

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 824**

51 Int. Cl.:

**A61B 7/04** (2006.01)

**A61B 7/00** (2006.01)

**G06F 19/00** (2008.01)

**A01K 25/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2014 PCT/US2014/013486**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO14123732**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014 E 14749175 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2953544**

54 Título: **Sistema para determinar la eficacia de los antibióticos en enfermedades respiratorias mediante el análisis de auscultación**

30 Prioridad:  
**06.02.2013 US 201313760968**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.11.2019**

73 Titular/es:  
**INTERVET INC. (50.0%)  
2 Giralda Farms  
Madison, NJ 07940, US y  
INTERVET INTERNATIONAL B.V. (50.0%)**

72 Inventor/es:  
**BRATTAIN, KURT;  
GEISSLER, RANDOLPH, K.;  
TAYLOR, WADE, A.;  
TAYLOR, GARRETT, W. y  
NOFFSINGER, THOMAS, H.**

74 Agente/Representante:  
**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 731 824 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 para determinar la eficacia de los antibióticos en enfermedades respiratorias mediante el análisis de auscultación.

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a la evaluación no invasiva de enfermedades para animales, y más particularmente, a un sistema para determinar la eficacia de un fármaco administrado contra, por ejemplo, enfermedades respiratorias bovinas mediante el uso de técnicas de auscultación. La presente invención también se refiere a un sistema para determinar la eficacia de antibióticos en animales con enfermedades respiratorias mediante el análisis de auscultación. Las características acústicas de los sonidos registrados se colocan en un formato de datos digitales y luego se manipulan en una o más operaciones matemáticas, que incluyen un algoritmo para generar una puntuación pulmonar numérica. Las puntuaciones pulmonares se comparan con los datos existentes que indican el nivel de enfermedad en el animal observado. Las recomendaciones de diagnóstico, pronóstico y tratamiento también pueden generarse en base a las puntuaciones pulmonares. Para determinar la eficacia de los antibióticos, se realiza un análisis estadístico que considera las tasas de letalidad de los animales y las relaciones observadas entre las categorías de puntuación pulmonar. También se proporcionan modalidades para los estetoscopios digitales electrónicos que tienen unidades de visualización integrales que proporcionan a un usuario una indicación de la salud del animal que se examina.

## 20 Antecedentes de la invención

Las enfermedades cardiovasculares, enfermedades respiratorias y enfermedades gastrointestinales se han distinguido de acuerdo con los sonidos auscultados del cuerpo de un paciente. Sobre la base de las mediciones tomadas de los diferentes sonidos, los médicos han sido capaces de diagnosticar enfermedades y continuar con los tratamientos.

Para hacer un diagnóstico preciso de una dolencia basada en sonidos auscultados, es necesario un amplio conocimiento empírico de varias y diversas formas de sonidos auscultados. Hasta hace poco, la auscultación era más un arte que una ciencia, ya que hacer un diagnóstico se basaba principalmente en el oído entrenado de un cuidador y no en datos medidos de sonidos registrados.

Con la llegada de los estetoscopios digitales/electrónicos, los sonidos auscultados pueden grabarse en formato digital, y los programas informáticos luego pueden manipular los datos para analizar las características de los datos. A partir de este análisis, pueden hacerse diagnósticos más precisos basados en criterios objetivos y no solo en el auto capacitado del cuidador que lo atiende.

Se conoce bien medir los sonidos auscultados de humanos para hacer diagnósticos de enfermedades percibidas. Sin embargo, se usa con poca frecuencia la auscultación para los animales tal como el ganado. Se han realizado muy pocos esfuerzos para recopilar datos para los sonidos de bovinos auscultados con el propósito de sacar conclusiones sobre el tipo de enfermedad que puede producirse en las especies bovinas.

Particularmente en un corral de engorde de ganado donde es necesario que el ganado se mantenga en un estado óptimo de salud para que se produzca el aumento de peso necesario, es fundamental que el ganado enfermo se identifique temprano para un tratamiento eficaz y para contribuir a la biociencia. El verdadero estado de salud del ganado puede ser difícil de medir mediante el uso de técnicas tradicionales, tal como la observación de síntomas para incluir la temperatura, la postura y los signos visuales (por ejemplo, exudado nasal, depresión y llenado abdominal). Las definiciones de casos de enfermedad respiratoria bovina han incluido tradicionalmente una temperatura rectal mínima objetiva y una puntuación clínica subjetiva. Los ensayos clínicos indican que las puntuaciones pulmonares objetivas proporcionan correlaciones más fuertes que las temperaturas rectales a las tasas finales de letalidad, tasas de retratamiento y costos del tratamiento. El ganado se evalúa visualmente cuando llegan por primera vez al corral de engorde de ganado, y la adrenalina asociada con el manejo a menudo puede enmascarar los síntomas de la enfermedad. La evaluación estetoscópica de los sonidos pulmonares en bovinos puede usarse para evaluar el potencial de metabolismo de oxígeno del ganado durante las diferentes etapas del procesamiento de llegada. Sin embargo, debido a la falta de datos actuales en la categorización objetiva de los sonidos pulmonares en bovinos, existe la necesidad de desarrollar un sistema automatizado que pueda ayudar a un cuidador a evaluar estos sonidos pulmonares y realizar diagnósticos oportunos.

La enfermedad respiratoria bovina es compleja y es particularmente difícil de tratar y diagnosticar en comparación con las enfermedades respiratorias en los humanos. La musculatura gruesa que rodea el tórax del ganado, la piel gruesa y las posibles capas de grasa, y el ancho de las costillas complica el uso de un estetoscopio para obtener sonidos que pueden analizarse con el fin de hacer un diagnóstico.

Debido a los problemas asociados con la recopilación efectiva de sonidos auscultados del ganado y la falta general de conocimientos sobre cómo analizar estos sonidos, la industria ganadera han sido lentos los avances de procesos de diagnóstico automatizados que pueden usar de manera efectiva datos auscultados.

Una referencia de patente que describe el uso de la acústica para la detección de afecciones respiratorias es la patente de Estados Unidos número 6,443,907. Esta referencia describe específicamente las técnicas de diagnóstico para permitir

la detección de afecciones respiratorias dentro del cuerpo de un paciente. Los datos recopilados de la auscultación se comparan con las características acústicas de referencia y/o los valores umbrales predeterminados para determinar si hay una afección respiratoria anormal dentro del paciente. La técnica de diagnóstico incluye el procesamiento de datos acústicos mediante el cálculo de relaciones de energía mediante el uso de valores de energía dentro de las bandas de alta y baja frecuencia, los retardos de tiempo de la señal y/o las frecuencias dominantes; los valores calculados se comparan con los umbrales de referencia predeterminados para generar salidas indicativas de la afección respiratoria dentro del paciente.

La patente de Estados Unidos número 6,520,924 describe un aparato de diagnóstico automático que usa un estetoscopio digital. El diagnóstico se determina sobre la base de una comparación de los sonidos auscultados registrados versus los datos estándar de los sonidos auscultados para enfermedades cardiovasculares, respiratorias y gastrointestinales. Los criterios objetivos se usan para comparar los sonidos auscultados recopilados y los datos estándar que permiten que un médico pueda diagnosticar una enfermedad en particular.

El documento US 2009/0137918 describe un sistema y método para el diagnóstico de enfermedades respiratorias bovinas mediante el uso de técnicas de auscultación en donde las características acústicas de un espectrograma registrado se comparan con los datos existentes que permiten al cuidador hacer un diagnóstico para un animal enfermo. Los sonidos pulmonares se obtienen mediante el uso de un estetoscopio electrónico, y los sonidos se almacenan como datos digitales. El acondicionamiento de la señal se usa para colocar los datos en un formato deseado y para eliminar el ruido no deseado asociado con los sonidos registrados. Se aplica un algoritmo a los datos y se calculan las puntuaciones pulmonares. Las puntuaciones pulmonares luego se clasifican en varios niveles de patología/enfermedad percibida dentro del animal en base a los datos de base que clasifican las puntuaciones pulmonares. A partir de las puntuaciones pulmonares, un cuidador puede asociar un diagnóstico, pronóstico y un tratamiento recomendado. El programa informático de análisis genera las puntuaciones pulmonares a partir de los sonidos registrados, y también puede proporcionar al usuario una representación visual de los diagnósticos presuntivos, así como también los tratamientos recomendados.

El documento WO 2013/006066 describe un método para evaluar el bienestar de un animal. El método comprende obtener información sobre las características de movimiento del animal antes de aplicar un tratamiento médico al animal; obtener información sobre las características de movimiento del animal después de aplicar tratamiento médico al animal; comparar las características de movimiento del animal antes de aplicar el tratamiento médico con las características de movimiento del animal después de aplicar el tratamiento médico e identificar las diferencias entre estos; y evaluar las diferencias y, en base a éstas, determinar si el bienestar del animal mejora como resultado del tratamiento.

