal identificado y para almacenar datos relacionados con al menos una imagen de la espalda de un animal no identificado,
- 30 - medios de transmisión de datos para transmitir datos desde dicha al menos una cámara a dicha base de datos y
- al menos un medio de procesamiento conectado a dicha base de datos, estando configurado dicho medio de procesamiento para comparar datos extraídos de dicha al menos una imagen de un animal no identificado con datos extraídos de al menos una imagen de referencia donde dichos datos extraídos se relacionan con la apariencia natural y/o la topología de la espalda del animal y, basándose en esta comparación, determinar si dicho animal no identificado corresponde a dicho animal identificado.

- 40 Preferentemente, las imágenes obtenidas de la espalda de los animales son imágenes 3D que pueden obtenerse mediante cualquier sistema de cámara adecuado capaz de proporcionar imágenes 3D, tal sistema puede basarse, por ejemplo, en cámaras telemétricas, cámaras estéreo, cámaras de tiempo de vuelo.

- El procedimiento y sistema pueden utilizarse no solo para determinar la identidad de animales, sino también, por ejemplo, para determinar la cantidad de pienso consumido por un animal. Las imágenes del pienso ubicado delante de un animal que se alimenta pueden analizarse por procedimientos similares a los descritos en esta solicitud para la identificación de animales para determinar la cantidad de consumo de pienso. La invención hace posible determinar el consumo de pienso de animales individuales y almacenar tal información en una base de datos, por ejemplo, en relación con el archivo de ese animal. También pueden supervisarse condiciones de clasificación o de salud con el sistema descrito en esta solicitud, y tal información también puede almacenarse en el archivo del animal, haciendo posible seguir el desarrollo de un animal y/u optimizar su producción, por ejemplo, producción de leche, controlando el tipo y la cantidad de consumo de pienso.

Los sistemas descritos en esta solicitud pueden configurarse para llevar a cabo cualquiera de los procedimientos descritos en esta solicitud.

55 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Fig. 1 ilustra vacas que se alimentan en una vaqueriza en la cual está instalado un sistema de la presente invención.

- 60 La Fig. 2 ilustra ejemplos de diferentes puntos preseleccionados en la espalda de una vaca.

La Fig. 3 ilustra ejemplos de rasgos distintivos establecidos con respecto a la espalda de un animal, aquí la espalda

de una vaca.

La Fig. 4 ilustra el perfil de altura a lo largo de la columna vertebral de dos vacas.

- 5 La Fig. 5 ilustra una reconstrucción 3D de Mesa Imaging de la parte de una vaca con una altura superior a 90 cm desde el nivel del suelo.

La Fig. 6 ilustra la espalda de una vaca.

- 10 La Fig. 7 ilustra la espalda de la vaca de la Fig. 6 con indicaciones de algunos datos/rasgos distintivos que pueden utilizarse en el análisis.

La Fig. 8 ilustra la determinación del área basándose en datos reescalados obtenidos de la parte de una vaca con una altura superior a 90 cm desde el suelo.

- 15 Las Figs. 9 y 10 ilustran distintos perfiles de grosor y perfiles de altura a alturas predeterminadas de dos vacas. Los datos están reescalados.

La Fig. 11 ilustra un perfil de altura vertical de una vaca.

- 20 La Fig. 12 ilustra la determinación de una vaca basándose en una red neuronal tal como un sistema de aprendizaje profundo.

Descripción detallada de la invención

- 25 La invención se refiere a un procedimiento y sistema para determinar la identidad de un animal individual según las reivindicaciones 1 y 11, respectivamente. Se especifican limitaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

- 30 Un aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la identidad de un animal individual a partir de la anatomía y/o la topología de la espalda del animal como se describió anteriormente. Al comparar datos extraídos de al menos una imagen de un animal (no identificado) con datos de referencia extraídos de al menos una imagen de referencia, los datos que se van a comparar se obtienen de rasgos distintivos correspondientes de la espalda de los animales. Los datos que se van a comparar se extraen de rasgos distintivos de la espalda de los animales. Tales rasgos distintivos se basan en la anatomía y/o la topología de la espalda del animal. Rasgos distintivos naturales pueden incluir cualquier rasgo distintivo descrito en este documento, así como cualquier marca en la piel, como rasguños, cicatrices, etc. Preferentemente, los rasgos distintivos naturales no incluyen etiquetas de identificación permanentes aplicadas al animal por humanos, como hierros o números de identificación aplicados, por ejemplo, por marcado por congelación, marcado a fuego o tatuajes.

- 40 La identidad de un animal puede ser un número de identificación, un nombre o código utilizado para identificar de forma única al animal, por ejemplo, en la población, en una región, país y/o globalmente. Por lo tanto, un "animal identificado" es un animal con una identidad.

- 45 Un "animal no identificado" como se utiliza en esta solicitud significa un animal con respecto al cual en cierto momento ninguna identidad está relacionada con una imagen de la espalda del animal y donde la identidad puede ser un número de identificación del animal. Un animal no identificado es preferentemente un animal que pertenece a una población de animales identificados, por ejemplo, teniendo cada animal un número de identificación; esta población puede ser un rebaño, por ejemplo, de vacas, ganado bovino u otros animales descritos en otra parte en esta solicitud. Al utilizar el procedimiento y sistema como se describen en esta solicitud, los animales pueden cambiar de estado entre animal identificado y no identificado, y viceversa, en un tiempo muy corto. El cambio de estado de un animal puede producirse cuando un animal camina a través de un corral o establo y se obtiene al menos una nueva imagen de la espalda del animal. Cuando los datos extraídos de esta al menos una imagen se comparan con datos extraídos de al menos una imagen de referencia y se halla una coincidencia, el animal cambia de estado de no identificado a identificado. Por lo tanto, un animal no identificado también puede indicarse como un animal que debe ser identificado.

- 55 Una imagen de un animal no identificado se obtiene preferentemente en una ubicación donde no es fácil o es imposible registrar una etiqueta de ID del animal de manera inequívocamente simultánea a la obtención de la imagen. Tal ubicación puede estar en un campo donde la distancia desde una etiqueta de ID electrónica a una antena capaz de registrar las ID es demasiado grande para registrar y/o una etiqueta de ID no electrónica no puede verse por un medio de formación de imágenes debido a una distancia muy grande y/o la posición de las etiquetas en el animal hace imposible ver la etiqueta de ID. La ubicación también puede ser donde los animales estén demasiado cerca unos de otros para registrar una ID individual que, para algunos, puede relacionarse con una imagen de la espalda del animal

tomada sustancialmente al mismo tiempo en que se registra la ID del animal. Tal ubicación también puede ser un campo o un sistema de estabulación libre, por ejemplo, un sistema de estabulación libre para vacas, tal como un área de alimentación para vacas en sistemas de estabulación libre.

5 El término "la espalda de un animal" como se usa en esta solicitud como "espalda de un animal no identificado" o "espalda de un animal identificado" es una referencia a la parte anatómica del animal que contiene la columna vertebral, es decir, el dorso. Por lo tanto, el término "la espalda del animal", como se usa en esta solicitud, no pretende hacer referencia a la parte trasera o posterior del animal, por ejemplo, la parte de la vaca que comprende sus patas traseras, como podría verse desde un costado o desde detrás del animal. Por lo tanto, la al menos una imagen y la al
10 menos una imagen de referencia se obtienen desde arriba del animal, por ejemplo, directamente desde arriba o desde un ángulo desde arriba del animal. Las imágenes y las imágenes de referencia tomadas desde arriba de un animal pueden incluir, junto con la espalda, también la cabeza y el cuello del animal, y estas partes de los animales también pueden utilizarse para comparar una imagen con al menos una imagen de referencia.

15 La presente invención se basa en la comprensión de que la espalda de un animal puede utilizarse como una característica anatómica única. Por consiguiente, adquiriendo una o más imágenes de al menos una parte de la espalda y extrayendo datos relacionados con la anatomía y/o la topología de la espalda, puede identificarse al animal comparando con características mencionadas anteriormente. Por lo tanto, una imagen de la espalda de un animal, como se usa en esta solicitud, debería comprender suficiente información, de modo que puedan extraerse de la imagen
20 características relevantes de la anatomía y/o la topología de la espalda. Por lo tanto, en una realización, al menos una parte de la columna vertebral se incluye en la imagen. En una realización adicional, una imagen de la espalda de un animal incluye la columna vertebral desde la base de la cola a lo largo y al menos hasta el punto donde comienza en cuello. El comienzo del cuello (visto desde la espalda hacia la cabeza del animal) puede definirse por un 'punto del cuello' que es la ubicación entre el cuerpo del animal y la cabeza donde el grosor del cuerpo es inferior a una parte
25 predeterminada de la anchura más ancha del animal, para las vacas y el ganado bovino, el 'punto del cuello' puede ser donde el cuello es menos del 38 % de la anchura más ancha del animal. El "punto del cuello" para las vacas se ilustra en la Fig. 7 como el área que incluye los puntos finales izquierdos de las curvas ilustradas a lo largo de la espalda de la vaca. Preferentemente, también se incluye la posición de al menos un omóplato (escápula) al obtener una imagen de la espalda de un animal.

30 Una imagen de la espalda de un animal también incluye, preferentemente, al menos los 10, 15 o 20 cm superiores de al menos un costado del animal, donde esta distancia se calcula a partir de cualquier punto más alto a lo largo de la columna vertebral y hacia abajo, por lo tanto, la columna vertebral y una línea inferior virtual, por ejemplo, 15 cm por debajo de la columna vertebral, tendrían contornos similares (serían paralelas). Para vacas/ganado bovino, una
35 imagen de la espalda preferentemente debería incluir al menos la columna vertebral desde la base de la cola hasta el cuello y al menos 15 cm por debajo de la columna vertebral en al menos de un costado de la vaca/ganado bovino.

Al obtener al menos una imagen de la espalda de un animal, la situación ideal es obtener la al menos una imagen sustancialmente directamente encima del animal, donde la imagen puede incluir la columna vertebral y el área a ambos
40 costados de la columna vertebral que es visible desde arriba. Sin embargo, por razones prácticas, puede ser inviable utilizar un sistema de formación de imágenes donde pueda formarse la imagen de cada animal, por ejemplo, en un establo, directamente desde arriba. En una implementación práctica (una parte de), el área de un costado de la columna vertebral puede ser bloqueada parcial o totalmente por la columna vertebral que se encuentra más elevada en el campo visual de la(s) imagen(es), por ejemplo, si el sistema de formación de imágenes no está ubicado
45 suficientemente elevado con respecto a los animales correspondientes.

Por lo tanto, al obtener al menos una imagen de la espalda de un animal donde la imagen se obtiene desde un ángulo tal que no incluya datos de ambos costados de la columna vertebral, o si faltan datos de una parte de un costado de la columna vertebral, entonces los datos que faltan pueden calcularse de modo que los datos correspondientes de un
50 costado de la columna vertebral se replican en el otro costado de la columna vertebral para obtener un conjunto completo de datos de la espalda del animal. Tal 'conjunto completo de datos' debería entenderse como el término 'imagen' como se utiliza en esta solicitud, es decir, una 'imagen' puede ser datos obtenidos de una imagen obtenida sin replicar ningún dato o pueden ser datos obtenidos de una imagen obtenida replicando algunos datos. En la práctica, puede obtenerse una imagen de un animal que incluye la columna vertebral y el área solo en un costado, por ejemplo,
55 el costado izquierdo del animal, esta imagen puede convertirse en un "conjunto completo de datos" replicando los datos del costado izquierdo al costado derecho del animal antes de utilizar la imagen (es decir, el conjunto completo de datos) para determinar la identificación del animal como se describe en esta solicitud. La replicación de datos de un costado de la espalda de un animal al otro costado de la espalda del animal puede llevarse a cabo para cualquier imagen obtenida, tal como imágenes obtenidas a un ángulo inferior a $\pm 90^\circ$ donde la posición inicial es la ubicación de
60 la dirección longitudinal de la columna vertebral.

La etapa de replicación de datos puede llevarse a cabo cuando el procesamiento de los datos registre que falta

información, de modo que la información que falta pueda obtenerse replicando los datos correspondientes del otro costado de la columna vertebral.

5 No es necesaria la replicación si está contenida suficiente información en la imagen, de modo que puedan extraerse de la imagen suficientes datos relacionados con las características anatómicas y/o topológicas de la espalda con el fin de identificar el animal.

10 Los datos obtenidos de una imagen también pueden incluir datos relacionados con el cuello y/o con la cabeza. Sin embargo, tales datos pueden utilizarse con otros fines aparte de determinar la identidad del animal, por ejemplo, para determinar la ubicación del hocico. Cuando se determina la ubicación del hocico, esto puede corresponder al hecho de que el animal está comiendo y de dónde está comiendo el animal, tal información puede correlacionarse con información que determine el consumo de pienso. Por lo tanto, identificando el hocico de un animal que está comiendo, esto corresponde a identificar la ubicación de un comedero virtual a través de la cual puede determinarse el consumo de pienso.

15 El término "comparar imágenes" debería entenderse como la comparación de datos extraídos de las imágenes.

En una imagen de referencia de un animal, se conoce la identidad del animal mostrado en la imagen.

20 Pueden obtenerse una o más imágenes de referencia de la espalda del animal, tal como un animal identificado, al menos una vez al mes, tal como al menos cada tres semanas, por ejemplo, al menos cada dos semanas o al menos una vez por semana. Preferentemente, se obtiene una imagen de referencia al menos dos veces por semana, tal como al menos tres veces por semana, por ejemplo, al menos cuatro veces por semana, tal como al menos cinco veces por semana. Preferentemente, se obtiene al menos una imagen de referencia de un animal al menos cada dos días, más
25 preferentemente se obtiene al menos una imagen de referencia de un animal al menos una vez al día, tal como dos veces al día, por ejemplo, tres veces al día.

30 Para la determinación de un intervalo entre la obtención de al menos una imagen de referencia de la espalda de un animal, deberían considerarse los posibles cambios de la anatomía y/o la topología de la espalda. El intervalo entre la obtención de imágenes de referencia subsiguientes debería ser lo suficientemente corto para registrar cambios de la anatomía y/o la topología de la espalda para el animal individual y aun así ser capaz de identificar al animal basándose en imágenes de la espalda. Para el ganado bovino lechero, el intervalo de tiempo entre la obtención de imágenes de referencia es preferentemente más corto que para el ganado bovino de engorde. El propósito de la identificación de un animal no identificado también debería considerarse al determinar un intervalo de tiempo entre la obtención de
35 imágenes de referencia. Tales propósitos se describen en otra parte en esta solicitud y pueden estar relacionados con una solicitud de información, por ejemplo, de estado fisiológico, estatura, salud, estado físico, etc.