El documento US 2010/0160809 describe un sistema y método para manejar una manada de animales que posiblemente requieran tratamiento médico, tal como vacas en un corral de engorde. Los animales se pastorean individualmente en una rampa, donde los datos de identificación se recolectan de una etiqueta, y los datos de temperatura central se recolectan mediante el uso de un sensor especial de temperatura central sin contacto. El animal se marca con una etiqueta codificada por colores que representa un rango de temperaturas en las que cae la temperatura de ese animal. El animal se entrega luego a un corral correspondiente a ese rango de temperaturas, donde el tratamiento medicinal apropiado se dosifica automáticamente y se aplica al animal.

Si bien la auscultación se ha desarrollado bien para el tratamiento humano, existe una clara necesidad de un sistema automatizado que pueda diagnosticar enfermedades respiratorias bovinas.

#### Resumen de la invención

Visto desde un primer aspecto, se proporciona un sistema de salud electrónico para determinar la eficacia de un fármaco administrado mediante el uso de un análisis de auscultación, como se establece en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

Las modalidades de la presente invención se refieren particularmente a enfermedades respiratorias de especies bovinas. La evaluación estetoscópica de los sonidos pulmonares en bovinos se usa para recopilar datos sobre los sonidos. La recolección de sonidos pulmonares se obtiene preferentemente mediante un estetoscopio digital/electrónico que es capaz de expresar sonidos en forma de un espectrograma. Los datos digitales recopilados del estetoscopio se manipulan mediante un programa informático que permite el análisis en tiempo real del espectrograma y el diagnóstico de una dolencia basado en las puntuaciones pulmonares numéricas que generalmente clasifican la salud del animal. Las puntuaciones pulmonares se comparan con los niveles umbrales que generalmente describen la salud del animal y pueden interpretarse para que correspondan a un cierto nivel de enfermedad en el animal. Esta comparación también puede usarse para generar uno o más tratamientos recomendados. La asignación de puntuaciones pulmonares numéricas al ganado evaluado es un eficaz pronosticador de problemas respiratorios.

A través de una extensa recopilación de datos, se ha encontrado que los sonidos auscultados de especies bovinas que caen dentro de rangos de frecuencias particulares proporcionan una indicación de enfermedad respiratoria. Suponiendo que el estetoscopio se coloca en la localización adecuada para recolectar los sonidos auscultados, los sonidos recolectados que caen dentro de estas frecuencias se convierten a través de una serie de operaciones matemáticas que incluyen uno o más algoritmos para producir las puntuaciones pulmonares numéricas. Estas puntuaciones pulmonares se

corresponden entonces con diversos niveles de enfermedad respiratoria y, en consecuencia, el diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento pueden seguirse en base a las puntuaciones pulmonares específicas obtenidas.

5 Más específicamente, se ha determinado a través de las pruebas que los sonidos auscultados en un rango entre 500 y 900 Hz pueden usarse para generar las puntuaciones pulmonares numéricas y, por lo tanto, indicar varios niveles de enfermedad respiratoria.

10 Se recolectan los sonidos auscultados de especies bovinas mediante el uso de un estetoscopio digital que puede colocarse aproximadamente tres pulgadas por encima del codo derecho del animal, de esta manera se coloca el estetoscopio sobre el lóbulo apical derecho. Los sonidos también pueden recopilarse en el lado izquierdo aproximadamente tres pulgadas por encima del codo izquierdo, de esta manera se coloca el estetoscopio sobre el lóbulo cardíaco. Una vez que el estetoscopio digital ha recopilado y registrado los sonidos, los datos se descargan a un dispositivo informático. El sonido registrado se carga preferentemente como un archivo .wav. Si se usa otro formato de archivo, de acuerdo con la presente invención, el programa informático está adaptado para convertir al formato .wav para su procesamiento. Un archivo .wav es un formato de audio de forma de onda estándar de la industria que se usa para almacenar audio en dispositivos tales como ordenadores personales. Este archivo es una variante del método de flujo de bits en formato RIFF para almacenar datos en grupos, y actualmente es el formato principal usado en los sistemas Windows para datos de audio sin procesar. Los datos registrados del sonido se almacenan en una matriz en su formato original o básico. Se realiza una transformada de Fourier de tiempo corto (STFT) en los datos sin procesar con un tamaño de ventana seleccionado de aproximadamente 512 puntos de datos y una superposición aproximada del 50 %. El tamaño de la ventana se refiere a la cantidad de datos que cubrirá cada transformación de Fourier. Cada ventana se superpone con aproximadamente el 50 % de la ventana anterior para ayudar a mejorar la resolución de frecuencia. Debido a que una transformada de Fourier funciona solo con una señal estacionaria infinita, las señales dinámicas registradas deben separarse en muchas piezas pequeñas para que cada  
20 pieza pueda representar un valor estacionario en ese momento. El tamaño de ventana seleccionado tiene un efecto sobre la precisión de una representación de frecuencia de las salidas de transformación, y se ha demostrado que un tamaño de ventana de aproximadamente 512 puntos de datos proporciona la precisión necesaria para los fines de generar puntuaciones pulmonares de acuerdo con la presente invención. Por ejemplo, los sonidos muestreados a 4 000 Hz por un tipo particular de estetoscopio digital podrían contener 8 192 puntos de datos sin procesar por cada segundo de sonido registrado. La STFT tomará los primeros 512 de estos puntos de datos y operará en ellos. El segundo barrido, debido a la superposición, comenzará en el punto 256 de los datos y avanzará hasta el punto 767 de los datos. Se ha demostrado que esta combinación de tamaño de ventana y superposición proporciona una buena compensación entre la resolución de frecuencia y la resolución de tiempo.

25 A través de pruebas, se ha encontrado que la función ventana específica puede incluir una función de Hamming. Como entienden los expertos en la técnica, una función de Hamming pone a cero los datos fuera de un rango especificado. Las funciones ventanas se usan en transformadas de Fourier de tiempo corto (STFT) para ayudar a combatir el problema de la fuga espectral. Se ha demostrado que la función de Hamming ayuda a crear una mejor resolución de frecuencia, de manera que las frecuencias contenidas en el sonido registrado pueden representarse con mayor precisión.

40 Los datos resultantes de cada transformada de Fourier se trazan en un gráfico para formar puntos de datos para un espectrograma. De acuerdo con la presente invención, los datos trazados crean un espectrograma que es una representación visual de los sonidos registrados en el dominio de la frecuencia donde los ejes trazados son el tiempo y la frecuencia. Las amplitudes de frecuencias entre aproximadamente 500 - 900 Hz son las más importantes en términos de diferenciar entre diferentes categorías de sonidos correspondientes a varios niveles de enfermedades respiratorias. Los datos se separan luego en diez conjuntos o bandas primarias, específicamente, amplitudes entre 500 - 540 Hz, 540 - 580 Hz, 580 - 620 Hz, 620 - 660 Hz, 660 - 700 Hz, 700 - 740 Hz, 740 - 780 Hz, 780 - 820 Hz, 820 - 860 Hz, 860 - 900 Hz.

50 Cada banda de frecuencia se recorta para eliminar la primera y la última porción del sonido registrado. La función de recorte puede lograrse a través del uso de una pantalla de selección de usuario en un programa informático que genera un espectrograma del sonido registrado. El usuario puede recortar manualmente la primera y última porción aplicable del sonido registrado al ver el sonido registrado en el espectrograma y usar la función del programa informático prescrita para eliminar las porciones deseadas del sonido registrado. El usuario también evalúa el sonido registrado como un todo para que solo se seleccionen las secciones pertinentes de cada sonido registrado para su análisis, lo que garantiza de esta manera que no se incluya ningún dato innecesario. Por ejemplo, con el uso de algunos estetoscopios, cuando el estetoscopio se coloca por primera vez en un animal, puede grabarse un sonido de chasquido significativo. Este sonido de chasquido es fácilmente removible por el usuario al borrar o eliminar la porción del espectrograma que corresponde al sonido de chasquido en la pantalla de selección de usuario. Las frecuencias resultantes obtenidas pueden denominarse como frecuencias recortadas. Cada una de las diez bandas de frecuencia recortadas se alimenta luego a un filtro de respuesta finita al impulso (FIR), tal como un filtro FIR de 125 taps con coeficientes idénticos. Para los fines de este cálculo, los sonidos auscultados durante un período de tres respiraciones completas del animal son adecuados para una puntuación efectiva. Para tener en cuenta las diferencias en las frecuencias respiratorias de los animales y cualquier ruido que pueda estar presente, se ha encontrado que la grabación de sonidos durante un período de 8 segundos es adecuada. Sin embargo, este marco temporal puede modificarse para tener en cuenta cualquier circunstancia inusual en el momento  
65 de la auscultación.

## ES 2 731 824 T3

Los resultados numéricos de la aplicación de cada filtro FIR se usan luego para formular una puntuación pulmonar numérica calculada que se compara con los datos de base establecidos para establecer un diagnóstico presuntivo de la gravedad de la enfermedad.

5 Por lo tanto, la fórmula o ecuación para establecer las puntuaciones pulmonares puede expresarse como sigue, donde los valores de X son el resultado numérico de aplicar el filtro FIR en el rango de frecuencia establecido:

10  $X_1$  = resultado del filtro FIR de 500 – 540 Hz;  $X_2$  = resultado del filtro FIR de 540 – 580 Hz;  
 $X_3$  = resultado del filtro FIR de 580 – 620 Hz;  $X_4$  = resultado del filtro FIR de 620 – 660 Hz;  
 $X_5$  = resultado del filtro FIR de 660 – 700 Hz;  $X_6$  = resultado del filtro FIR de 700 – 740 Hz;  
 $X_7$  = resultado del filtro FIR de 700 – 740 Hz;  $X_8$  = resultado del filtro FIR de 740 – 780 Hz;  
15  $X_8$  = resultado del filtro FIR de 780 – 820 Hz;  $X_9$  = resultado del filtro FIR de 820 – 860 Hz;

$X_{10}$  = resultado del filtro FIR de 860 – 900 Hz;

20  $\text{puntuación} = 0,205x_1 + 0,075x_2 + 0,02x_3 + 0,2x_4 + 0,35x_5 + 0,02x_6 + 0,02x_7 + 0,09x_8 + 0,01x_9 + 0,01x_{10}$

25 Los coeficientes en la ecuación de la puntuación pulmonar se determinaron mediante la recopilación de datos en una gran cantidad de sonidos y la comparación de los sonidos para determinar si podría establecerse una relación numérica que correlacionara los resultados de la aplicación del filtro FIR a los sonidos en los diversos rangos de frecuencia con un diagnóstico presuntivo. Los coeficientes se establecieron de tal manera que las puntuaciones pulmonares podrían calcularse en un orden creciente desde las más saludables (las más pequeñas) hasta las más enfermas (las más grandes), y de manera que las categorías de las puntuaciones pulmonares podrían dividirse fácilmente para corresponder a varios diagnósticos discretos. De esta exhaustiva recopilación de datos y ejercicio de desarrollo matemático, se derivó la ecuación de la puntuación pulmonar.

30 Una vez que se obtiene una puntuación pulmonar calculada, se compara con los datos de base en forma de valores umbrales que generalmente corresponden a afecciones respiratorias en bovinos. Estos valores umbrales se han establecido como resultado de una cantidad de pruebas en las que los valores umbrales muestran constantemente una relación directa con el estado de salud del animal que va a evaluarse. Los valores umbrales pueden expresarse en términos de una puntuación pulmonar escalada entre 1 y 9. Estas puntuaciones pulmonares escaladas pueden ser más fáciles de registrar y reportar por el cuidador en lugar de las puntuaciones pulmonares calculadas reales. Como se indica a continuación, una afección respiratoria en bovinos se indica en función de un rango de puntuaciones pulmonares calculadas y una puntuación pulmonar escalada correspondiente. Por lo tanto, el rango de puntuaciones pulmonares calculadas en función de las afecciones respiratorias y las puntuaciones pulmonares escaladas son los siguientes:

- 35 a. Puntuación pulmonar escalada 1 (normal baja) = puntuación pulmonar calculada entre 0 y 74,5  
b. Puntuación pulmonar escalada 2 (normal alta) = puntuación pulmonar calculada entre 74,5 -149  
c. Puntuación pulmonar escalada 3 (aguda leve baja) = puntuación pulmonar calculada entre 150 y 165  
40 d. Puntuación pulmonar escalada 4 (aguda leve alta) = puntuación pulmonar calculada entre 165 y 180  
e. Puntuación pulmonar escalada 5 (aguda grave baja) = puntuación pulmonar calculada entre 181 - 250,5  
45 f. Puntuación pulmonar escalada 6 (aguda grave alta): = puntuación pulmonar calculada entre 250,5 - 320  
g. Puntuación pulmonar escalada 7 (crónica baja) = puntuación pulmonar calculada entre 320 y 400  
h. Puntuación pulmonar escalada 8 (crónica mediana) = puntuación pulmonar calculada entre 400 - 500  
i. Puntuación pulmonar escalada 9 (crónica alta) = puntuación pulmonar calculada entre 500 y superior

50 Las puntuaciones pulmonares calculadas que caen cerca o por encima de estos niveles umbrales de las puntuaciones pulmonares escaladas indican un diagnóstico presuntivo de las afecciones correspondientes. Por ejemplo, una puntuación pulmonar calculada de 175 indicaría un diagnóstico de una afección respiratoria aguda leve alta (Puntuación pulmonar escalada 4) y que se aproxima a una afección aguda grave (Puntuación pulmonar escalada 5). Una puntuación pulmonar calculada de 425 indicaría una condición crónica mediana (Puntuación pulmonar escalada 8), y una que representa una enfermedad de mayor duración acompañada de cierta consolidación pulmonar irreversible. Aunque las puntuaciones pulmonares calculadas se proporcionan en distintos rangos, debe entenderse que las puntuaciones pulmonares calculadas que caen cerca del final de un rango y el comienzo del siguiente rango pueden ser dignos de un análisis adicional por parte del cuidador para asegurar la asignación de la puntuación pulmonar es consistente con otros síntomas mostrados por el animal. Por lo tanto, los rangos generales son excelentes indicadores de las afecciones pulmonares, pero algunas puntuaciones pulmonares pueden ser dignas de un análisis adicional.

60 Pueden usarse técnicas de filtrado adicionales para mejorar el análisis de los sonidos registrados. Los tres filtros adicionales que pueden usarse para eliminar los sonidos interferentes incluyen un filtro de reducción de latidos del corazón, un filtro de supresión de banda adaptativa y un filtro para interferencias/crepitación. El filtro de latidos del corazón se basa en una técnica de interpolación umbral por tramos adaptativa que se usa para eliminar el ruido asociado con los latidos del corazón y que, de cualquier otra manera, puede interferir con los sonidos pulmonares registrados. El filtro de

supresión de banda adaptativa se basa en la misma técnica que el filtro de latido del corazón, pero en su lugar se enfoca en eliminar cualquier ruido de interferencia emitido a una frecuencia constante en todo el sonido registrado, tal como el ruido generado por una rampa para ganado. El filtro para interferencias/crepitación se usa para eliminar los chasquidos o crepitaciones restantes asociados con el movimiento del estetoscopio que permanecen en la pantalla de selección del usuario.

De acuerdo con el funcionamiento básico del programa informático de la presente invención, un usuario puede seleccionar un archivo particular que corresponda a los datos de sonido registrados para un animal particular tomados en un momento particular. Este archivo puede incluir otra información de identificación, tal como la localización donde se registró el sonido, cómo se registró (por ejemplo, el lado de la rampa y el tipo de estetoscopio usado). Una vez que el usuario ha seleccionado el archivo en particular, en la interfaz de usuario se muestra un espectrograma del sonido junto con la puntuación para ese sonido. El espectrograma puede incluir el uso de varios colores que indican las amplitudes de las frecuencias registradas. Los valores numéricos de las puntuaciones pulmonares pueden corresponder a uno o más diagnósticos tomados de una base de datos de diagnósticos, una base de datos de tratamiento(s) recomendado(s). En consecuencia, la interfaz de usuario también puede mostrar los diagnósticos, los tratamientos y pronósticos recomendados. Los tratamientos y pronósticos recomendados se generarán a partir de las puntuaciones pulmonares calculadas y otros factores tales como la edad, el peso, los días de alimentación, la fecha proyectada de mercado, la temporada, el historial de origen, la categoría de riesgo y la temperatura rectal.

Además, los espectrogramas ayudan al cuidador a analizar aún más la patología particular asociada con el animal, ya que puede haber otras indicaciones dentro del espectrograma que ayuden al cuidador a hacer un diagnóstico. Por ejemplo, comparar las amplitudes de los sonidos registrados durante la inhalación y la exhalación también puede ser un indicador de una afección respiratoria en particular.

Con respecto a un dispositivo preferido para capturar sonidos auscultados de la especie bovina, un dispositivo preferido incluiría un estetoscopio incorporado dentro de una pieza pectoral que se comunique o bien por cable o de manera inalámbrica con una pantalla táctil LCD portátil que visualice el espectrograma/forma de onda del sonido registrado. La pantalla táctil LCD portátil podría ser, por ejemplo, un asistente digital personal (PDA) que contenga el programa informático necesario para generar una pantalla con el espectrograma de los sonidos registrados. Como se describe a continuación, dentro de la presente invención se contempla que el usuario tenga la opción de filtrar datos extraños de las formas de onda registradas, de manera que las formas de onda reflejen los datos precisos correspondientes al sonido real emitido por el animal.

En otra modalidad de la invención, se proporciona un estetoscopio digital electrónico con una pantalla integral que permite al usuario ver la puntuación pulmonar directamente en el dispositivo o ver alguna otra indicación visual del estado de salud del animal. En un aspecto de esta modalidad, se contempla que el estetoscopio tiene una capacidad inalámbrica para comunicarse de manera inalámbrica con un ordenador remoto. El ordenador recibe un sonido pulmonar digitalizado desde el estetoscopio. Se aplica un algoritmo seleccionado a estos datos digitalizados en el ordenador, y se produce una puntuación pulmonar o algún otro resultado tangible que proporciona una indicación de la salud del animal. Luego, este resultado se envía de manera inalámbrica de nuevo al estetoscopio para su visualización al usuario. En otro aspecto de esta modalidad, se contempla que el propio estetoscopio digital puede incorporar un microprocesador, memoria asociada, y programa informático o microprograma que sea capaz de generar la puntuación pulmonar o algún otro resultado indicativo de la salud del animal. Por lo tanto, los sonidos registrados por el estetoscopio se manipulan por el microprocesador para generar el resultado de la puntuación pulmonar u otro resultado que indique la salud del animal, y no es necesaria un ordenador remoto.