40 Puede obtenerse una imagen de referencia de un animal en una ubicación donde se sepa que el animal debe pasar al menos una vez al día, si este es el intervalo determinado entre la obtención de imágenes de referencia. Tal ubicación puede ser a la entrada o salida del área de ordeño si el animal está en un grupo de vacas lecheras. Una ubicación para obtener una imagen de referencia también puede ser en un abrevadero, un camino de entrada, una estación de bebida u otro lugar donde lo más probable es que el animal se encuentre o pase todos los días, o frecuentemente.

45 El tiempo adecuado y el tiempo aceptable más largo, es decir, el intervalo entre la obtención de dos imágenes de referencia de un solo animal también puede determinarse debido a las características del animal, estas características pueden ser la raza, la variedad, la edad, la madurez, la salud, etc. El intervalo también puede determinarse debido al propósito de controlar al animal y al propósito de identificar al animal. El propósito de controlar al animal puede ser para la producción de leche, carne, crías (por ejemplo, lechones) o semen, o puede ser con otros propósitos tales conservación o presentación, por ejemplo, en zoológicos o uso para competiciones, por ejemplo, carreras de caballos
50 y salto de obstáculos. Cada propósito para criar al animal puede afectar a la forma del animal, incluyendo la anatomía de la espalda o la topología de la espalda, de manera diferente y con diferente velocidad. Un animal criado para la producción de leche puede tener un balance energético negativo y normalmente adelgaza bastante rápido durante el período de ordeño y, por lo tanto, puede recomendarse un intervalo corto entre la obtención de imágenes de referencia, mientras que un animal crido para la producción de carne, aunque aumenta su tamaño, no cambia la anatomía ni la
55 topología de la espalda tan rápido como una vaca lechera y, para el animal criado para la producción de carne puede ser necesario solamente obtener una imagen de referencia una vez al mes o una vez cada dos semanas. Otros factores también pueden tener una influencia sobre la anatomía y/o la topología de la espalda del animal, tal como la salud.

60 Una imagen de referencia y/o datos de referencia de un animal es una imagen de (la espalda de) un animal o datos, por ejemplo, características anatómicas, que corresponden al animal, donde se conoce la identidad del animal, es decir, si la imagen se almacena en una base de datos, la identidad del animal se asocia/conecta con la imagen y los

datos asociados con la imagen comprenden información de la identidad del animal.

En una realización, se obtiene al menos una imagen de referencia de la espalda del animal

- 5 - proporcionando el número de identificación del animal, siendo, por lo tanto, el animal un animal identificado y
- adquiriendo al menos una imagen de la espalda del animal identificado.

El número de identificación del animal identificado y la al menos una imagen de la espalda del animal identificado
10 pueden almacenarse posteriormente juntos en una base de datos, siendo, por lo tanto, la imagen una imagen de referencia. También pueden extraerse datos de la imagen para proporcionar datos de referencia del animal identificado y los datos de referencia pueden almacenarse, por ejemplo, en una base de datos. Almacenar los datos de referencia solamente, en vez de las imágenes reales, es más eficaz en cuanto a espacio de almacenamiento.

15 Proporcionar el número de identificación de un animal y proporcionar al menos una imagen de la espalda de este animal puede realizarse de forma simultánea o lo uno poco después de lo otro, en cualquier orden. Poco significa en menos de 60 segundos, tal como menos de 30 segundos, por ejemplo, menos de 15 segundos, por ejemplo, menos de 10 segundos, tal como menos de 5 segundos, por ejemplo, menos de 1 segundo, tal como menos de 0,5 segundos.

20 Cuando se obtiene el número de identificación del animal y al menos una imagen de la espalda del mismo animal, y estos se almacenan juntos, esto es una imagen de referencia de un animal identificado, es decir, la identificación del animal y la anatomía y/o topografía de su espalda se conoce o puede conocerse al obtener y procesar datos de la al menos una imagen, y estos datos pueden almacenarse junto con la ID del animal en una base de datos. El número de identificación de un animal puede obtenerse mediante cualquier procedimiento conocido, por ejemplo, basándose
25 en una etiqueta electrónica, tal como una etiqueta electrónica en la oreja, una etiqueta electrónica en un collar o un microchip debajo de la piel. También son posibles etiquetas no electrónicas.

Cuando la identidad de un animal se obtiene, por ejemplo, mediante un dispositivo de determinación de identidad, esto puede activar un sistema para proporcionar al menos una imagen de la espalda de este animal identificado. La imagen
30 de referencia de la espalda de un animal identificado también puede obtenerse poco después de haberse proporcionado el número de identificación del animal identificado.

Una imagen de referencia y/o la ID del animal también pueden obtenerse manualmente, donde el número de ID es introducido en un sistema por un ser humano y/o un ser humano puede activar una cámara para obtener al menos
35 una imagen de la espalda de un animal con el número de ID que es o ha de ser introducido en el sistema.

En principio, cualquier imagen del animal, o datos extraídos de la misma, adquiridos como se describe en esta solicitud, pueden convertirse en una imagen de referencia, porque una vez que se proporciona una identificación del animal en la imagen según el procedimiento descrito en esta solicitud, existe una asociación/conexión entre la imagen del animal
40 y la identidad del animal de la imagen.

Cuando un nuevo animal entra en una población, por ejemplo, cuando una nueva vaca o ganado bovino se une a un rebaño, puede obtenerse al menos una imagen de referencia de la espalda de este animal. La al menos una imagen de referencia puede considerarse inicialmente una imagen de un animal desconocido y evaluarse en el sistema para
45 asegurarse de que no se obtiene ninguna coincidencia entre esta imagen y las imágenes de referencia de la base de datos. Si se encuentra una coincidencia entre la al menos una imagen del nuevo animal y las imágenes de referencia de las bases de datos, el número de rasgos distintivos utilizados para comparar imágenes e imágenes de referencia debería aumentarse, preferentemente, hasta que no se obtenga ninguna coincidencia basándose en la imagen del nuevo animal. Después, la al menos una imagen del nuevo animal puede considerarse una imagen de referencia o un
50 grupo de imágenes de referencia. Para cada animal, puede almacenarse un número de imágenes de referencia. Al comparar al menos una imagen de un animal no identificado con imágenes de referencia, puede decidirse comparar solo con las imágenes de referencia obtenidas en último lugar para cada animal identificado, tales imágenes de referencia, por ejemplo, pueden ser las últimas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 imágenes de referencia obtenidas para cada animal, o pueden ser promedios de datos extraídos de imágenes de referencia obtenidas, por ejemplo, las últimas 2,
55 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 veces que el animal haya sido sometido al registro de imágenes de referencia.

En la práctica, cada una de al menos una imagen de un animal no identificado puede compararse con al menos una imagen de referencia de un número de animales. Una identidad de un animal puede determinarse comparando un número de imágenes de la espalda de este animal con un número de imágenes de referencia de animales, por ejemplo,
60 de un rebaño, y puede determinarse que la identidad coincide con imágenes de referencia obtenidas la mayoría de las veces. Por ejemplo, si 10 imágenes de un animal no identificado se comparan con imágenes de referencia y 8 de estas imágenes coinciden con al menos una imagen de referencia del animal A y las 2 imágenes restantes coinciden

con al menos una imagen de referencia del animal B, puede determinarse que el animal no identificado es el animal A.

El número de imágenes de la espalda de un animal no identificado que deberían compararse con al menos una imagen de referencia de una cantidad de animales identificados puede ser al menos 5, tal como al menos 10, por ejemplo, al menos 15, tal como al menos 20, por ejemplo, al menos 25, tal como al menos 30, por ejemplo, al menos 35, tal como al menos 40, por ejemplo, al menos 45, tal como al menos 50, por ejemplo, al menos 75, tal como al menos 100. Preferentemente, el número de imágenes de la espalda de un animal no identificado que deberían compararse con al menos una imagen de referencia de un número de animales identificados es aproximadamente 5, tal como aproximadamente 10, por ejemplo, aproximadamente 15, tal como aproximadamente 20, más preferentemente aproximadamente 10, por ejemplo, aproximadamente 15.

La imagen y la imagen de referencia pueden ser imágenes topográficas de la espalda de los animales, de modo que ambas sean imágenes 3D. Las imágenes 3D pueden convertirse en capas de imágenes 3D, por lo tanto, la imagen y la imagen de referencia pueden ser cada una múltiple capa de imágenes 3D, incluyendo cada una un número de píxeles que corresponde al tamaño (en cuanto a longitud y anchura) del animal y el número de capas que corresponde a la altura del animal. Al determinar la identidad de un animal no identificado, la al menos una imagen obtenida se compara con la al menos una imagen de referencia comparando datos con respecto a al menos un rasgo distintivo obtenido de la al menos una imagen con datos con respecto a al menos un rasgo distintivo correspondiente obtenido de la al menos una imagen de referencia.

El al menos un rasgo distintivo utilizado para comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia puede ser valores del área de múltiples capas de dicha imagen 3D. El al menos un rasgo distintivo también puede ser valores seleccionados del grupo de: perfil topográfico del animal, la altura del animal, la anchura del animal, línea de contorno o perfil de altura a lo largo de la columna vertebral del animal, la longitud de la espalda, gráficos de contorno de alturas distintas del animal, tamaño de cavidades, profundidad de cavidades, la distancia entre dos puntos o rasgos distintivos preseleccionados del animal, ángulos entre líneas determinadas entre puntos o rasgos distintivos predeterminados del animal, perfil(es) de altura vertical en diferentes puntos preseleccionados. Ejemplos del uso de datos extraídos de imágenes se describen en el Ejemplo 2; uno o más de estos tipos de datos pueden utilizarse junto con cualquier otro tipo de datos mencionado en esta solicitud, así como con más tipos de datos extraídos directamente de las imágenes o calculados a partir de datos extraídos de las imágenes, y el tipo y número de datos puede determinarse debido al número de animales y debido a la especie y/o raza del animal en un rebaño.

La altura del animal puede ser la altura promedio de la línea de contorno a lo largo de la columna vertebral, o puede ser la altura en las patas, por ejemplo, la altura promedio en las patas, o puede ser la altura en la base de la cola. La longitud de la espalda puede determinarse como la longitud en una altura del 90 % de la altura total del animal, por ejemplo, para un animal con una altura máxima de 165 cm, la longitud de la espalda se determina a la altura de 148,5 cm. Puede determinarse una anchura del animal como la anchura entre dos puntos preseleccionados. Una longitud de la línea de contorno a lo largo de la columna vertebral puede determinarse como la distancia desde el cuello hasta la base de la cola. Puede determinarse un perfil de altura vertical a lo largo de la longitud de la columna vertebral. Al determinar gráficos de contorno para diferentes alturas de un animal, el área de la espalda del animal a ciertas alturas se determina, por ejemplo, % de altura a 166-170 cm, % de altura a 161-165 cm, % de altura a 156-160 cm, % de altura a 151-155 cm, % de altura a 146-150 cm, etc. para obtener un grupo de áreas para el animal. La altura descrita puede modificarse debido a la altura real de un animal que debe ser identificado de un animal identificado. En el Ejemplo 2 se ofrecen ejemplos de gráficos de contorno.

Al comparar datos procedentes de imágenes para determinar la identidad de un animal, esto puede llevarse a cabo comparando "máscaras" de la espalda del animal con "máscaras" correspondientes de espaldas de animales en las imágenes de referencia. Una "máscara" puede incluir la espalda del animal y, opcionalmente, también el cuello y la cabeza del animal. Una "máscara" de la espalda de un animal son datos que describen la topología de la espalda del animal y se pueden visualizar como se muestra en la Fig. 5.

Los puntos preseleccionados pueden seleccionarse del grupo de cadera derecha, cadera izquierda, hombro derecho, hombro izquierdo, base de la cola, cuello, (1) costilla anterior izquierda, (2) inicio de costilla corta izquierda, (3) inicio de la tuberosidad izquierda, (4) punto medio anterior de la tuberosidad izquierda; (5) tuberosidad izquierda, (6) punto medio posterior de la tuberosidad izquierda, (7) extremo de la tuberosidad izquierda, (8) anca izquierda, (9) isquion izquierdo, (10) nadir izquierdo de la base de la cola, (11) unión izquierda de la base de la cola, (12) cola, (13) unión derecha de la base de la cola, (14) nadir derecho de la base de la cola, (15) isquion derecho, (16) anca derecha, (17) extremo de la tuberosidad derecha, (18) punto medio posterior de la tuberosidad derecha, (19) tuberosidad derecha, (20) punto medio anterior de la tuberosidad derecha, (21) inicio de la tuberosidad derecha, (22) inicio de costilla corta derecha y (23) costilla anterior derecha. Los números indicados corresponden a los números de la Fig. 2. La ubicación de estos puntos y/o su altura, por ejemplo, por encima del nivel del suelo, pueden en sí ser datos para comparación

de imágenes; sin embargo, más preferentemente, estos puntos se utilizan para calcular distancias entre sí, para calcular ángulos entre líneas diferentes entre puntos diferentes, para determinar la ubicación de perfiles de altura longitudinal y/o vertical, etc.

- 5 Los rasgos distintivos que han de utilizarse para comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia pueden ser cualquier rasgo distintivo que pueda medirse y/o detectarse. Preferentemente, el rasgo distintivo es una característica natural del animal, tal como una parte del fenotipo del animal, aunque también pueden utilizarse heridas y/o cicatrices como un rasgo distintivo. El rasgo distintivo preferentemente no es una marca aplicada al animal por un ser humano, tal como un hierro, por ejemplo, un hierro de ID. Los rasgos distintivos de fenotipos incluyen los rasgos distintivos mencionados anteriormente y también pueden ser colores de piel, patrón de color, ubicación de cavidades, profundidad de cavidades y/o áreas de cavidades.

Al comparar el al menos un rasgo distintivo o datos obtenidos de al menos una imagen, esto puede llevarse a cabo como un procedimiento de identificación secuencial que compara secuencialmente un único rasgo distintivo de un animal no identificado con un rasgo distintivo correspondiente de animales identificados.

Un procedimiento de identificación secuencial puede ser comparando un primer rasgo distintivo, por ejemplo, la altura del animal obtenida de una imagen de un animal no identificado con un primer rasgo distintivo correspondiente de imágenes de animales identificados, es decir, de imágenes de referencia, por lo tanto se aíslan los animales identificados que cumplan con el rasgo distintivo (= una primera población inmediata), y después se pasa a un segundo rasgo distintivo, por ejemplo, la longitud de la espalda del animal no identificado, que se compara con el segundo rasgo distintivo de los animales identificados de la población inmediata, aproximando aún más esta población a una segunda población inmediata. Este procedimiento se continúa con otros rasgos distintivos hasta que se obtiene una coincidencia del animal no identificado con un único animal identificado. La coincidencia final del animal no identificado con un único animal identificado indica que el animal no identificado corresponde al animal identificado y, por lo tanto, se identifica el animal no identificado.

La comparación de la imagen con la imagen de referencia también puede llevarse a cabo comparando vectores de rasgos distintivos obtenidos de la al menos una imagen con vectores de rasgos distintivos correspondientes obtenidos de la al menos una imagen de referencia. Un vector de rasgo distintivo puede basarse al menos en dos de los rasgos distintivos descritos en esta solicitud.

Al comparar el al menos un rasgo distintivo o datos obtenidos de al menos una imagen, esto también puede llevarse a cabo mediante el cálculo de un valor para cada imagen, donde este valor se determina a partir de un número de datos. El valor puede ser un producto escalar entre vectores, por ejemplo, tal como se describe en el Ejemplo 2.

La al menos una imagen y la imagen de referencia de las espaldas de los animales pueden obtenerse dentro de un ángulo de entre 0 y 50 grados por encima del animal, donde 0 es en una dirección directamente por encima de la parte central de la espalda del animal, tal como directamente por encima de la columna vertebral del animal. Preferentemente, el ángulo es entre 0 y 40°, más preferentemente entre 0 y 30°.

Al obtener al menos una imagen y/o al menos una imagen de referencia dentro de un ángulo diferente de 0, el sistema puede correlacionar automáticamente la deformación dentro de las imágenes y/o la comparación de al menos una imagen puede llevarse a cabo con al menos una imagen de referencia obtenida desde sustancialmente el mismo ángulo medido según cualquier línea trazada a través del animal. Sustancialmente el mismo ángulo puede ser una desviación de $\pm 5^\circ$, tal como $\pm 4^\circ$, por ejemplo, $\pm 3^\circ$. Lo preferido es $\pm 2^\circ$, lo más preferido es una desviación de $\pm 1^\circ$.

La al menos una imagen de referencia de la espalda de un animal no identificado se obtiene preferentemente con solamente un animal presente en un área cubierta por una unidad de formación de imágenes de referencia que proporciona al menos una imagen de referencia de la espalda del animal.

Puede ubicarse un mecanismo de activación cerca de la unidad de formación de imágenes de referencia. El mecanismo de activación puede ubicarse de modo que, cuando un animal está activando el mecanismo de activación, el mecanismo se acciona y envía una señal a la unidad de formación de imágenes de referencia para obtener al menos una imagen de la espalda del animal. Por ejemplo, podría montarse un detector en una puerta que se activa cuando la vaca entra en contacto con la puerta.

La al menos una imagen de la espalda de un animal no identificado puede obtenerse con uno o más animales presentes en un área cubierta por una unidad de formación de imágenes para obtener imágenes de la espalda de al menos un animal no identificado. El sistema, preferentemente, es capaz de distinguir diferentes animales entre sí en una imagen, es decir, cuando una imagen abarca más de un animal, cada uno de estos animales puede ser identificado, preferentemente.

El procedimiento descrito en esta solicitud puede utilizarse para identificar cualquier clase de animal. Preferentemente, el animal se selecciona del grupo de ganado bovino, vacas, vacas lecheras, toros, terneras, cerdos, cerdas, jabalíes, cerdos macho castrados, lechones, caballos, ovejas, cabras, venados. El animal también puede ser uno o más animales que viven en un zoológico, en un parque o en la naturaleza. Tales animales pueden ser elefantes, monos, jirafas, hipopótamos, rinocerontes, lobos, zorros, osos, tigres, leones, guepardos, pandas, leopardos, tapires, llamas, camellos, renos, ocapis, antílopes, ñus.

El procedimiento para identificar a un animal puede utilizarse para verificar si el animal identificado todavía se está entre la población o puede estar muerto. El procedimiento también puede utilizarse para análisis adicionales como se describe en esta solicitud, tal como para estimar la salud o el bienestar del animal, o combinarse con otros procedimientos para estimar el consumo de pienso del animal, tal como un sistema para determinar el consumo de pienso de al menos un animal como se describe en el documento WO 2014/166498.

15 Pueden utilizarse condiciones de salud registradas para evaluar diferentes condiciones, tales como:

- el estado fisiológico del animal, incluyendo elementos de puntuación corporal detectables en las imágenes obtenidas desde arriba del animal, es decir, desde la espalda del animal, el cuello y la cabeza,

20 - el estado de salud general del animal,

- el estado de reproducción, es decir, si el animal, tal como una vaca, está listo para ser inseminado/fertilizado; esto puede predecirse a partir del comportamiento alimenticio, tal como una reducción del consumo de pienso (combinado con un buen estado de salud, para asegurarse de que el animal no esté enfermo),

25

- comportamiento tal como comportamiento alimenticio, por ejemplo, cuánto tiempo pasa el animal en un comedero (en sistemas de estabulación libre, el comedero puede ser un comedero virtual, dado que el animal puede seleccionar diferentes lugares para comer), cuánto tiempo pasa comiendo el animal en realidad, cada cuánto tiempo come el animal, cuánto come el animal cuando come y cuánto come el animal por día,

30

- indicios de enfermedad, tales como reducciones y/o cambios en el consumo de pienso y/o el comportamiento alimenticio.

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema para determinar la identidad de un animal individual a partir de la anatomía y/o la topología de la espalda del animal, el sistema comprende

35

- una unidad de formación de imágenes de referencia para proporcionar imágenes de referencia de al menos un animal identificado, donde la unidad de formación de imágenes de referencia comprende

40

- al menos un dispositivo de determinación de identidad para determinar la identidad del animal identificado,

- al menos una cámara para obtener al menos una imagen de la espalda del animal identificado,

45

- al menos una base de datos para almacenar al menos información de identidad de al menos un animal identificado y al menos una imagen de la espalda del animal identificado, y

- medios de transmisión de datos para transmitir datos desde el dispositivo de determinación de identidad y la cámara hasta la base de datos,

50

- una unidad de formación de imágenes para obtener al menos una imagen de la espalda de al menos un animal no identificado, donde la unidad de formación de imágenes se conecta a la base de datos para transmisión de datos desde la unidad de formación de imágenes hasta la base de datos, y

- al menos un medio de procesamiento conectado a la base de datos para comparar la al menos una imagen de un animal no identificado con al menos una imagen de referencia y, basándose en esta comparación, determinar si el animal no identificado corresponde al animal identificado.

55

La imagen obtenida mediante el sistema puede ser una imagen 3D y también la imagen de referencia puede ser una imagen 3D y, por lo tanto, una imagen 3D de referencia.

60

La unidad de formación de imágenes del sistema puede comprender al menos dos cámaras. Estas dos cámaras pueden ubicarse a cualquier distancia entre sí, haciendo posible abarcar áreas de interés. Preferentemente, las al

menos dos cámaras se ubican a distancias mutuas de menos de 15 M, tal como de menos de 10 M, por ejemplo, a menos de 5 M la una de la otra para obtener simultáneamente al menos una imagen mediante cada cámara de la espalda de al menos un animal no identificado, donde las al menos dos cámaras se conectan a la base de datos para transmisión de datos desde las cámaras a la base de datos, y donde la base de datos construye al menos una imagen 5 3D del animal basándose en las imágenes de las al menos dos cámaras.

Cada una de las cámaras de la unidad de formación de imágenes de referencia y de la unidad de formación de imágenes puede ser una o más cámaras seleccionadas del grupo de cámaras telemétricas, cámaras estéreo, cámaras de tiempo de vuelo. Preferentemente, la unidad de formación de imágenes de referencia y la unidad de formación de 10 imágenes comprenden cámaras de igual tipo.

La unidad de formación de imágenes de referencia y/o la unidad de formación de imágenes pueden comprender al menos una cámara telemétrica con un sensor de profundidad y una cámara 2D, tal como una cámara RGB. La unidad de formación de imágenes de referencia y/o la unidad de formación de imágenes también pueden comprender al 15 menos una cámara de tiempo de vuelo. Preferentemente, la unidad de formación de imágenes de referencia y la unidad de formación de imágenes del sistema están configuradas para adquirir imágenes topográficas.

El sistema puede configurarse de modo que la cámara de la unidad de formación de imágenes de referencia se active para obtener una imagen de la espalda del animal cuando un animal está cerca del dispositivo de determinación de 20 identidad y la identidad del animal haya sido registrada. Un mecanismo de activación como se describe en otra parte puede ser parte del sistema.

El sistema también puede comprender etiquetas de ID. Tales etiquetas de ID pueden estar conectadas a los animales que han de ser identificados. Las etiquetas de ID pueden ser etiquetas de ID visuales y/o electrónicas. Las etiquetas 25 de ID electrónicas pueden ser etiquetas electrónicas en las orejas y/o etiquetas de ID electrónicas fijadas a un animal, tal como en un collar. Un único animal puede ser marcado con una o más etiquetas de ID, tal como al menos una etiqueta de ID visual y/o al menos una etiqueta de ID electrónica. Un ejemplo es al menos una etiqueta de ID visual en la oreja combinada con al menos una etiqueta de ID electrónica en un collar. Otro ejemplo es al menos una etiqueta de ID visual en la oreja combinada con al menos una etiqueta de ID electrónica en la oreja. 30

El sistema también puede comprender un dispositivo de determinación de identidad tal como una cámara adecuada para obtener imágenes de etiquetas de ID visuales. El dispositivo de determinación de identidad también puede comprender un lector de ID capaz de registrar la identidad de un animal basándose en marcadores de identidad 35 electrónicos ubicados dentro de o en un animal.

El sistema comprende una base de datos que puede almacenar múltiples imágenes de referencia de un único animal. La base de datos puede almacenar múltiples imágenes de referencia de un único animal de cada día. Tales imágenes de referencia pueden obtenerse con un intervalo de tiempo diferente durante un período de un día, dos días, tres días, cuatro días, cinco días, seis días, una semana o intervalos mayores. El tiempo entre la obtención de imágenes de 40 referencia de un animal puede determinarse de modo que cada vez que el animal esté en un área de un dispositivo de determinación de identidad, el sistema determine la identidad del animal y obtenga al menos una imagen de referencia de la espalda del animal. El sistema puede almacenar imágenes de referencia y/u otras imágenes de un animal, por ejemplo, durante la vida completa del animal, o durante el tiempo que el animal se mantenga en la ubicación, por ejemplo, en la granja donde se obtienen las imágenes. Las imágenes también pueden almacenarse 45 durante mucho más tiempo y pueden utilizarse como datos estadísticos para diferentes propósitos, tales como la evaluación de tipos de pienso, procedimientos de alimentación y cruzamiento, por ejemplo, valor de cruces específicos o valores de animales macho específicos.

El sistema como se describe en esta solicitud también puede utilizarse para supervisar animales individuales, tal como 50 en relación con el estado de salud y el riesgo de enfermedad. Tal supervisión puede basarse en cualquier cambio del cuerpo observado, por ejemplo, de un día a otro, o comparando datos obtenidos en un número de días, tal como dos días, tres días o más. El sistema puede supervisar automáticamente cada animal en una población de animales y pueden incluirse en el sistema ciertos valores umbral basándose en cambios en la información registrada, de modo que una alarma o nota informativa es creada por el sistema cuando el cuerpo de un animal cambia demasiado dentro 55 de un período de tiempo especificado.

Preferentemente, la base de datos almacena imágenes de referencia de un único animal durante al menos un mes, tal como al menos dos meses, tal como al menos medio año, por ejemplo, al menos un año. Preferentemente, la base de datos almacena al menos imágenes de referencia de un único animal hasta que este animal ya no esté dentro de 60 la población de animales o ya no esté presente, por ejemplo, debido a su venta o a su muerte.

El sistema comprende medios de procesamiento que pueden seleccionar rasgos distintivos de la al menos una imagen

y la al menos una imagen de referencia antes de comparar estos rasgos distintivos. Ejemplos de tipos de rasgos distintivos se describen en otra parte en esta solicitud. Los medios de procesamiento del sistema pueden comparar rasgos distintivos de al menos una imagen con rasgos distintivos de al menos una imagen de referencia mediante cualquier procedimiento de comparación conocido.

5

Para comparar rasgos distintivos, los medios de procesamiento pueden utilizar un procedimiento donde se comparan vectores de rasgos distintivos predefinidos de un animal para distancias preseleccionadas calculadas desde el terreno o suelo. Al comparar al menos un rasgo distintivo de al menos una imagen con al menos un rasgo distintivo correspondiente de al menos una imagen de referencia, los medios de procesamiento pueden determinar y comparar áreas de capas de imágenes 3D. Tales áreas pueden ser parte de vectores de rasgos distintivos, o pueden constituir rasgos distintivos, por ejemplo, para comparación secuencial de al menos una imagen con al menos una imagen de referencia.

10

Al establecer rasgos distintivos a partir de imágenes, es decir, a partir de al menos una imagen de un animal no identificado, y esta al menos una imagen, de hecho, son dos o más imágenes, estas imágenes pueden obtenerse dentro de un corto periodo de tiempo, tal como en menos de 20 segundos, por ejemplo, en menos de 10 segundos, tal como en menos de 5 segundos, por ejemplo, en menos de 3 segundos, tal como en menos de 2 segundos. Para tal serie de imágenes, puede establecerse un rasgo distintivo basándose en una única imagen, o puede ser un promedio basándose en dos o más imágenes de la serie.

20

Al establecer rasgos distintivos a partir de imágenes de referencia, es decir, a partir de al menos una imagen de referencia de un animal identificado, estos rasgos distintivos pueden establecerse a partir de una o más imágenes de series de un animal identificado y de una manera descrita para imágenes de animales no identificados.

25

Pueden determinarse áreas de capas de un animal para capas con una distancia en el plano preseleccionada. Tal distancia en el plano preseleccionada puede ser aproximadamente 8 cm, tal como aproximadamente 7 cm, por ejemplo, aproximadamente 5 cm, tal como aproximadamente 4 cm, por ejemplo, aproximadamente 3 cm, con respecto a un punto fijo predefinido. Preferentemente, una distancia en el plano preseleccionada es aproximadamente 5 cm.