En lugar de generar una puntuación pulmonar, otras indicaciones o resultados que pueden generarse para el usuario pueden incluir un mensaje o informe que resuma la salud percibida del animal según lo juzgado por el/los algoritmo(s) aplicado(s) a los sonidos pulmonares registrados. Por ejemplo, puede producirse un mensaje en la pantalla integral del dispositivo que enumere el estado de salud del animal (por ejemplo, aguda leve, aguda, etc.), junto con una recomendación para el tratamiento, como una dosis de medicamento. También se contempla que el historial de salud del animal pueda considerarse con la puntuación pulmonar/recomendación generada, de manera que si se recomienda un medicamento, se tengan en cuenta los medicamentos recibidos anteriores, si los hubiera, u otras afecciones del animal que puedan impedir o limitar al animal que se prescriban medicamentos en ese momento. Por lo tanto, cada animal individual se identificaría primero por la etiqueta del animal, y los sonidos registrados se agregarían a un archivo de datos en el ordenador remoto y/o en la memoria del microprocesador integral. Después de la generación de la puntuación pulmonar o el resultado de salud, el mensaje generado para el usuario primero tomará en cuenta otros factores registrados, tal como el historial de salud del animal, que pueda afectar el tratamiento recomendado.

En otra modalidad de la presente invención, se proporciona un sistema en el que varios otros dispositivos de campo son capaces de comunicarse con el estetoscopio y con el dispositivo informático remoto para recopilar datos extensos sobre el animal y para proporcionar observaciones de salud predictivas a un cuidador. Por ejemplo, otros dispositivos de campo que podrían asociarse con los datos de sonido registrados por el estetoscopio incluyen básculas de pesaje, sondas de temperatura, lectores RFID y otros equipos de diagnóstico. En este sistema, se contempla que la comunicación inalámbrica tenga lugar entre cada uno de los dispositivos de campo y un ordenador remoto designado. Una vez que se activa el estetoscopio digital electrónico para obtener los sonidos pulmonares de un animal, el estetoscopio consulta o

busca otros dispositivos de campo que se han usado para registrar la información sobre el animal que se va a examinar. Si hay un/unos dispositivo(s) de campo presente(s) que se ha(n) usado para obtener otra información sobre el animal, los datos de cada uno de estos dispositivos de campo y del estetoscopio se envían de manera inalámbrica al ordenador remoto. Por lo tanto, esta información completa e integrada puede registrarse conjuntamente para el uso inmediato por parte del usuario, en el que el ordenador remoto u otros dispositivos de visualización seleccionados, tal como el asistente digital personal, puede usarse para visualizar los datos integrados para incluir una puntuación pulmonar, un informe de salud o algunas otras indicaciones tangibles de la salud del animal.

En todavía otra modalidad más de la presente invención, se proporciona una unidad de grabación digital de audio inalámbrica que tiene la misma funcionalidad que los estetoscopios digitales descritos anteriormente, pero esta unidad de grabación proporciona un medio conveniente para grabar sonidos a través del uso de un micrófono multicanal en la forma de un dispositivo curvado en forma de paleta. Más específicamente, la unidad de grabación incluye una paleta de grabación de forma curvada adecuada que se forma para que coincida generalmente con la curvatura del área del pecho del animal en particular en el que va a usarse el dispositivo. La paleta de grabación puede asegurarse a una vara de extensión que sujeta el usuario, lo que permite que el usuario se posicione a una distancia mayor del animal en comparación con el uso de un estetoscopio tradicional. En el caso del ganado sometido a examen en una rampa para ganado o en algún otro espacio confinado, los cuidadores con estetoscopios tradicionales deben alcanzar la rampa para colocar el estetoscopio contra el animal. Se conoce bien que el movimiento del animal dentro de la jaula puede lesionar gravemente al cuidador que puede tener un apéndice que quede atrapado dentro de la jaula.

El sistema puede usarse para determinar la eficacia de los antibióticos administrados a los animales en base a las relaciones observadas entre las categorías de puntuación pulmonar. Puede hacerse una comparación entre las poblaciones de muestra de animales que han recibido varios tipos o clasificaciones de antibióticos, y luego estos datos se comparan con las categorías de puntuación pulmonar observadas para cada uno de los animales que han recibido los antibióticos. Se realiza un análisis estadístico sobre los datos para confirmar estadísticamente que las tasas de letalidad van en aumento entre las categorías de puntuación pulmonar en el rango representado de 1 a 4. Si las categorías de puntuación pulmonar no demuestran evidencia estadística de aumento en las tasas de letalidad, se puede llegar a una conclusión general de que el antibiótico particular administrado no es efectivo, mientras que una tasa de mortalidad reducida asociada con puntuaciones pulmonares más bajas indica un nivel de efectividad del antibiótico. Como resultado, los cuidadores pueden manejar mejor la administración de antibióticos para reducir las tasas de letalidad de los animales y proporcionar un programa de administración de antibióticos sustancialmente mejorado en el que la selección y rotación de los antibióticos maximice la salud de los animales y reduzca los costos.

El sistema puede usarse para determinar la eficacia de un fármaco administrado mediante el análisis de auscultación mediante:

(i) realizar auscultaciones para registrar los sonidos auscultados de un grupo de animales, las auscultaciones que incluyen generar categorías pulmonares correspondientes a un rango de estados de salud, y generar en cada auscultación realizada una categoría pulmonar que indique un estado de salud categorizado para cada animal en el momento de la auscultación; (ii) registrar un tipo de fármaco administrado al grupo de animales; (iii) registrar las muertes para el grupo de animales durante un período de tiempo designado; (iv) realizar un análisis estadístico para determinar si existe una diferencia estadística en las tasas de letalidad entre las categorías de puntuación pulmonar; y (v) analizar el análisis estadístico para determinar una relación entre las tasas de letalidad en función de las puntuaciones pulmonares para determinar la eficacia del fármaco.

El sistema puede usarse para determinar la eficacia de un fármaco administrado mediante el análisis de auscultación mediante: (i) realizar auscultaciones para registrar los sonidos auscultados de un grupo de animales, las auscultaciones que incluyen generar categorías pulmonares correspondientes a un rango de estados de salud, y generar en cada auscultación realizada una categoría pulmonar que indique un estado de salud categorizado para cada animal en el momento de la auscultación; (ii) registrar un tipo de fármaco administrado al grupo de animales; (iii) registrar las muertes para el grupo de animales durante un período de tiempo designado; (iv) determinar si existe una diferencia en las tasas de letalidad entre las categorías de puntuación pulmonar; y (v) determinar una pendiente de una probabilidad pronosticada a partir de dicho primer paso determinante, en donde una pendiente positiva indica la eficacia del fármaco, y en donde una pendiente de cero o casi cero indica ineficacia del fármaco.

El sistema puede usarse para determinar la eficacia de un fármaco administrado mediante el análisis de auscultación mediante: (i) realizar auscultaciones para registrar los sonidos auscultados de un grupo de animales, las auscultaciones que incluyen generar categorías pulmonares correspondientes a un rango de estados de salud, y generar en cada auscultación realizada una categoría pulmonar que indique un estado de salud categorizado para cada animal en el momento de la auscultación; (ii) registrar un tipo de fármaco administrado al grupo de animales; (iii) registrar las muertes para el grupo de animales durante un período de tiempo designado; (iv) determinar si existe una diferencia en las tasas de letalidad entre las categorías de puntuación pulmonar; y (v) determinar una pendiente de una probabilidad pronosticada a partir de dicho primer paso determinante, en donde una pendiente positiva indica la eficacia del fármaco, y en donde una pendiente de cero o casi cero indica ineficacia del fármaco.

Aunque las modalidades de la invención están dirigidas al análisis de auscultación para especies bovinas, la invención puede aplicarse por igual a otras especies animales que incluyen, sin limitación, cerdos, ovejas, caballos, perros y gatos.

Pueden generarse algoritmos para cada especie para determinar los valores umbrales que corresponden al estado de salud del animal.