30

Por lo tanto, los medios de procesamiento pueden realizar un cálculo del área de un animal, tal como el área de la espalda en planos horizontales con distancias mutuas de la distancia en el plano preseleccionada, por ejemplo, 5 cm. Tales áreas de capas pueden constituir rasgos distintivos para comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia.

35

También pueden utilizarse áreas de capas para determinar el porcentaje de un animal por encima de un nivel preseleccionado. Diferentes áreas de la espalda del animal determinadas a distancias en el plano preseleccionadas y calculadas como porcentajes con respecto a un nivel preseleccionado pueden constituir rasgos distintivos para comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia. Un ejemplo: un nivel preseleccionado puede ser 135 cm por encima del nivel del terreno y, a este nivel, se calcula el área de un plano horizontal de la espalda del animal. Una distancia en el plano preseleccionada puede ser 5 cm y puede determinarse el área a estos niveles, es decir, a 140 cm, 145 cm, 150 cm, 155 cm, etc. por encima del nivel del terreno. Las áreas pueden convertirse en porcentajes con respecto al área al nivel preseleccionado, es decir, en este ejemplo a 135 cm, y estos porcentajes pueden constituir rasgos distintivos para comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia.

40

La determinación de rasgos distintivos que se utilizarán al comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia puede basarse en áreas en el plano tal como se describió anteriormente y puede llevarse a cabo para distancias preseleccionadas calculadas desde el terreno o suelo. Tales distancias preseleccionadas pueden seleccionarse debido a la altura de la especie del animal, raza del animal y/o tipo de animal que debería identificarse. Una distancia preseleccionada para animales con una altura máxima, por ejemplo, de 180 cm puede ser 140 a 180 cm, y puede combinarse con una distancia en el plano preseleccionada, por ejemplo, de 5 cm, de modo que se determinen áreas de animales o espaldas de animales para distancias de 140 cm, 145 cm, 150 cm, 155 cm, 160 cm, 165 cm, 170 cm, 175 cm y 180 cm por encima del nivel del terreno. Tales áreas pueden utilizarse como números exactos y/o como porcentaje del área a un nivel preseleccionado, por ejemplo, 140 cm por encima del nivel del suelo, y por lo tanto pueden utilizarse como rasgos distintivos para comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia.

55

En lugar de determinar las áreas en diferentes planos, puede suponerse que los planos están a nivel del suelo para determinar el volumen de la espalda del animal por encima de este nivel del suelo, es decir, el volumen del animal por encima de diferentes alturas del animal. Cada plano, por ejemplo, 120 cm, 125 cm, 130 cm, etc. por encima del nivel del suelo puede tener así su propio nivel del suelo y, para cada uno de estos niveles del suelo, puede determinarse el volumen por encima de este nivel del suelo. Uno o más de estos volúmenes pueden utilizarse como un rasgo distintivo para comparar al menos una imagen con al menos una imagen de referencia. Los planos para determinar volúmenes de las espaldas de animales por encima de los planos pueden seleccionarse debido a la altura máxima o promedio

60

y/o el tamaño de la especie, raza, tipo, etc. del animal que ha de ser identificado.

Pueden adquirirse imágenes de referencia en una ubicación donde las vacas estén bien colocadas con respecto a una cámara 3D, debajo de la cual cada vaca del rebaño pasa una o más veces por día. En esta ubicación, se lee la etiqueta RFID de cada vaca, de modo que puedan emparejarse la ID y las imágenes 3D de la vaca. Con el tiempo, se acumula una gran biblioteca con imágenes de todas las vacas. Esta biblioteca de imágenes puede utilizarse para identificar vacas a partir de imágenes de la espalda de la vaca adquiridas en otras ubicaciones de la granja. La biblioteca también puede utilizarse para seguir el estado de salud de cada vaca con el tiempo.

10 Al determinar la identidad de un animal comparando al menos un rasgo distintivo a partir de al menos una imagen con al menos un rasgo distintivo correspondiente a partir de al menos una imagen de referencia, el procedimiento de determinación de la identidad de un animal puede llevarse a cabo secuencialmente, por ejemplo, comparando en primer lugar rasgos distintivos en bruto o globales obtenidos de la imagen e imágenes de referencia y separando, por lo tanto, las imágenes de referencia que no cumplan con los rasgos distintivos globales. Puede llevarse a cabo una segunda comparación basándose en otros rasgos distintivos menos globales y/o más específicos obtenidos de la imagen e imágenes de referencia. Una tercera, cuarta, etc. comparación de al menos un rasgo distintivo obtenido de al menos una imagen puede compararse con al menos un rasgo distintivo correspondiente obtenido de al menos una imagen de referencia hasta que se obtiene una coincidencia entre la al menos una imagen y la al menos una imagen de referencia, donde la al menos una imagen de referencia son imágenes de un único animal.

20 Un ejemplo de realización de una determinación secuencial de un animal basándose en la invención tal como se describe en esta solicitud puede comprender comparar rasgos distintivos determinados en al menos una imagen con los rasgos distintivos correspondientes determinados en al menos una imagen de referencia:

25 1ª comparación: altura del animal (Q),

2ª comparación: Patrón de color de la piel (U),

30 3ª comparación: Longitud de la espalda (V),

4ª comparación: Línea de contorno a lo largo de la columna vertebral (W),

5ª comparación: distancia entre dos puntos preseleccionados, por ejemplo, distancia entre las caderas traseras (X),

35 6ª comparación: ubicación, tamaño y/o profundidad de cavidades (Y),

7ª comparación: gráficos de contorno o áreas planas para diferentes planos del animal (Z),

8ª comparación: volúmenes por encima de planos seleccionados del animal.

40 El ejemplo descrito con determinación secuencial de la identidad de un animal puede incluir cualquier rasgo distintivo adecuado y llevarse a cabo en cualquier orden adecuado hasta que todos los rasgos distintivos evaluados obtenidos de al menos una imagen de un animal no identificado correspondan a todos los rasgos distintivos correspondientes obtenidos de al menos una imagen de referencia de un animal identificado, y donde la al menos una imagen de referencia de un animal identificado, si es más de una imagen de referencia, todas las imágenes de referencia sean del mismo individuo. La determinación de la identidad de un animal también puede llevarse a cabo comparando vectores de rasgos distintivos. En el ejemplo anterior que indica 7 comparaciones en una determinación secuencial, los rasgos distintivos se indican mediante una letra, cada una de estas letras puede corresponder a un grupo de rasgos distintivos, que comprenden cada uno diferentes posibilidades, por ejemplo, para la altura del animal Q₁ es diferentes de Q₂. Por lo tanto, un vector de rasgo distintivo puede comprender al menos un rasgo distintivo de cada grupo de rasgos distintivos y tales vectores de rasgos distintivos pueden compararse para determinar la identidad de un animal.

Como ejemplo de comparación de vectores de rasgos distintivos y un animal no identificado puede tener un vector de rasgo distintivo de [Q, U, V, W, X, Y, Z] y, suponiendo que existen solo dos posibilidades dentro de cada grupo de rasgos distintivos, puede llevarse a cabo una comparación de vectores de rasgos distintivos tal como se indica más adelante, donde solo un número limitado de posibles combinaciones de rasgos distintivos se muestran en vectores de rasgos distintivos:

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal no identificado: [Q₁, U₂, V₁, W₂, X₁, Y₂, Z₁]

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 1: [Q₁, U₁, V₁, W₂, X₁, Y₂, Z₁]

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 2: [Q₁, U₁, V₂, W₁, X₂, Y₁, Z₂]

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 3: [Q₁, U₁, V₁, W₂, X₁, Y₂, Z₂]

5 Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 4: [Q₁, U₂, V₂, W₁, X₂, Y₁, Z₂]

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 5: [Q₁, U₂, V₁, W₂, X₁, Y₂, Z₁]

10 Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 6: [Q₂, U₁, V₂, W₁, X₂, Y₁, Z₁]

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 7: [Q₂, U₁, V₁, W₂, X₁, Y₂, Z₁]

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 8: [Q₂, U₁, V₂, W₁, X₂, Y₁, Z₂]

15 Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 9: [Q₂, U₂, V₁, W₂, X₁, Y₂, Z₁]

Vector de rasgo distintivo obtenido para el animal identificado N° 10: [Q₂, U₂, V₂, W₁, X₂, Y₁, Z₂]

20 Comparando los vectores de rasgos distintivos, la única coincidencia entre el vector de rasgo distintivo para el animal no identificado corresponde al vector de rasgo distintivo para el animal N° 5, puede concluirse entonces que el animal no identificado es el animal N° 5. Llevando a cabo una comparación secuencial con los rasgos distintivos mencionados en los vectores de rasgos distintivos, la 1ª comparación basada en el rasgo distintivo Q coincidirá con los animales N° 1, 2, 3, 4 y 5, que se utilizan para la siguiente comparación. La 2ª comparación basada en el rasgo distintivo U coincide con los animales N° 4 y 5, y de estos, la 3ª comparación basada en el rasgo distintivo V coincide solo con el animal N° 5.

30 Cuando un animal no identificado se identifica como se describe en esta solicitud, el sistema de la invención puede utilizarse por sí mismo para obtener diferente tipo de información para animales identificados; el sistema también puede ampliarse para proporcionar información adicional que puede almacenarse junto con la identidad de un animal identificado, identificado según el procedimiento descrito en esta solicitud.

35 La comparación también puede llevarse a cabo utilizando una red neuronal implementada como un sistema de aprendizaje profundo. Los expertos en la técnica del procesamiento de imágenes conocen tanto las redes neuronales como los procedimientos de aprendizaje profundo. Por ejemplo: Puede encontrarse una vaca y su orientación en la imagen utilizando técnicas de coincidencia de plantillas, que también son conocidas en la técnica. Una vez que aparece una vaca desconocida en la imagen, pueden calcularse características como la altura, patrones de color, longitud de la espalda, contorno de la altura de la columna vertebral, distancias entre puntos preseleccionados, cavidades, áreas a diversa alturas y volúmenes por encima de estas áreas. A continuación, puede aplicarse una red neuronal supervisada o no supervisada que haya sido entrenada con un gran número de imágenes de referencia de cada vaca del rebaño. La red neuronal entrenada puede identificar entonces a la vaca desconocida comparando la vaca desconocida con las imágenes de la biblioteca de todas las vacas.

40 El sistema puede comprender medios para determinar el consumo de pienso de al menos uno de dichos animales. Tales medios pueden comprender

- 45
- una unidad de formación de imágenes del área de alimentación para proporcionar imágenes de un área de alimentación y
 - medios de procesamiento configurados para evaluar la cantidad de pienso consumido por cada animal identificado
- 50 determinando la reducción del pienso en imágenes subsiguientes del área de alimentación delante de cada animal identificado.

55 Los procedimientos de determinación del consumo de pienso o reducción de pienso en un área de alimentación basándose en la comparación de la cantidad de pienso en imágenes subsiguientes del área de alimentación se describen en el documento WO2014/166498 ('System for determining feed consumption of at least one animal', Viking Genetics FMBA).

60 La unidad de formación de imágenes del área de alimentación puede ser la unidad de formación de imágenes para obtener al menos una imagen de la espalda de al menos un animal no identificado, de modo que la unidad de formación de imágenes obtenga imágenes de la espalda de al menos un animal no identificado, así como de un área de alimentación, y donde al menos un animal no identificado es capaz de comer pienso del área de alimentación. Preferentemente, la al menos una imagen abarca la espalda de al menos un animal no identificado junto con un área

de alimentación delante de este animal no identificado.

El sistema puede determinar el consumo de pienso a partir de al menos dos imágenes de la misma área de alimentación, y donde la reducción de pienso se calcula como la diferencia de volumen de pienso dentro de un área de alimentación establecida a partir de al menos dos imágenes.

La unidad de formación de imágenes del sistema puede configurarse para formar imágenes continuamente de al menos una parte de un área de alimentación. También es posible tener una unidad de formación de imágenes que se configure para formar imágenes de un área que incluye un área de alimentación en momentos predefinidos y/o seleccionados. La al menos una cámara del sistema puede ser giratoria alrededor de al menos un eje, haciendo posible ajustar la al menos una cámara en diferentes direcciones para obtener al menos una imagen de al menos un animal o de al menos un animal y el área de alimentación delante del al menos un animal.

El sistema también puede comprender al menos un riel de cámara y/o cable de cámara para colocar la al menos una cámara con respecto a al menos un animal y/o un área de alimentación delante del al menos un animal. Los rieles y/o cables pueden suspenderse o estirarse sobre un área donde permanecen los animales que deben ser identificados, y esta puede ser un área interior y/o un área al aire libre.

El sistema también puede comprender al menos un dron, estando conectado el dron a al menos una cámara y siendo capaz dicho dron de volar sobre al menos un animal para que la al menos una cámara obtenga al menos una imagen del al menos un animal. La al menos una cámara en el dron puede ser fija o giratoria. Una cámara giratoria puede girarse debido a la entrada procedente de medios de posicionamiento de la cámara que obtienen información con respecto a la ubicación de los animales. La información de la ubicación de los animales puede basarse en señales procedentes de al menos una etiqueta de ID electrónica de un animal y/o puede basarse en señales obtenidas de una cámara infrarroja capaz de detectar animales vivos.

Puede utilizarse un dron dentro de un cobertizo o establo que proteja a los animales y/o puede utilizarse en el exterior en áreas donde pueden ubicarse animales que deben ser identificados, tal como en el campo y/o en un recinto. Puede utilizarse un dron para obtener imágenes de animales no identificados y en otros momentos puede utilizarse para obtener imágenes de referencia de animales obteniendo también información del animal procedente de al menos una etiqueta de ID electrónica. Un dron, cuando se utiliza en el exterior junto con la invención descrita en esta solicitud, puede utilizarse con diferentes propósitos tales como la identificación, por ejemplo, de vacas lecheras en sistemas de pastura, para determinar el estado de salud de un animal, etc.

35 Descripción detallada de las figuras

La Fig.1 ilustra vacas comiendo en una vaqueriza (1) en la cual está instalado un sistema de la presente invención. Cámaras (4) montadas sobre las vacas (3) obtienen imágenes de la espalda de las vacas y reenvían estas imágenes a una base de datos y unidad de procesamiento (6). Las vacas están marcadas mediante etiquetas de ID, tales como etiquetas en las orejas (5); sin embargo, si las vacas están caminando libremente en el establo, puede no ser posible identificar a las vacas a partir de las etiquetas de ID. El sistema puede configurarse para obtener imágenes de la espalda de las vacas, así como el pienso (2) delante de las vacas. A partir de las imágenes obtenidas, es posible identificar cada vaca y estimar la cantidad de consumo de pienso para cada una de estas vacas.