5 Varias otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de una revisión de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

10 La Figura 1 es una vista esquemática del sistema de la presente invención;  
 La Figura 2 es un diagrama esquemático de una especie bovina que muestra una localización preferida donde se recopilan los sonidos auscultados, tal como por ejemplo un estetoscopio electrónico;  
 La Figura 3 es un espectrograma ilustrativo que muestra los sonidos pulmonares normales para especies bovinas;  
 La Figura 4 es otro espectrograma que ilustra los sonidos pulmonares en bovinos, categorizados como agudos leves;  
 15 La Figura 5 es otro espectrograma que ilustra los sonidos pulmonares en bovinos, categorizados como agudos graves;  
 La Figura 6 es otro espectrograma que ilustra los sonidos pulmonares en bovinos, categorizados como crónicos; y  
 La Figura 7 es una pantalla de interfaz de usuario ilustrativa que muestra un espectrograma, la puntuación pulmonar calculada correspondiente al espectrograma, un diagnóstico y uno o más tratamientos recomendados.  
 La Figura 8 es otra pantalla de interfaz de usuario ilustrativa que muestra el espectrograma de la Figura 7, en donde un usuario ha recortado las frecuencias que corresponden al ruido u otras frecuencias de interferencia no relacionadas con  
 20 los sonidos auscultados objetivos del animal; y  
 Las Figuras 9A y 9B ilustran un diagrama de flujo de una matriz de tratamiento dinámico que proporciona un tratamiento recomendado basado en la consideración de una serie de factores para incluir las puntuaciones pulmonares.  
 La Figura 10 es una vista en planta de otra modalidad de la presente invención, específicamente, un estetoscopio digital electrónico con una pantalla integral;  
 25 La Figura 11 es una vista en planta ampliada de la pantalla integral del dispositivo de la Figura 10;  
 La Figura 12 es un diagrama de sistema para aún otra modalidad de la presente invención que proporciona interconectividad entre varios dispositivos de campo y el estetoscopio digital para recopilar una amplia gama de datos que permiten simultáneamente que una información completa esté disponible para el uso inmediato por parte de un cuidador;  
 La Figura 13 es una vista en perspectiva superior, fragmentaria, de una unidad de grabación digital de audio inalámbrica de acuerdo con otra modalidad de la presente invención;  
 30 La Figura 14 es una vista en perspectiva inversa del dispositivo mostrado en la Figura 13;  
 La Figura 15 ilustra el uso del dispositivo de la Figura 13, por ejemplo, para obtener sonidos pulmonares de un animal en una rampa para ganado;  
 La Figura 16 es un gráfico que ilustra otro aspecto de la invención, específicamente, una relación entre las categorías de puntuación pulmonar y las tasas de letalidad con el fin de determinar la eficacia de los antibióticos administrados;  
 35 La Figura 17 es una tabla de datos para las tasas de letalidad, y dichos datos que son un ejemplo para su uso en un análisis estadístico para validar las diferencias estadísticas en las tasas de letalidad entre las categorías de puntuación pulmonar;  
 La Figura 18 es un ejemplo de un análisis estadístico que usa una regresión logística para evaluar y validar las diferencias estadísticas;  
 40 La Figura 19 es otro ejemplo de un análisis estadístico que usa una regresión logística para evaluar y validar las diferencias estadísticas;  
 La Figura 20 es un gráfico que ilustra las probabilidades pronosticadas del análisis de regresión logística para las tasas de fatalidad entre las categorías de puntuación pulmonar para el ejemplo de la Figura 18; y  
 45 La Figura 21 es un gráfico que ilustra las probabilidades pronosticadas del análisis de regresión logística para las tasas de letalidad entre las categorías de puntuación pulmonar para el ejemplo de la Figura 19.

Descripción detallada

50 Con referencia a la Figura 1, se ilustra el sistema 10 de la presente invención. Se usa un estetoscopio electrónico 12 para recopilar los sonidos pulmonares 14 del animal. El estetoscopio 12 detecta los sonidos, y luego los sonidos se descargan en formato digital a un dispositivo informático 16. El dispositivo informático 16 puede tomar varias formas, tal como un ordenador personal independiente, un dispositivo informático portátil tal como un asistente digital personal (PDA). El dispositivo informático 16 incluye un microprocesador convencional para la manipulación de instrucciones codificadas por ordenador en forma del programa informático de análisis 20. Una o más bases de datos 22 accesibles por el dispositivo informático almacenan los sonidos digitales. Una interfaz de usuario tal como un monitor 24 permite al usuario ver los datos recopilados, para incluir un espectrograma que puede generarse por el programa informático de análisis 20 indicativo de varios atributos del sonido registrado para incluir frecuencias, amplitudes y otros atributos que se registran a través del tiempo.  
 60

Los sonidos pulmonares auscultados 14 se obtienen del animal de acuerdo con la colocación del estetoscopio en las localizaciones designadas del animal. Con referencia ahora a la Figura 2, se ilustra un bovino 30 con los pulmones 32 localizados en una región central del cuerpo. En esta Figura, el lóbulo apical 34 es el lugar preferido donde se coloca el dispositivo sensor del estetoscopio. Como se muestra, el lóbulo apical 34 está cubierto parcialmente por la cuarta costilla 36. El círculo 38 ilustra la localización preferida donde debe colocarse el estetoscopio, que es aproximadamente a tres pulgadas por encima del codo derecho 39. Con respecto a la colocación del estetoscopio digital, se ha demostrado que  
 65

el área 38 es un área óptima para la recopilación de datos. La especie bovina posee un lóbulo extra en sus pulmones en comparación con otros animales tal como los humanos, denominado como el lóbulo apical derecho ventilado por los bronquios traqueales accesorios más anteriores, lo que hace que el lóbulo apical sea más susceptible a la neumonía aerógena aguda. Si los sonidos auscultados se recopilan desde el lado izquierdo del animal, entonces la localización preferida para la colocación del estetoscopio es aproximadamente la misma, es decir, tres pulgadas por encima del codo izquierdo que da como resultado la colocación del estetoscopio sobre el lóbulo cardíaco. Sin embargo, en el lado izquierdo, posicionar el estetoscopio entre la cuarta y quinta costillas puede proporcionar una mejor posición para recopilar el sonido. Dado que los bovinos se paran a cuatro patas, la enfermedad respiratoria es típicamente de origen aerógeno y tiende a concentrarse primero en el lóbulo apical, avanza hacia el lóbulo cardíaco izquierdo y luego ventralmente hacia el campo pulmonar adicional. Una vez que el estetoscopio toma el sonido registrado, estos datos se transfieren luego al ordenador 16 de acuerdo con las técnicas de transferencia de datos conocidas. Preferentemente, el sonido registrado tomado por el estetoscopio es un archivo .wav. Una vez que los datos se cargan y almacenan en la base de datos 22, el programa informático de análisis 20 realiza ciertas manipulaciones de los datos para generar un número correspondiente a una puntuación pulmonar calculada 70 como se describe a continuación.

De acuerdo con la presente invención como se menciona en el Resumen, se aplica un algoritmo a los datos dentro del archivo .wav en forma de una transformada de Fourier de tiempo corto que se realiza en los datos sin procesar con un tamaño de ventana de aproximadamente 512 puntos de datos y una superposición aproximada del 50 %. Una función de Hamming puede usarse como la función ventana. Como se describe a continuación con respecto a las Figuras 3-7, los datos resultantes de cada transformada se trazan para formar los puntos de datos para un espectrograma que puede verse por el usuario.

A partir de diversas investigaciones, se ha determinado que las amplitudes de frecuencias entre 500 y 900 Hz representan los puntos de datos que pueden manipularse numéricamente dentro de un algoritmo para indicar varios niveles de enfermedad dentro de un animal. Como se mencionó anteriormente, los datos pueden dividirse en diez conjuntos o bandas básicas, específicamente, amplitudes de 500 a 540 Hz, 540 a 580 Hz, 580 a 620 Hz, 620 a 660 Hz, 660 a 700 Hz, 700 a 740 Hz, 740 - 780 Hz, 780 - 820 Hz, 820 - 860 Hz, y 860 - 900 Hz. Se realizan cálculos para luego determinar las puntuaciones pulmonares calculadas 70. Las puntuaciones resultantes se comparan con los datos de base establecidos 74 que indican cierto nivel de enfermedad en el animal. Como también se menciona en el Resumen, pueden usarse las puntuaciones pulmonares escaladas que corresponden a los rangos de las puntuaciones pulmonares calculadas para asignar los diagnósticos para el nivel de enfermedad dentro del animal. Los tratamientos recomendados pueden establecerse en base a los diagnósticos. Los diagnósticos y tratamientos también pueden almacenarse en la base de datos 22, en donde los diagnósticos pueden enumerarse de enfermedades pulmonares particulares, y los tratamientos pueden incluir descripciones de diversos medicamentos que se administrarán al animal enfermo.

Un animal perfectamente sano idealmente tendrá poco o ningún sonido generado dentro del rango de frecuencia objetivo y, por lo tanto, se calcularía una puntuación calculada de 0 o un valor mucho menor que 75. Se produce la variación de los sonidos pulmonares en el ganado normal y estas variaciones están sujetas a una serie de factores que incluyen la variación biológica, la función digestiva y el estado inmunológico. En consecuencia, también se contempla que las puntuaciones pulmonares específicas asignadas a los diversos diagnósticos se pueden cambiar para tener en cuenta cualquier variación sistémica que pueda producirse en un grupo de animales. Para las puntuaciones pulmonares calculadas de aproximadamente 150, el diagnóstico será agudo leve bajo (puntuación pulmonar escalada 3), lo que indica la presencia de edema y exudados acompañados por una reducción del flujo de aire a través del tejido aún funcional. Estos cambios son muy dinámicos y tienen el potencial de agravarse rápidamente en ausencia de terapia y, por el contrario, el estado del animal podría mejorar dramáticamente en presencia de la terapia apropiada. Para las puntuaciones pulmonares calculadas que se producen entre 0 y 149, existe una considerable discreción por parte del cuidador para determinar si el animal tiene alguna enfermedad respiratoria de alguna preocupación. Pueden analizarse otros factores, para incluir si el animal tiene otros signos de enfermedad, tales como temperatura, depresión, secreción nasal, etc. Para las puntuaciones pulmonares calculadas que alcanzan 181, nuevamente a través de pruebas, se ha demostrado que estos animales ciertamente tienen un nivel de enfermedad respiratoria que debe tratarse. En consecuencia, en 181, se realiza un diagnóstico de agudo grave que indica, además, respuestas inflamatorias graves que incluyen edema, derrame y consolidación temprana en las vías respiratorias y los espacios alveolares, lo que reduce drásticamente la eficacia de la respiración. Estos casos merecen una terapia agresiva, tratamiento de soporte, y tienen un mayor riesgo de requerir terapia adicional. Para las puntuaciones pulmonares calculadas que pueden estar entre 150 y 181, el cuidador tiene cierta cantidad de discreción para determinar la enfermedad real en el animal, y puede realizarse una evaluación adicional del animal para confirmar la naturaleza de la enfermedad. Para las puntuaciones calculadas que alcanzan los 320, puede hacerse un diagnóstico crónico y una cierta cantidad de tejido pulmonar no funcional se involucra típicamente en la consolidación irreversible, necrosis coagulativa y posible formación de abscesos. Para las puntuaciones pulmonares calculadas que se encuentran entre 181 y 320, nuevamente el cuidador tiene cierta discreción para determinar la naturaleza real de la enfermedad respiratoria que se produce dentro del animal. Para puntuaciones calculadas por encima de 320, se ha demostrado a través de pruebas que estos animales han sufrido algún grado de pérdida irreversible de la función respiratoria que disminuirá el potencial de rendimiento. Las terapias dependen del porcentaje de pulmón involucrado, y las terapias están dirigidas a salvar tejido normal y reducir la formación de abscesos. La respuesta óptima al tratamiento y el uso prudente de antibióticos dependen de la patología pulmonar asociada con las puntuaciones pulmonares particulares con la farmacocinética de los antibióticos y los fármacos auxiliares generados por una base de datos dinámica.

Con referencia a la Figura 3, se ilustra un ejemplo del espectrograma 40 que corresponde a un espectrograma que el usuario puede ver en el monitor 24 como resultado del programa de análisis 20 que genera el espectrograma en base a los datos recopilados de varias observaciones. En esta Figura, el espectrograma 40 incluye datos trazados en función de la frecuencia de los sonidos 42 durante un período de tiempo 44. Más específicamente, las frecuencias se trazan en incrementos de 250 Hz, y el sonido se traza en segundos. Como se muestra en esta Figura, los puntos de datos 46 muestran que solo hay una aparición de un sonido que está por encima de 500 Hz, lo que indica por lo tanto un animal generalmente sano. En este ejemplo, después de la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos, el diagnóstico sería de hecho normal. En el punto de datos de .80 segundos hay un solo pico 47 que es mayor que 500 Hz; sin embargo, este punto de datos en particular puede atribuirse al ruido, tal como el ruido de fondo o incluso el latido del corazón del animal. Dado que este punto de datos no es repetitivo en el tiempo, este punto de datos puede ignorarse. En cualquier caso, incluso cuando este único punto de datos se incluye en los datos manipulados por las operaciones/algoritmos matemáticos, la puntuación pulmonar aún estaría cercana a cero, lo que indicaría muy poca patología pulmonar. La función de recorte descrita anteriormente puede eliminar gran parte del ruido de fondo o ambiental irrelevante, tal como los chasquidos o los clics generados desde el estetoscopio. Un filtro de latidos del corazón puede reducir cualquier ruido de latidos del corazón existente, y el ruido constante a una frecuencia particular también puede eliminarse mediante el uso del filtro de ruidos. Como se mencionó, es conveniente aplicar filtros seleccionados para eliminar la mayor cantidad de ruido posible, tal como el ruido de fondo creado por un latido del corazón. Este espectrograma también puede ilustrarse a color, donde los volúmenes de las frecuencias trazadas corresponden a colores particulares.

Con referencia a la Figura 4, se ilustra otro espectrograma 40 en el que las amplitudes de las frecuencias incluyen algunos puntos de datos 48 que se encuentran entre 500 y 900 Hz. Después de la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos, este espectrograma es ilustrativo de uno que podría indicar un diagnóstico agudo leve. Dado que un cuidador no tiene que hacer un diagnóstico simplemente mirando el espectrograma, el grado de subjetividad para hacer el diagnóstico se reduce considerablemente, lo que da como resultado, por lo tanto, diagnósticos mucho más precisos basados en los datos registrados.

Con referencia a la Figura 5, el sonido registrado que se muestra en el espectrograma 40 es un ejemplo de uno que resulta en un diagnóstico agudo grave después de la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos. Como se muestra, varios puntos de datos adicionales 50 en este espectrograma se encuentran entre 500 y 900 Hz en comparación con los puntos de datos 48 en el espectrograma de la Figura 4.

Con referencia a la Figura 6, se muestra todavía otro espectrograma 40 que ilustra una situación en la que puede hacerse un diagnóstico crónico como se refleja en el marcado aumento en la amplitud de las frecuencias superiores. Como se muestra, hay muchos puntos de datos 54 que se producen por encima de 500 Hz por cada respiración del animal. Después de la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos, este espectrograma de hecho resultaría en una puntuación pulmonar correspondiente al diagnóstico crónico.

Como se mencionó, con el fin de proporcionar los conjuntos de datos más confiables para incluir la capacidad de mostrar visualmente los datos en forma de espectrogramas, puede ser necesario aplicar ciertos filtros a los datos recopilados para eliminar varias fuentes de ruido. Como se mencionó, las técnicas de filtrado pueden usarse para mejorar los datos analíticos. Estos filtros pueden incluir un filtro de reducción de los latidos del corazón, un filtro para interferencias/crepitaciones y un filtro de ruido. Los tres filtros se basarán en una técnica de interpolación umbral por tramos adaptativa. El filtro de latidos del corazón se enfocará en detectar altas amplitudes periódicas en el rango de frecuencia de 0 a 250 Hz. El filtro para interferencias/crepitaciones se enfocará en amplitudes periódicas extremadamente altas en el rango de 500 - 2 000 Hz. El filtro de ruido se enfocará en amplitudes altas continuas en el rango de 500 - 1 000 Hz. Cada vez que se detecta una sección por cualquiera de los filtros, este se elimina. Los datos faltantes se completan mediante una interpolación lineal. A diferencia de la colección de sonidos humanos que puede requerir una gran cantidad de micrófonos para recolectar el sonido, suponiendo que el estetoscopio electrónico se coloque correctamente; el diagnóstico y los tratamientos con la presente invención pueden pronosticarse con precisión mediante el uso de un solo estetoscopio. La transformada de Fourier lleva los datos recolectados al dominio de la frecuencia, lo que permite de esta manera al programa informático de análisis determinar qué frecuencias están contenidas en el sonido y en qué volumen existen esas frecuencias. Generalmente, cuanto más alto sea el sonido en las frecuencias de interés (500 - 900 Hz), mayor será la puntuación pulmonar del animal.

Si bien los datos obtenidos en la presente invención pueden ser un pronosticador preciso de la salud de las especies bovinas, la técnica descrita en la presente descripción no proporcionaría un diagnóstico útil para los seres humanos. La enfermedad respiratoria humana típicamente es mucho menos grave que la de los bovinos, y los volúmenes y frecuencias particulares en humanos serían mucho más pequeños durante un largo período de tiempo. Las enfermedades respiratorias humanas a menudo se identifican por tipos específicos de sibilancias y crepitaciones que tienen longitudes, volúmenes y niveles de frecuencia muy específicos, ninguno de los cuales corresponde a un diagnóstico similar para las especies bovinas.

La Figura 7 es una pantalla de interfaz de usuario ilustrativa 100 que incluye un espectrograma 102, junto con una pantalla correspondiente de la puntuación pulmonar calculada 104, un diagnóstico 106 y un tratamiento recomendado 108. En lugar de la puntuación pulmonar calculada, la puntuación pulmonar escalada podría mostrarse en la pantalla. Como se

mencionó anteriormente, la puntuación pulmonar puede correlacionarse con un diagnóstico, así como también con uno o más tratamientos recomendados.

5 La Figura 8 es otra pantalla de interfaz de usuario ilustrativa 101 que incluye el espectrograma 102 de la Figura 7, una puntuación pulmonar escalada 105, un diagnóstico 106 y el tratamiento recomendado 108. Esta pantalla 101 también muestra las porciones 111 del espectrograma que el usuario ha resaltado para su eliminación como datos que no son precisos en términos de los sonidos pulmonares reales. Las porciones 111 que deben eliminarse son ruido u otras frecuencias de interferencia no relacionadas con los sonidos auscultados reales del animal. Estas frecuencias de interferencia se identifican como picos en el espectrograma con amplitudes que están claramente fuera del rango en comparación con las porciones restantes del espectrograma. Como se mencionó, estas frecuencias de interferencia pueden atribuirse a factores tales como el ruido del estetoscopio, el latido del corazón del animal, etc. Una vez que se han recortado estas áreas, el usuario puede volver a ver el espectrograma modificado para asegurarse de que los datos parecen precisos.