La Fig. 2 ilustra ejemplos de diferentes puntos preseleccionados en la espalda de una vaca. Tales puntos preseleccionados pueden utilizarse para extraer información adicional de las imágenes, tal como longitudes entre diferentes puntos, ángulos de líneas entre diferentes puntos, etc.

La Figura 3 ilustra ejemplos de datos o rasgos distintivos establecidos con respecto a la espalda del animal, aquí la espalda de una vaca. Los datos o rasgos distintivos indicados son:

- área total de la espalda de la vaca que está ubicada a una altura superior al 70 % de la altura máxima de la vaca (elipse grande indicada mediante una línea punteada),

- área total de la espalda de la vaca que está ubicada a una altura superior al 90 % de la altura máxima de la vaca (dos elipses pequeñas dentro de la elipse grande),

- longitud de un perfil a lo largo de la columna vertebral a una altura superior al 70 % de la altura máxima de la vaca (ilustrada mediante una línea de puntos en la dirección longitudinal de la vaca desde el cuello hasta la base de la cola),

- distancia entre los huesos de la cadera a su altura máxima (ilustrada mediante una línea vertical gruesa que atraviesa la elipse pequeña en la parte trasera de la espalda de la vaca),

- anchura del cuerpo por encima del 70 % de la altura máxima de la vaca, por ejemplo, en 7 ubicaciones a lo largo del cuerpo de la vaca (ilustrado mediante líneas verticales delgadas dentro de la elipse grande),

5 - patrón de color, de existir (no ilustrado).

La Fig. 4 ilustra el perfil de altura a lo largo de la columna vertebral de dos vacas desde la base de la cola (parte izquierda del gráfico) hasta el cuello (parte derecha del gráfico) de una vaca que es ligeramente superior a 1,6 m (Fig. 4A) y una vaca de 1,7 m (Fig. 4B).

10

La Fig. 5 ilustra una reconstrucción 3D de Mesa Imaging de la parte de una vaca con una altura por encima de 90 cm desde el nivel del suelo.

La Fig. 6 ilustra la espalda de una vaca.

15

La Fig. 7 ilustra la espalda de la vaca de la Fig. 6 con indicaciones de algunos datos/rasgos distintivos que pueden utilizarse en el análisis. Las etapas 1-6 se explican con más detalle en el Ejemplo 2 y representan:

20 - 1: Longitud de la columna vertebral y perfil de altura a lo largo de la columna vertebral de la vaca, es decir, un perfil de altura longitudinal.

- 2: Línea de contorno de la vaca a una altura predeterminada de 90 cm desde el suelo.

25 - 3: Plano de contorno para los píxeles ubicados a una altura superior a la altura de una vaca que corresponde a la altura de cuantil 80 % menos 8 cm.

- 4: Plano de contorno para los píxeles ubicados a una altura superior a la altura de una vaca que corresponde a la altura de cuantil 80 % menos 2 cm.

30 - 5: Un triángulo arbitrario realizado basándose en la ubicación de los huesos de cadera izquierda y derecha y la base de la cola, donde, por ejemplo, puede determinarse el ángulo en la base de la cola.

- 6: La anchura máxima en la dirección transversal de la vaca en la ubicación donde la vaca es más ancha y a lo largo de esta línea puede determinarse un perfil de altura, es decir, un perfil de altura transversal

35

La Fig. 8 ilustra la determinación del área basándose en los datos reescalados obtenidos de la parte de una vaca con una altura superior a 90 cm desde el suelo. Pueden determinarse las áreas por debajo de los gráficos (y, por ejemplo, por encima de la línea de 90 cm).

40 Las Figs. 9 y 10 ilustran diferentes perfiles de grosor y perfiles de altura a alturas predeterminadas de dos vacas. En cada figura, los datos se reescalán a 100 píxeles (= eje X) y el grosor se mide en píxeles (= eje Y) o la altura por encima del suelo se mide en cm (= eje Y). El extremo izquierdo del gráfico corresponde a la región del cuello y el extremo derecho del gráfico corresponde a la región de la cola.

45 - Figs. 9A y 10A: Perfil de grosor para una vaca medido 90 cm por encima del nivel del suelo. Cada eje indica píxeles.

- Fig. 9B y 10B: Perfil de grosor de una vaca medido a lo largo de la línea indicada mediante la etapa 3 de la Fig. 7, es decir, a una altura de la vaca que corresponde a la altura de cuantil 80 % menos 8 cm.

50 - Figs. 9C y 10C: Perfil de grosor de una vaca medido a lo largo de la línea indicada mediante la etapa 4 de la Fig. 7, es decir, a una altura de la vaca que corresponde a la altura de cuantil 80 % menos 2 cm.

- Figs. 9D y 10D: Perfil de altura longitudinal a lo largo de la columna vertebral de una vaca. El eje X indica píxeles, el eje Y indica cm desde el suelo.

55

La Fig. 11 ilustra un perfil de altura transversal de una vaca en la posición donde la vaca era más gruesa (medido por encima de 90 cm desde el suelo). Los datos se reescalán a 40 píxeles. El eje X indica píxeles, el eje Y indica cm desde el suelo.

60 La Fig. 12 ilustra la determinación de una vaca basándose en una red neuronal tal como un sistema de aprendizaje profundo. Varios rasgos distintivos de una vaca que debe ser identificada se introducen en el sistema y se obtiene un resultado con probabilidad estimada y clasificada de diferentes coincidencias.

Ejemplo 1

El procedimiento se desarrolló evaluando si podría determinarse/identificarse entre sí un número de vacas Jersey y Holstein basándose en imágenes en sus espaldas. En una granja danesa con vacas lecheras, se proporcionaron imágenes 3D de espaldas de vacas. El sistema para obtener imágenes incluía una cámara 3D (Swiss Ranger 4500 de Mesa Imaging, Suiza, que es una cámara IP 67 adecuada para espacios con polvo y humedad). En paralelo con la cámara 3D, se montaron dos cámaras industriales Basler en blanco y negro. Las cámaras se montaron 4,5 metros por encima del nivel del suelo. La distancia desde la cámara hasta la parte superior de la espalda de las vacas fue aproximadamente 2,7-3 metros, dependiendo de la altura de las vacas. Las imágenes de la espalda de las vacas se obtuvieron cuando las vacas se encontraban en camino a la estación de ordeño y en una posición donde las vacas caminaban una detrás de otra. Por lo tanto, se obtuvieron imágenes con solo una vaca en cada imagen. A partir de las imágenes 3D obtenidas, se realizaron gráficos de contorno como se describe con más detalle en el Ejemplo 2, pero a 148 cm, 153 cm, 158 cm, 165 cm y 172 cm por encima del nivel del suelo. Se determinó el área de la espalda de la vaca dentro de cada uno de los gráficos de contorno a las alturas indicadas. Basándose en el área dentro de los gráficos de contorno mencionados, las 16 vacas se identificaron fácilmente sin confundir las identidades. En este experimento para evaluar si las vacas realmente podrían identificarse a partir de las imágenes, las vacas también se identificaron mediante diferentes marcas visibles pintadas en la espalda de cada vaca. Estas marcas solamente se utilizaron para verificar que la identificación basada en otros rasgos distintivos fue correcta.

La Fig. 4 ilustra rasgos distintivos adicionales que pueden utilizarse al identificar animales. La figura ilustra una línea de contorno a lo largo de la columna vertebral. La posición de la columna vertebral se ilustra en la Fig. 7.

Fig. 4A: Perfil de altura en la dirección longitudinal de la vaca a lo largo de la columna vertebral de una vaca baja.

Fig. 4B: Perfil de altura en la dirección longitudinal de la vaca a lo largo de la columna vertebral de una vaca más alta.

Tanto la longitud de la columna vertebral como el perfil de altura a lo largo de las columnas vertebrales pueden utilizarse como rasgos distintivos al identificar animales tales como vacas, tal como se explica en el Ejemplo 2. En el experimento, se obtuvieron aproximadamente 6 imágenes de cada vaca, con aproximadamente 1 segundo entre cada exposición. El análisis de cada imagen tal como se esbozó anteriormente y la comparación de datos obtenidos a partir de las imágenes para cada vaca y entre las vacas mostró claramente mucha menos variación para las imágenes de una vaca que entre diferentes vacas.

Ejemplo 2

El procedimiento de identificación se evaluó adicionalmente en otro experimento con vacas lecheras de la raza Jersey. Se proporcionaron imágenes 3D de espaldas de vacas con un sistema que incluía una cámara 3D TOF (tiempo de vuelo) (Swiss Ranger 4500 de Mesa Imaging, Suiza). También se utilizaron dos cámaras industriales Basler en blanco y negro. Las tres cámaras se conectaron a un ordenador, haciendo posible almacenar y analizar imágenes. La cámara 3D se ubicó 3,2 m por encima del suelo en la entrada de la estación de ordeño y donde el corredor tiene una anchura de aproximadamente 1 m. En una pared a lo largo del corredor, se ubicó un lector de ID para obtener una señal de la etiqueta de la oreja cada vez que una vaca pasaba por el lector de ID. Se envió una señal de activación al ordenador cada vez que una vaca pasaba por el lector de ID. La señal de activación indicó al ordenador que almacenara una imagen de cada una de las tres cámaras con 0,5 segundos entre las exposiciones. El lector de ID también almacenó la ID de la vaca obtenida de la etiqueta de la oreja, y estas ID solo se utilizaron para verificar el procedimiento de identificación desarrollado basado solamente en las imágenes de la espalda de la vaca. Las dos cámaras en blanco y negro solo se utilizaron para obtener imágenes para ver a las vacas y al entorno para verificar si algo parecía extraño. Las imágenes de las cámaras en blanco y negro no se utilizaron para el procedimiento de identificación.

La Fig. 5 es una reconstrucción 3D de Mesa Imaging de la parte de una vaca con una altura superior a 90 cm desde el nivel del suelo. En la Fig. 6 se muestran los mismos datos de la vaca en un gráfico de contorno 3D de altura. Para cada imagen 3D obtenida, se analizaron las imágenes en diferentes etapas para obtener datos y puntuaciones de PCA para calcular un vector para cada vaca. La Fig. 7 indica de qué parte en la espalda de la vaca se obtuvieron los datos. Las etapas del análisis se describen más adelante y se indican en la Fig. 7:

a) Etapa 1: Cálculo de un perfil de altura en la dirección longitudinal de la vaca a lo largo de la columna vertebral. Se calculó una curva para describir el perfil de altura a lo largo de la columna vertebral desde la 'base de la cola' hasta el 'punto del cuello' donde estas posiciones finales en esta medición se determinaron por el punto donde el grosor del cuerpo era inferior al 38 % de la anchura más ancha de la vaca.

b) Etapa 2a (indicada como Etapa 2 en la Fig. 7): Determinación de una línea de contorno de la vaca a una altura

predeterminada de 90 cm desde el suelo. Se determinó la línea de contorno de la vaca para la misma longitud que para el perfil de altura de la etapa 1, es decir, desde el "punto del cuello" hasta la "base de la cola". El área dentro de esta línea de contorno se determinó como el área debajo de la "altura" del gráfico y por encima de 90 cm en la Fig. 8, tal como se describe con más detalle en la Etapa 2b.

5

c) Etapa 2b - Análisis adicional de datos de la Etapa 2a: Distribución de alturas en los píxeles de imagen ubicados dentro de la línea de contorno de 90 cm. Se ilustran diferentes distribuciones como gráficos en la Fig. 8 donde todos los píxeles dentro de la línea de contorno de 90 cm se clasifican según su altura correspondiente de la vaca y esto se muestra como una función del porcentaje de píxeles que corresponden a la altura de la vaca entre 90 cm y una altura predeterminada por encima de 90 cm o la altura total de la vaca. En la Fig. 8, esta determinación de distribución o de área se muestra para una vaca de una altura máxima de 130 cm indicada por la "altura" del gráfico, donde el gráfico ilustra el porcentaje de píxeles por debajo de una cierta altura de la vaca, pero por encima de 90 cm desde el suelo. Puede observarse que aproximadamente el 40 por ciento de los píxeles (en el intervalo por encima de 90 cm) se ubican por debajo de 120 cm.

10

15

d) Etapa 2c - Análisis adicional de datos de la Etapa 2b: A partir de la distribución de alturas según se determina en la etapa 2b, una altura de cuantil 80 % se determinó como el 80 % de la altura máxima de la vaca. Este gráfico se muestra como "80 %". La altura máxima de la vaca se determinó como un promedio del valor de los 50 píxeles que indican las ubicaciones más altas de la vaca. En el ejemplo con los datos de la Fig. 8, la altura máxima es 130 cm y el cuantil 80 % es 104 cm. Se determinó área por debajo del gráfico "80 %" y por encima de 90 cm.

20

25

e) Etapa 3: Determinación de una delimitación de un plano de contorno para los píxeles ubicados a una altura mayor que la altura de una vaca que corresponden a la altura de cuantil 80 % menos 8 cm. Se determinó el área dentro de esta línea de contorno. En el ejemplo con los datos de la Fig. 8, el plano de contorno se determina a una altura de la vaca de 104 cm - 8 cm = 96 cm. El área se determina como el área por debajo del gráfico "80 % - 8 cm" y por encima de 90 cm.

30

f) Etapa 4: determinación de una delimitación de un plano de contorno para los píxeles ubicados a una altura mayor que la altura de una vaca correspondiente al cuantil 80 % al que se restan 2 cm. Se determinó el área dentro de esta línea de contorno. En el ejemplo con los datos de la Fig. 8, el plano de contorno se determina a una altura de la vaca de 104 cm - 2 cm = 102 cm. El área se determina como el área por debajo del gráfico "80 % - 2 cm" y por encima de 90 cm.

35

g) Etapa 5: Determinación de los puntos en las imágenes que corresponden a la ubicación de la parte externa de los huesos de la cadera, que se definió como la ubicación en la imagen donde el plano de contorno determinado en la etapa 3 es el más ancho. Se realizó un triángulo arbitrario virtual basándose en la ubicación de los huesos de la cadera izquierdo y derecho y la base de la cola, según se determinó en la etapa 1, y en este triángulo, se determinó el ángulo en la base de la cola, así como la distancia entre los huesos de la cadera izquierdo y derecho.

40

h) Etapa 6: Determinación de la anchura máxima en la dirección transversal de la vaca y en la ubicación donde la vaca es más ancha, y cálculo de un perfil de altura a lo largo de la anchura máxima, es decir, un perfil de altura transversal.

Análisis de los datos

45

Los datos obtenidos tal como se describió en los ocho puntos anteriores se convirtieron en datos, haciendo posible llevar a cabo el análisis estadístico.

50

Los planos de contorno determinados en las etapas 2a (altura de 90 cm), 2c (altura de cuantil 80 %) y 4 (altura de cuantil 80 % menos 2 cm) se transformaron en perfiles de grosor. Tales perfiles de grosor poseen diferentes longitudes entre vacas, dado que la longitud de las vacas difiere y, por lo tanto, el perfil de grosor de cada vaca se reescaló a una longitud fija de 100 píxeles. De una manera similar, el perfil de altura longitudinal de la etapa 1 se reescaló a una longitud fija de 100 píxeles. El perfil de altura transversal de la etapa 6 se reescaló a una longitud fija de 40 píxeles. El reescalado se llevó a cabo como un cálculo de proporción simple basado en la longitud o la anchura real de la vaca y una longitud de 100 (o 40 si 40 píxeles son la dimensión de reescalado), por lo tanto, un valor Z_n para una vaca de una longitud de 80 cm es reescalado por $(Z_n/80) \times 100 = 1,25Z_n$ o si Z_m es para una vaca de una longitud de 115 cm el valor Z_m es reescalado a $(Z_m/115) \times 100 = 0,87Z_m$.

55

El conjunto de datos completo para cada imagen en esta etapa está compuesto por 449 variables:

60

1. El área determinada dentro de la línea de contorno de 90 cm tal como se describió en la etapa 2a (1 variable)

2. El área determinada dentro de la línea de contorno delimitada por la altura de cuantil 80 % tal como se describió en

la etapa 3 (1 variable)

3. El área determinada dentro de la línea de contorno delimitada por la altura de cuantil 80 % menos 2 cm tal como se describió en la etapa 4 (1 variable)

5

4. La altura de cuantil 80 % (1 variable)

5. El ángulo entre las líneas desde la base de la cola hasta el hueso de la cadera derecho e izquierdo, tal como se describió en la etapa 5 (1 variable)

10

6. La anchura máxima tal como se describió en la etapa 6 (1 variable)

7. La longitud de la línea de contorno determinada a la altura de la vaca de 90 cm tal como se describió en la etapa 2a (y en la etapa 1) (1 variable)

15

8. La longitud de la línea de contorno delimitada por la altura de cuantil 80 % tal como se describió en la etapa 3 (1 variable)

20

9. La longitud de la línea de contorno delimitada por la altura de cuantil 80 % menos 2 cm tal como se describió en la etapa 4 (1 variable)

10. Los perfiles de grosor a la altura de la vaca de 90 cm reescalados a 100 píxeles (100 variables) e ilustrados en las Figs. 9A y 10A.

25

11. Los perfiles de grosor a la altura de la vaca determinados a la altura de cuantil 80 % tal como se describió en la etapa 3 y reescalados a 100 píxeles (100 variables) e ilustrados en las Figs. 9B y 10B.

12. Los perfiles de grosor a la altura de la vaca determinados a la altura de cuantil 80 % menos 2 cm tal como se describió en la etapa 4 y reescalados a 100 píxeles (100 variables) e ilustrados en las Figs. 9C y 10C.

30

13. El perfil de altura en la dirección longitudinal tal como se describió en la etapa 1 y reescalado a 100 píxeles (100 variables) e ilustrado en las Figs. 9D y 10D.

35

14. El perfil de altura a lo largo de la anchura máxima tal como se describió en la etapa 6 y reescalado a 40 píxeles (40 variables) e ilustrado en la Fig. 11.

Para comprimir aún más los datos se desarrolló un modelo de 6 PCA (PCA = análisis de componentes principales, por sus siglas en inglés) con hasta 15 componentes principales (puntuaciones de PC) para cada conjunto de datos (conjunto de rasgos distintivos) con la siguiente combinación de datos y donde el número de variables hace referencia a la lista anterior:

40

a) Variable 1 a 9 (9 puntuaciones de PC)

b) Variable 7 + 10 (15 puntuaciones de PC)

45

c) Variable 8 + 11 (15 puntuaciones de PC)

d) Variable 9 + 12 (15 puntuaciones de PC)

50

e) Variable 10 + 13 (15 puntuaciones de PC)

f) Variable 11 + 14 (15 puntuaciones de PC)

55

El experto en la materia sabe cómo llevar a cabo un análisis de componentes principales y esto no se describirá con más detalle.

Las longitudes originales de las curvas se incluyeron en el cálculo de las puntuaciones de PC, por lo tanto, se mantuvo el conocimiento de la longitud de la vaca individual.

60

Con las puntuaciones de PC, un total de 449 variables se redujo a 85 variables.

Identificación de la vaca individual

La secuencia de números, es decir, las puntuaciones de PC para una vaca que debe ser identificada, se comparó con el promedio de PC de rasgos distintivos de cada una de las vacas del rebaño. Se identificó una vaca cuando el promedio de PC de rasgos distintivos para esta vaca se pareció a un promedio de PC de rasgos distintivos calculado para una vaca más de lo que se pareció a un promedio de PC de rasgos distintivos calculados para las otras vacas del rebaño. En la práctica, el cálculo se llevó a cabo creando el producto escalar entre cada vector promedio X_k para cada vaca 'k' en el rebaño y el vector X_u para la vaca no identificada, es decir, la vaca que debe ser identificada:

$$\cos(v_k) = \frac{\overline{X_k} \cdot \overline{X_u}}{|\overline{X_k}| |\overline{X_u}|}$$

dónde v_k es el ángulo entre los dos vectores X_k y X_u , $|X_k|$ y $|X_u|$ son la longitud de cada uno de los vectores. Si el vector para una vaca no identificada se parece a un vector de una vaca del rebaño, entonces

10 $\cos(v_k)$ se acercará a +1 (más 1), mientras que si estas dos vacas son muy diferentes $\cos(v_k)$ se acercará a -1 (menos 1).

El modelo mostrado para el análisis es muy simple y el sobreajuste es casi improbable. El modelo puede ampliarse y mejorarse sobre la marcha a medida que se obtienen más imágenes para cada vaca. También es simple identificar 15 imágenes deficientes y evitar el uso de estas para identificación de una vaca, o cuando se amplía el cálculo de un vector promedio para cada una de las vacas.

El procedimiento descrito anteriormente se evaluó con 9 componentes principales para rasgos distintivos indicados en el punto a) de la lista anterior y ya sea 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7 o 6 componentes principales para cada uno de los rasgos distintivos restantes indicados en los puntos b) a f) en la lista anterior. El mejor resultado se obtuvo utilizando 20 9 puntuaciones para los rasgos distintivos del punto a) y 7 puntuaciones para cada uno de los rasgos distintivos de los puntos b) a f).

El análisis tal como se describió en el ejemplo 2 se llevó a cabo para aproximadamente 5 imágenes para cada vaca 25 que representan en total 27 vacas, en total 137 imágenes. Las imágenes que representaban una vaca se obtuvieron en momentos distintos del día y en distintos días. De las 137 imágenes, 116 fueron relacionadas inmediatamente de manera correcta con la vaca correcta al utilizar 9 puntuaciones para los rasgos distintivos del punto a) y 7 puntuaciones para cada uno de los rasgos distintivos indicados en los puntos b) a f) de la lista anterior. Al realizar un promedio de las 5-6 imágenes obtenidas para cada vaca, aunque obtenidas en diferentes días, la identificación de todas las vacas 30 fue correcta. La ampliación del análisis para que esté basado en más rasgos distintivos obtenidos de las imágenes y/o de rasgos distintivos obtenidos de más de una imagen de una vaca donde se obtienen las imágenes, por ejemplo, con un intervalo de tiempo muy corto, por ejemplo, de 0,1-1, por ejemplo, 0,5 segundos garantizaría que se llevara a cabo la identificación correcta.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar la identidad de un animal individual en una población de animales con identidad conocida, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- adquirir al menos una imagen de la espalda de un animal preseleccionado, y
 - extraer datos de dicha al menos una imagen relacionados con la anatomía de la espalda y/o la topología de la espalda del animal preseleccionado, el procedimiento caracterizado por
 - comparar y/o hacer coincidir dichos datos extraídos con datos de referencia que corresponden a la anatomía de la espalda y/o la topología de la espalda de los animales con identidad conocida, identificando de ese modo el animal preseleccionado.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde dicho animal se selecciona del grupo de animales semovientes y/o del grupo de ganado bovino, vacas, vacas lecheras, toros, terneras, cerdos, cerdas, jabalíes, machos castrados, lechones, caballos, ovejas, cabras, venados, y/o donde dicha población de animales es una población de animales del mismo tipo, especie y/o raza seleccionados del grupo de ganado bovino, vacas, vacas lecheras, toros, terneras, cerdos, cerdas, jabalíes, machos castrados, lechones, caballos, ovejas, cabras, venados.
3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los datos extraídos y los datos de referencia comprenden valores seleccionados del grupo de perfiles topográficos de los animales.
4. El procedimiento según la reivindicación 3, donde los perfiles topográficos se seleccionan del grupo de: la altura del animal, la anchura del animal, línea de contorno a lo largo de la columna vertebral del animal, la longitud de la espalda, gráficos de contorno para diferentes alturas del animal, volumen del animal por encima de diferentes alturas del animal, tamaño de cavidades, profundidad de cavidades, la distancia entre dos puntos preseleccionados del animal, donde dichos puntos preseleccionados pueden seleccionarse del grupo de cadera derecha, cadera izquierda, hombro derecho, hombro izquierdo, base de la cola, cuello, (1) costilla anterior izquierda, (2) inicio de costilla corta izquierda, (3) inicio de la tuberosidad izquierda, (4) punto medio anterior de la tuberosidad izquierda; (5) tuberosidad izquierda, (6) punto medio posterior de la tuberosidad izquierda, (7) extremo de la tuberosidad izquierda, (8) anca izquierda, (9) isquion izquierdo, (10) nadir izquierdo de la base de la cola, (11) unión izquierda de la base de la cola, (12) cola, (13) unión derecha de la base de la cola, (14) nadir derecho de la base de la cola, (15) isquion derecho, (16) anca derecha, (17) extremo de la tuberosidad derecha, (18) punto medio posterior de la tuberosidad derecha, (19) tuberosidad derecha, (20) punto medio anterior de la tuberosidad derecha, (21) inicio de la tuberosidad derecha, (22) inicio de costilla corta derecha (23).
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los datos extraídos y los datos de referencia comprenden al menos un rasgo distintivo y/o al menos un vector de rasgo distintivo, que preferentemente se refieren a un rasgo distintivo característico de la espalda del animal.
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichos datos de referencia se extraen de al menos una imagen de referencia adquirida de la espalda de cada uno de los animales de la población de animales, donde dicha al menos una imagen de referencia de un animal se obtiene preferentemente determinando al mismo tiempo la identidad del animal, leyendo un marcador de identificación (5) fijado a dicho animal.
7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha imagen y/o dicha imagen de referencia es una imagen topográfica de la espalda de los animales, tal como una imagen 3D y/o múltiples capas de imágenes 3D.
8. El procedimiento según la reivindicación 7, donde los datos extraídos y los datos de referencia comprenden al menos un rasgo distintivo y/o al menos un vector de rasgo distintivo basado en valores del área de múltiples capas de dicha imagen 3D.
9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los datos extraídos y los datos de referencia comprenden al menos un vector de rasgo distintivo para distancias preseleccionadas calculadas a partir de la distancia desde el terreno o suelo que soporta a los animales, dichas distancias preseleccionadas están preferentemente entre 70 y 180 cm.
10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de determinar el consumo de pienso de dicho animal preseleccionado identificado.

11. Un sistema para determinar la identidad de un animal individual entre una población de animales con identidad conocida, comprendiendo el sistema

5 - un sistema de formación de imágenes configurado para adquirir al menos una imagen de la espalda de un animal preseleccionado y

- una unidad de procesamiento (6) configurada para

10 - extraer datos de dicha al menos una imagen relacionados con la anatomía de la espalda y/o la topología de la espalda del animal preseleccionado, donde el sistema está caracterizado por que la unidad de procesamiento está configurada para

- comparar y/o hacer coincidir dichos datos extraídos con datos de referencia que corresponden a la anatomía de la espalda y/o la topología de la espalda de cada uno de los animales con identidad conocida, identificando de ese modo el animal preseleccionado.

12. El sistema según la reivindicación 11, que comprende además una unidad de formación de imágenes de referencia para proporcionar una o más imágenes de referencia de un animal de la población de animales, comprendiendo dicha unidad de formación de imágenes de referencia

- al menos un dispositivo de determinación de identidad configurado para determinar la identidad de dicho animal, tal como leyendo al menos un marcador de identificación (5) fijado a dicho animal y

25 - al menos una cámara configurada para adquirir al menos una imagen de referencia de la espalda de dicho animal,

donde el sistema está configurado además para asociar la identidad determinada del animal con dicha al menos una imagen adquirida por dicha(s) cámaras(s) y, opcionalmente, almacenar dicha al menos una imagen como una imagen de referencia.

30

13. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 11 a 12, donde dicha imagen y/o dicha imagen de referencia es una imagen 3D y/o donde el sistema de formación de imágenes y/o dicha unidad de formación de imágenes de referencia comprende una o más cámaras (4) seleccionadas del grupo de cámaras telemétricas, cámaras estéreo, cámaras de tiempo de vuelo, tales como una cámara telemétrica que comprende un sensor de profundidad y una cámara 2D, tal como una cámara RGB.

35

14. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 12 a 13, donde dicha unidad de formación de imágenes de referencia está configurada para adquirir al menos una imagen de referencia de la espalda de un animal, cuando la identidad de dicho animal ha sido determinada mediante dicho al menos un dispositivo de determinación de identidad, y/o donde dicha unidad de formación de imágenes de referencia está configurada para adquirir al menos una imagen de referencia de la espalda de un animal y/o determinar la identidad de un animal cuando dicho animal está dentro de una distancia predefinida de dicho dispositivo de determinación de identidad.

40

15. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 11 a 14, que comprende además una unidad de formación de imágenes del área de alimentación configurada para adquirir imágenes, tales como imágenes 3D, de un área de alimentación delante del animal preseleccionado identificado.