15 También pueden considerarse otros factores cuando se generan diagnósticos y tratamientos automáticos, tales como otros síntomas del animal que va a analizarse. Por lo tanto, también se contempla con la presente invención que los diagnósticos y tratamientos automáticos pueden modificarse aún más al analizar otros datos tales como la temperatura rectal, la fecha de mercado proyectada y la categoría de riesgo.

20 Con referencia a las Figuras 9A y 9B, se proporciona un diagrama de flujo para determinar un tratamiento apropiado basado en una combinación de estos factores. El diagrama de flujo de las Figuras 9A y 9B también puede denominarse como una matriz de tratamiento dinámico que toma en consideración los diversos factores para determinar un tratamiento apropiado. Se entenderá que, de acuerdo con las modalidades de la presente invención, el único requisito para determinar un tratamiento recomendado es la determinación de una puntuación pulmonar. El resto de los factores incluidos dentro de la matriz de tratamiento dinámico son opcionales, pero pueden proporcionarle a un cuidador opciones de tratamiento adicionales si los otros factores se combinan de una manera que pueda sugerir un tratamiento adicional o quizás un tratamiento modificado.

30 En los tratamientos recomendados dentro de la matriz, a los productos farmacéuticos actuales se les asigna un conjunto de atributos que coinciden con las puntuaciones pulmonares designadas. Por ejemplo, un fármaco en particular podría funcionar bien en las puntuaciones pulmonares agudas leves. Dado que los fármacos cambian con bastante frecuencia, los fármacos disponibles actualmente se almacenan en una base de datos que se actualiza continuamente, lo que garantiza que a cada fármaco se le asignen las características adecuadas o la definición de caso según se establece en la determinación de las puntuaciones pulmonares. Inicialmente, el tratamiento recomendado se deriva principalmente de la puntuación pulmonar. Para considerar más a fondo la mejor coincidencia del fármaco que se prescribe, a los productos farmacéuticos también se les puede asignar un conjunto de atributos que coincidan con las consideraciones secundarias, tal como por ejemplo si la droga ha mostrado buenos resultados para el ganado que tiene altas temperaturas rectales o buenos resultados para el ganado de bajo riesgo.

40 También se contempla con la presente invención que pueden mantenerse los datos históricos para recomendaciones de tratamientos anteriores basadas en las puntuaciones pulmonares u otros factores considerados en ese momento. El análisis histórico incluirá una evaluación de qué tan exitoso fue el tratamiento, y la tasa de éxito del tratamiento puede compensarse con el tratamiento proporcionado para alterar o cambiar un tratamiento recomendado.

45 Los tratamientos recomendados en las Figuras 9A y 9B son administraciones recomendadas de varias categorías de fármacos. Las categorías se definen como sigue: Categoría 1 son antibióticos de amplio espectro y bajo costo; Categoría 2 son antibióticos de amplio espectro y bajo costo con una capacidad de espectro ligeramente más amplia; Categoría 3 son antibióticos de amplio espectro destinados a la fase de crecimiento de registro; Categoría 4 son antibióticos de amplio espectro con tiempos de retiro de menos de cuarenta días; Categoría 5 son antibióticos de amplio espectro destinados a la fase de crecimiento de registro con la adición de inhibidores de la síntesis de ARN con una afinidad por el tejido pulmonar; Categoría 6 son los antibióticos de espectro más amplio y de última generación; y Categoría 7 son los antibióticos de espectro más amplio con mayor afinidad para el tejido pulmonar consolidado.

55 Con respecto a los niveles de riesgo citados como factores en las Figuras 9A y 9B, se aplican las siguientes definiciones: 1. Los ganados de alto riesgo son aquellos que son cualquiera de los siguientes: recién destetados, mezclados (comprados uno o dos a la vez de muchos rebaños), ganado de mercado de subasta (es decir, vendido en un corral para el ganado), o una ausencia de historial de vacunación y 2. El ganado de bajo riesgo es aquel ganado que no cumple ninguno de los criterios de alto riesgo.

60 Con referencia ahora al diagrama de flujo que comienza en la Figura 9A, en el Bloque 200, se determina la puntuación pulmonar. En el Bloque 202, si la puntuación pulmonar escalada es 1, entonces en el Bloque 204 la siguiente determinación es si la temperatura del animal está por debajo de 104 °F. La temperatura rectal se usa como la temperatura de referencia para este diagrama de flujo. Si la temperatura es menor que 104 °F, en el Bloque 208, la recomendación es que no se trate. Si la temperatura es mayor que 104 °F, entonces en el Bloque 212, la siguiente determinación es si la fecha de mercado proyectada es menor a 40 días. Si la fecha de mercado proyectada es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 214 es un producto de Categoría 4. Si la fecha de mercado proyectada no es

inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 215 es la administración del producto de Categoría 1.

Con referencia al Bloque 216, si la puntuación pulmonar escalada es 2, la siguiente determinación en el Bloque 218 es si la temperatura es menor que 104 °F. Si la temperatura es menor que 104 °F, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 222 no es un tratamiento. Si no se conoce la temperatura en el Bloque 218, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 224 es la administración de un producto de Categoría 1. Si la temperatura no es menor que 104 °F, entonces la siguiente determinación es la fecha de mercado proyectada en el Bloque 228. Si la fecha de mercado proyectada es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 4 en el Bloque 230. Si la fecha de mercado proyectada no es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es un producto de Categoría 1 en el Bloque 232.

Con referencia al Bloque 234, si la puntuación pulmonar escalada es 3, la siguiente determinación es si la fecha de mercado proyectada es menor a 40 días en el Bloque 236. Si la fecha de mercado proyectada es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es un producto de Categoría 4 en el Bloque 240. Si la fecha de mercado proyectada no es inferior a 40 días, entonces se determina si la temperatura es menor que 105 °F en el Bloque 244. Si la temperatura es menor que 105 °F, o si no se conoce la temperatura, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 2 en el Bloque 246. Si la temperatura no es menor que 105 °F, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 248 es la administración de un producto de Categoría 3.

Con referencia al Bloque 250, si la puntuación pulmonar escalada es 4, la siguiente determinación es si la fecha de mercado proyectada es menor a 40 días en el Bloque 252. Si la fecha de mercado proyectada es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 4 en el Bloque 254. Si la fecha de mercado proyectada no es inferior a 40 días, entonces, en el Bloque 258, se hace una determinación de si la temperatura es menor que 105 °F. Si la temperatura es menor que 105 °F, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 2 en el Bloque 260. Si el usuario no conoce la temperatura rectal, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 262 es la administración de un producto de Categoría 5 en el Bloque 262. Si la temperatura no es menor que 105 °F, entonces la siguiente determinación se realiza en el Bloque 266 si el animal se clasifica como de bajo riesgo. Si el animal se encuentra dentro de la categoría de bajo riesgo, el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 2 en el Bloque 268. Si la categoría de riesgo no es baja, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 5 en el Bloque 269.

Con referencia al Bloque 270, si la puntuación pulmonar escalada es un 5 o 6, entonces la determinación en el Bloque 272 es si la fecha de mercado proyectada es inferior a 40 días. Si la fecha de mercado proyectada es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 276 es la administración de un producto de Categoría 4. Si la fecha de mercado proyectada no es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 278 es la administración de un producto de Categoría 6.

Con referencia al Bloque 280, si la puntuación pulmonar escalada es un 7, 8 o 9, entonces la determinación en el Bloque 282 es si la fecha de mercado proyectada es menor a 40 días. Si la fecha de mercado proyectada es inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 4 en el Bloque 286. Si la fecha de mercado proyectada no es inferior a 40 días, entonces la siguiente determinación en el Bloque 290 es si la temperatura es menor que 104 °F. Si la temperatura es menor que 104 °F o si se desconoce la temperatura, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 2 en el Bloque 292. Si la temperatura no es menor que 104 °F, entonces la siguiente determinación es si el animal tiene un bajo riesgo en el Bloque 296. Si el factor de riesgo es bajo, entonces el tratamiento recomendado en el Bloque 298 es la administración de un producto de Categoría 2. Si el factor de riesgo no es bajo, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de Categoría 7 en el Bloque 300.

La Figura 10 muestra otra modalidad preferida de la presente invención, específicamente, un estetoscopio digital 310 con una unidad de grabación y visualización integrada 324. El estetoscopio 310 puede incluir una construcción estándar como se muestra, que incluye una pieza pectoral 312 y los auriculares 314. Los sonidos se detectan por la pieza pectoral 312 y se transfieren a la unidad de grabación y visualización integrada 324. Un cable de comunicación 316 interconecta la pieza pectoral a la unidad 324. Las extensiones de escucha 318 interconectan los auriculares a la unidad 324. Opcionalmente, los manguitos de soporte 320 y un puente de soporte 322 pueden proporcionar soporte adicional a las extensiones 318. Un ejemplo de una construcción para un estetoscopio electrónico digital que puede usarse con la presente invención incluye una línea de estetoscopios electrónicos disponibles comercialmente, vendidos y fabricados por 3M® conocidos como los estetoscopios electrónicos Litmann®. Estos dispositivos pueden modificarse para incorporar la funcionalidad especial de la presente invención para incluir la unidad integrada 324.