45

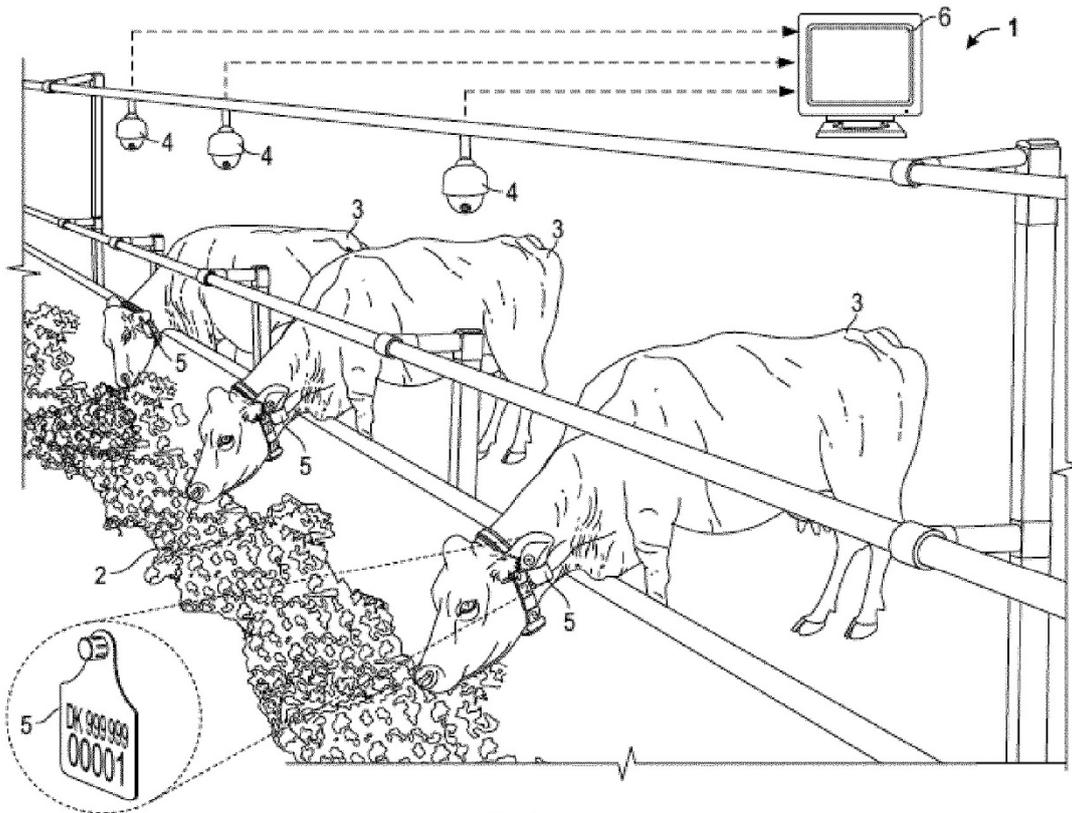


Fig. 1

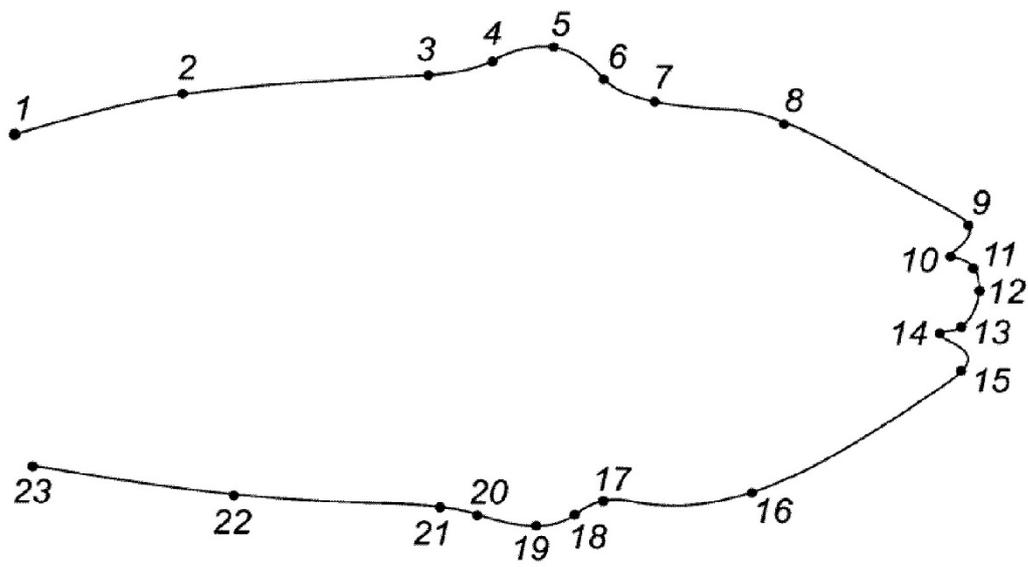


Fig. 2

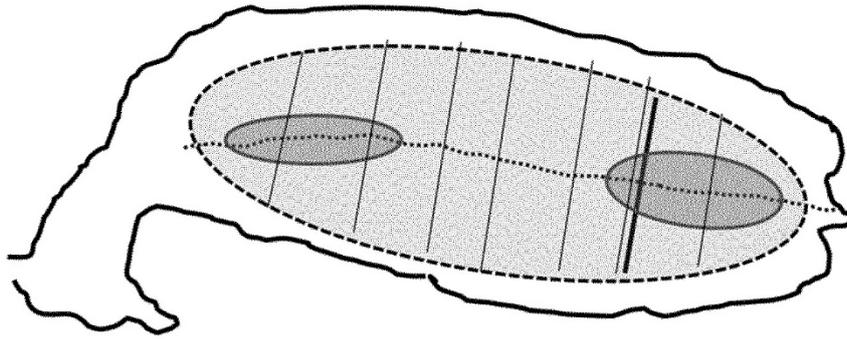


Fig. 3

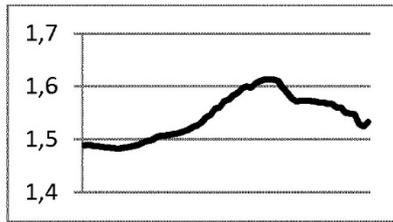


Fig. 4A

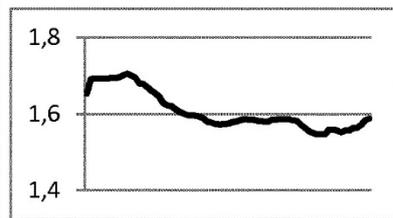


Fig. 4B

Gráfico T

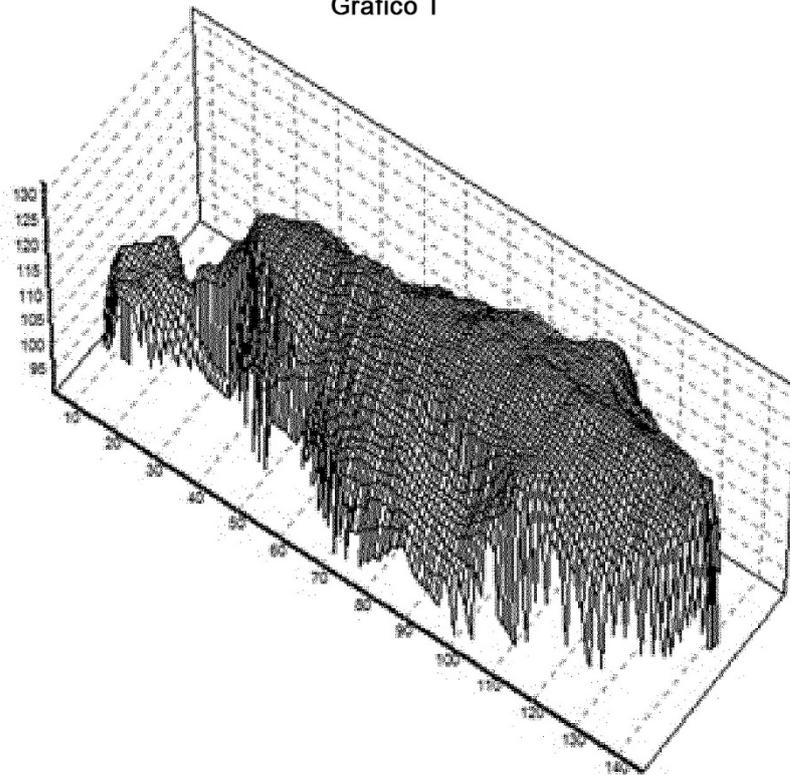


Fig 5

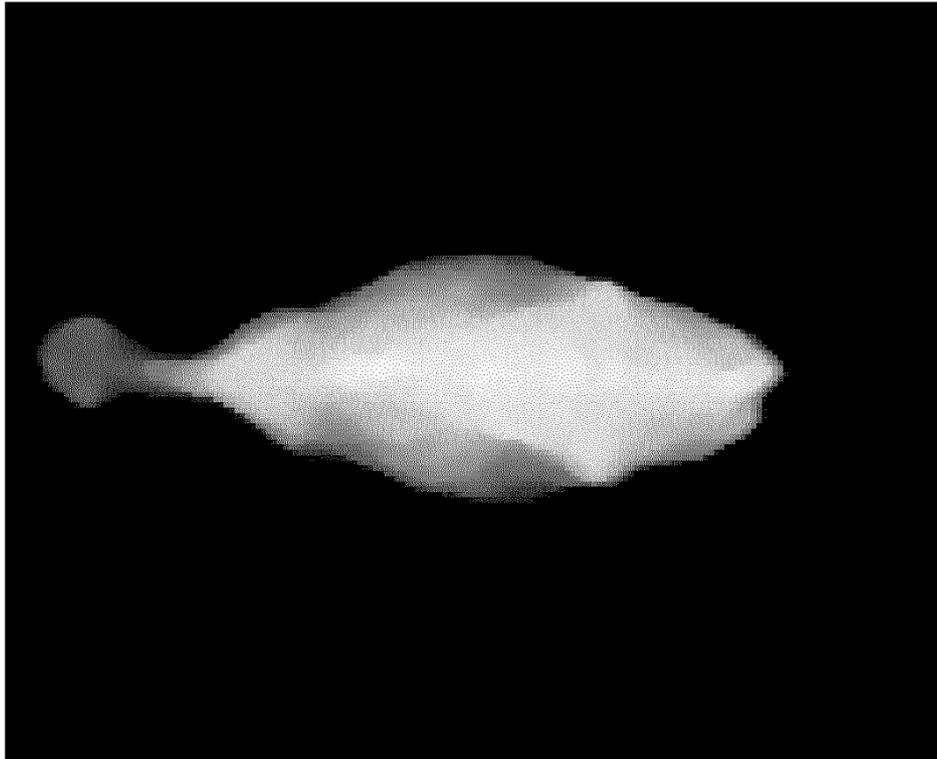


Fig 6

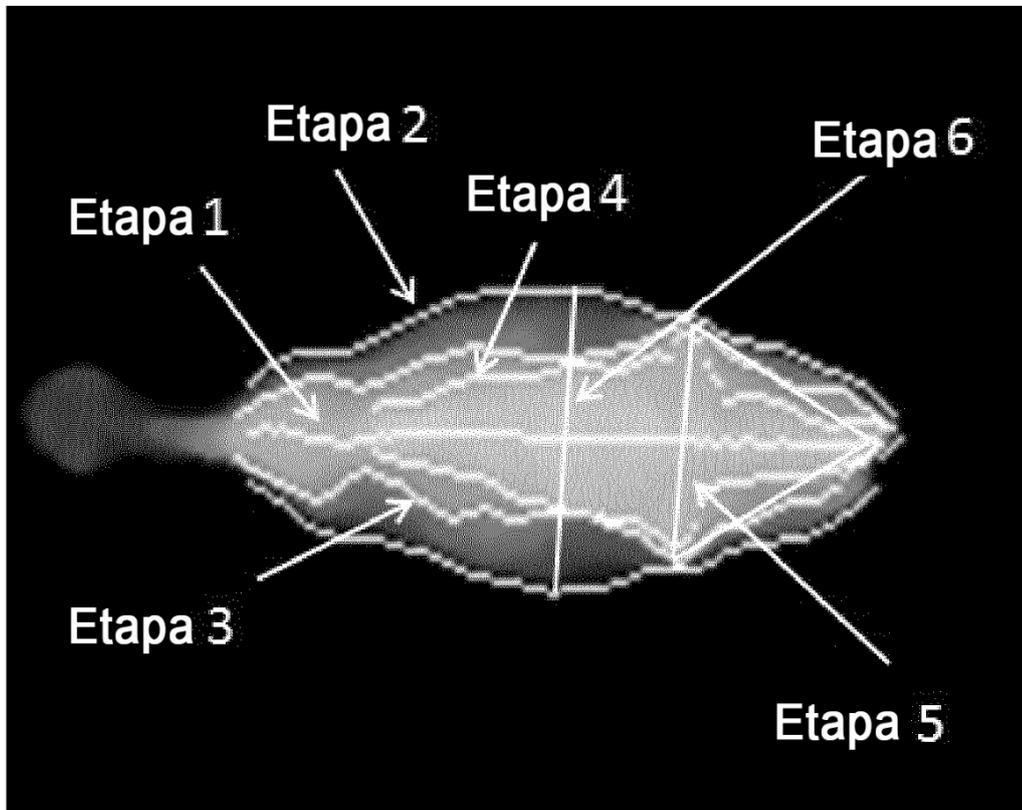


Fig 7

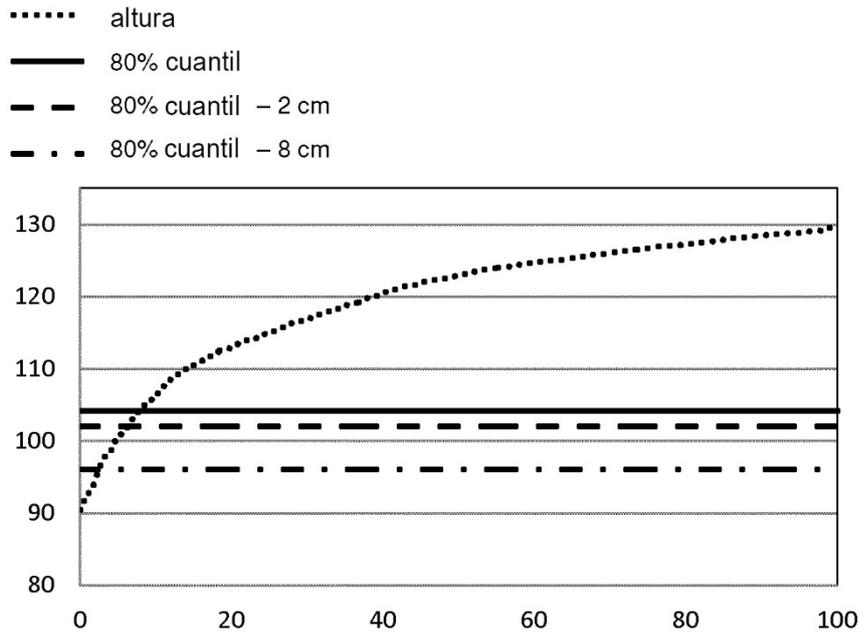


Fig. 8

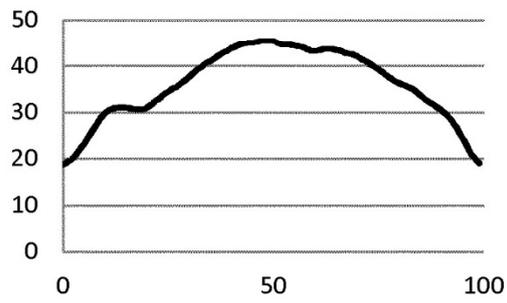


Fig. 9A

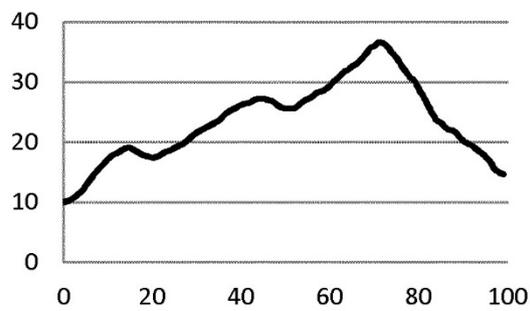


Fig. 9B

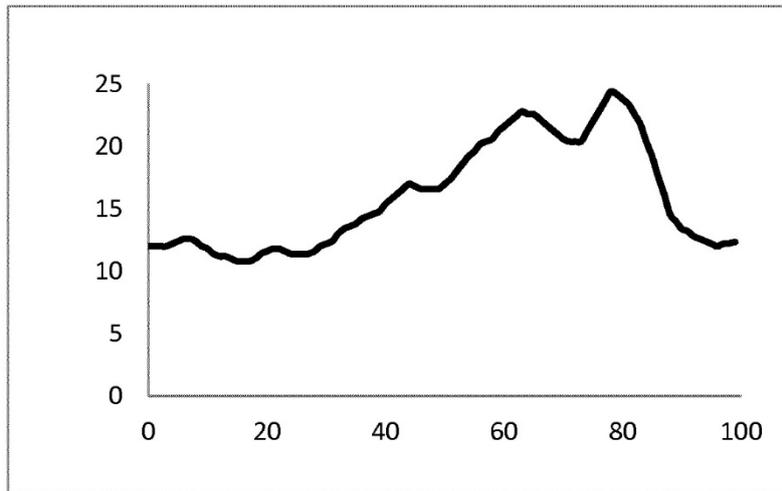


Fig 9C

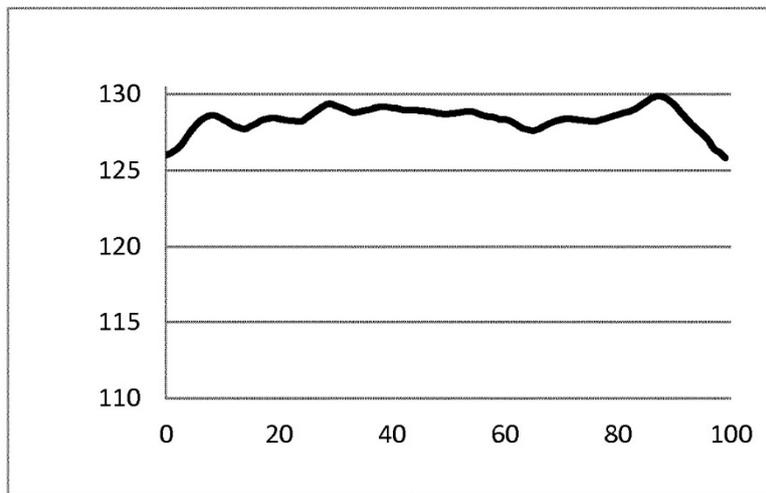


Fig 9D

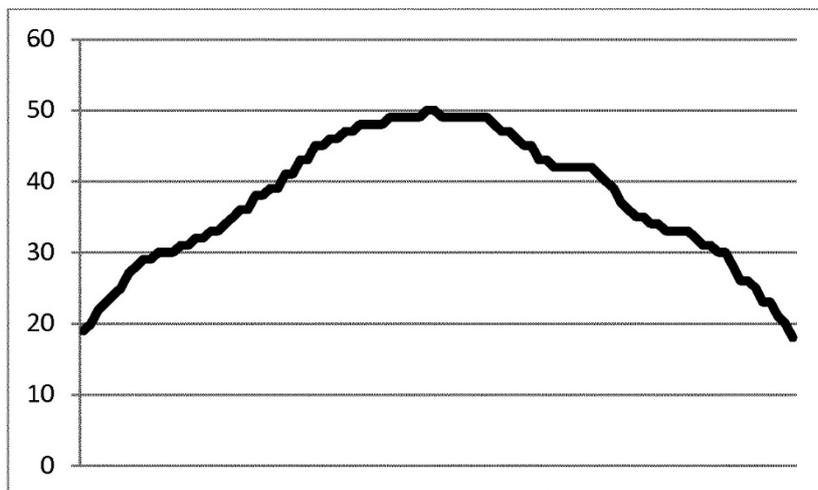


Fig 10A

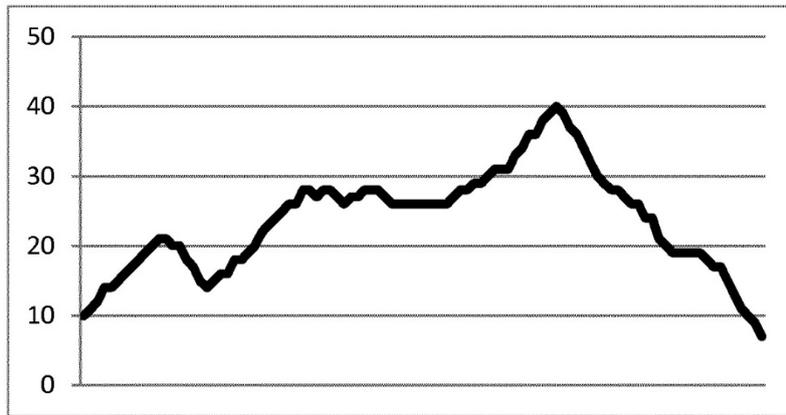


Fig 10B

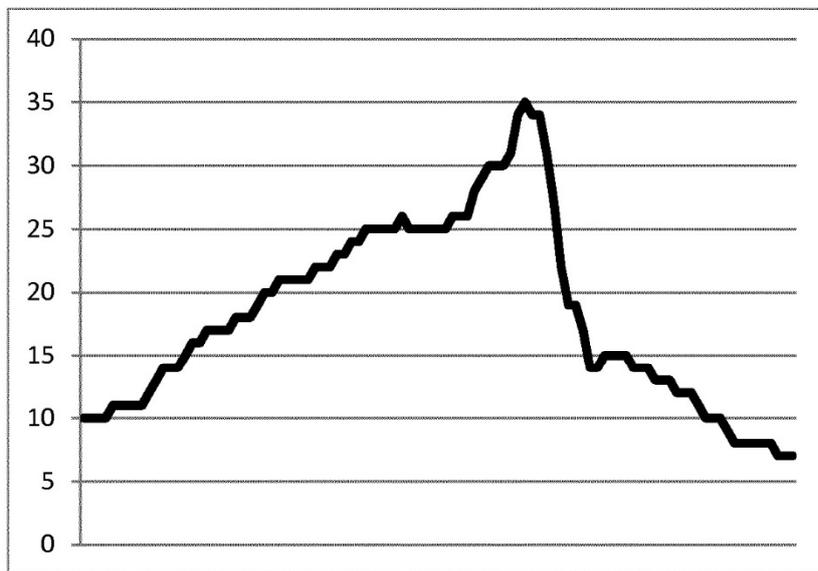


Fig 10C

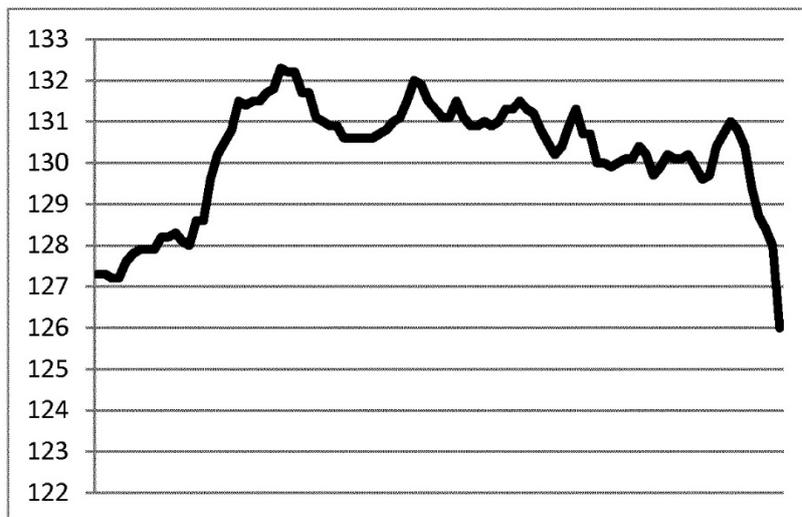


Fig 10D

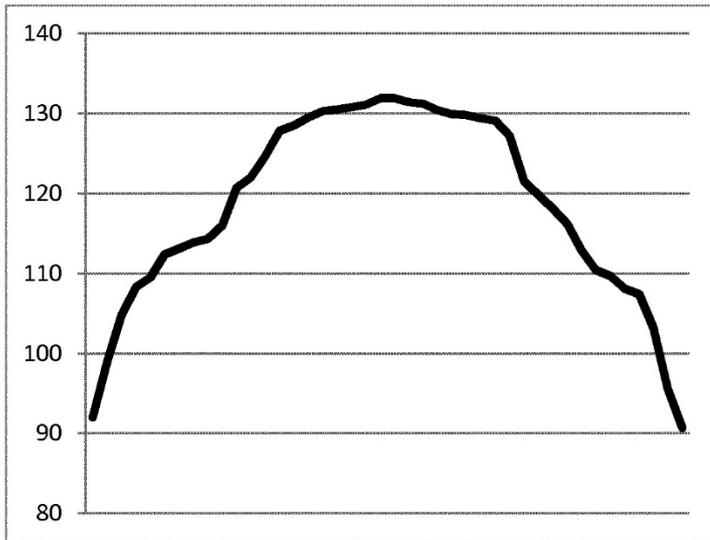


Fig 11

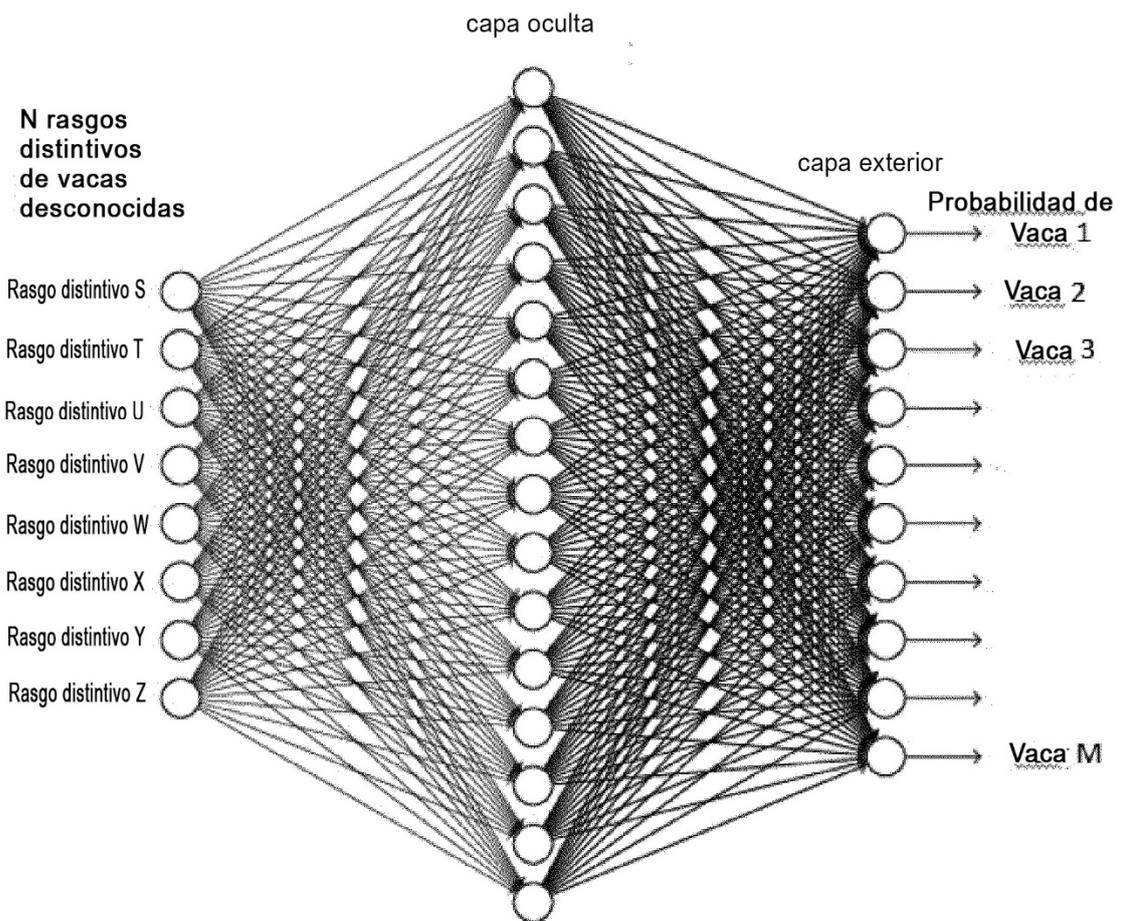


Fig 12