Con referencia a la unidad 324, incluye un alojamiento 326 que aloja los componentes electrónicos del estetoscopio. Hay un panel de visualización 327 montado en un lado del alojamiento 326. En el panel de visualización hay una serie de elementos que incluyen un botón de encendido/apagado 328, un indicador de luz de encendido/apagado 330, botones de control de volumen 332, un botón de grabación 334 y una luz de indicación de grabación 336. Para encender el estetoscopio, el usuario presiona el botón de encendido/apagado 328, y el indicador de luz de encendido/apagado 330 se iluminará cuando el dispositivo se encienda. El dispositivo 310 puede alimentarse por baterías y/o por una fuente de

alimentación de CA convencional en la que el dispositivo 310 puede tener un cable de alimentación desmontable (no se muestra) para alimentar selectivamente la unidad con la fuente de alimentación de CA.

5 Cuando el usuario desea grabar un sonido, coloca la pieza pectoral 312 en la localización deseada del animal, y luego el usuario presiona el botón de grabación 334 para iniciar la grabación de los sonidos. La luz indicadora de grabación 336 se iluminará para indicar al usuario que el dispositivo está grabando y/o que los sonidos se han registrado con éxito y se han transmitido a un ordenador remoto que manipulará los datos de sonido digital para producir una salida de usuario tangible. El usuario vuelve a presionar el botón de grabación 334 para finalizar la grabación y establecer un registro de sonido grabado para que el programa informático/microprograma lo manipule para generar la puntuación pulmonar u otra salida de indicación de estado. Alternativamente, el dispositivo puede configurarse para grabar durante un período de tiempo predeterminado que requiere el uso para presionar el botón de grabación solo una vez.

15 También se localiza en el panel de visualización 327 un indicador de estado de salud en forma de una pluralidad de luces indicadoras de salud 338. Estas luces indicadoras pueden representar una puntuación pulmonar, o pueden representar alguna otra indicación en cuanto a la salud del animal. Como se ve mejor en la Figura 11, en una modalidad de la presente invención, las luces indicadoras de salud 338 están numeradas del 1 al 5. La iluminación de una de las luces o un grupo de luces indica una puntuación pulmonar o algún otro estado de salud para el animal. Por ejemplo, la luz número uno, si se ilumina, podría indicar un estado normal para el animal. La luz número dos, si se ilumina, podría indicar un estado leve y agudo. La luz número tres, si se ilumina, podría indicar un estado agudo moderado. La luz número cuatro, si se ilumina, podría indicar un estado agudo grave, y la luz número cinco, si está encendida, podría indicar una condición crónica.

20 Si se desea volver a grabar los sonidos pulmonares, el usuario simplemente debe presionar nuevamente el botón de grabación y el programa informático del sistema crea automáticamente otro registro de datos. Si el usuario desea cancelar una grabación o, de cualquier otra manera, eliminar una grabación, se le puede proporcionar esta opción en una pantalla de diálogo de usuario (no se muestra) que también puede incorporarse en el panel de visualización 327. A continuación, se explica una pantalla de diálogo de usuario con respecto a la modalidad de la Figura 13.

30 En otro aspecto de la invención, también se contempla que el programa informático del sistema podría incorporar controles de manera que los sonidos pulmonares registrados no se procesaran a menos que los sonidos registrados cumplieran con los criterios predesignados para garantizar que los sonidos registrados no tuvieran un ruido ambiental excesivo. Aunque los filtros pueden usarse para separar y eliminar el ruido, es ventajoso que el sonido registrado sea lo más "limpio" posible, de manera que haya suficientes puntos de datos en las frecuencias seleccionadas para garantizar que el/los algoritmo(s) pueda(n) aplicarse sin errores de resultados apreciables. Por lo tanto, la pantalla del usuario también puede incorporar una o más luces indicadoras adicionales, o puede proporcionar un patrón de luz o un esquema de color particular para las luces indicadoras 338, lo que indica que un sonido pulmonar "limpio" puede grabarse en base a una proyección del sonido pulmonar tal como se registró inicialmente. Esta detección del sonido pulmonar registrado tal como se registró por primera vez también puede denominarse sonido de "prueba". Además del ruido ambiental, la mala grabación de sonido puede atribuirse a una mala colocación del dispositivo, de manera que la amplitud del sonido registrado no es adecuada para el procesamiento. Los parámetros predeterminados pueden desarrollarse y usarse en el programa informático para los rangos de frecuencia esperados y las amplitudes para un sonido típico "limpio".

45 Además de una secuencia de numeración para las luces indicadoras 338, se podrían proporcionar otros tipos de indicadores visuales para indicar la salud del animal, tal como luces adicionales, o un mensaje de texto en una pantalla de diálogo/usuario en la que un estado del animal aparecería en un mensaje explicativo con el estado detectado.

50 Uno puede apreciar las ventajas de tener el estado del animal visualizado directamente en el estetoscopio digital. El usuario evita tener que ver otro dispositivo para obtener la puntuación pulmonar/estado de salud del animal. El usuario puede realizar repetidas operaciones de recopilación de sonido para confirmar la coherencia entre los resultados proporcionados por las luces indicadoras/pantallas de diálogo durante un corto período de tiempo. Por lo tanto, un usuario puede recopilar rápidamente conjuntos de datos y puede confirmar visualmente de manera inmediata la coherencia entre los conjuntos de datos directamente en el dispositivo estetoscópico.

55 En términos de cómo se iluminan las luces indicadoras, el procesamiento de los datos de sonidos pulmonares registrados puede realizarse mediante un dispositivo informático remoto en el que el estetoscopio se comunica de manera inalámbrica con el dispositivo informático remota, o el propio estetoscopio digital puede tener un procesador integral que tenga la capacidad para procesar los datos del sonido pulmonar y generar puntuaciones pulmonares u otros resultados que indiquen la salud del animal en base al análisis de auscultación.

60 Con referencia a la Figura 12, en otra modalidad de la invención, se proporciona un sistema para recopilar datos sobre los animales en los que el estetoscopio digital 310 es uno de los dispositivos de campo usados dentro del sistema. Más específicamente, la Figura 12 ilustra una serie de dispositivos de campo que se comunican de manera inalámbrica con un ordenador remoto 368, y los datos pueden luego grabarse y manipularse para generar los resultados deseados para un usuario. El sistema contempla una serie de diferentes dispositivos de campo para incluir un lector RFID 350 para identificar y rastrear al animal que se examina, un cabezal de escala 352 que registra el peso de un animal en una escala asociada (no se muestra), un dispositivo de diagnóstico 354 que puede tomar otras medidas u observaciones del animal y una sonda de temperatura 356 para registrar la temperatura del animal. Cada uno de los dispositivos de campo tiene

una capacidad inalámbrica y, por lo tanto, puede comunicarse de manera inalámbrica con el ordenador remoto 368. En consecuencia, cada uno de los dispositivos de campo se ilustra con un adaptador inalámbrico 360, y los dispositivos de campo pueden considerarse puntos finales de comunicación. El dispositivo informático remoto 368 puede incluir componentes estándar para incluir el ordenador/procesador 372, una pantalla de usuario 370 y dispositivos de entrada 374 tales como un teclado y un ratón. El dispositivo informático remoto también podría ser un servidor. Pueden usarse uno o más dispositivos de compuerta de enlace 362, tales como puntos de acceso o conmutadores inalámbricos, para garantizar una cobertura inalámbrica completa del área en la que se localizan los dispositivos de campo. Desde el (los) dispositivo (s) de compuerta de enlace 362, los datos registrados por los dispositivos de campo se transmiten a través de una red de comunicaciones 366 tal como Internet, una intranet, una LAN, etc. Una vez que el ordenador remoto 368 recibe los datos, se lleva a cabo la manipulación de los datos de sonido digitalizados para generar salidas en forma de pantallas visuales, informes u otros para el usuario. Los datos de los otros dispositivos de campo también pueden considerarse en el/los algoritmo(s) para complementar los informes y también pueden usarse para generar un tratamiento recomendado en el que los datos de los otros dispositivos de campo se usan en aún otro grupo de algoritmos o fórmulas relacionadas con la generación de tratamientos recomendados.

Los resultados generados con respecto a un diagnóstico y tratamiento se comunican a los usuarios seleccionados a través de la red de comunicaciones 366. Estos resultados pueden enviarse de nuevo al/a los usuario(s) de los dispositivos de campo, o a otros usuarios que pueden tener, por ejemplo, asistentes digitales personales 364. Por lo tanto, se contempla en la Figura 12 que los datos generales pueden transmitirse simultáneamente a el ordenador remoto 368, se realizan las manipulaciones de datos y luego se ponen a disposición los resultados tangibles para uso inmediato por parte de un usuario. En un aspecto de esta modalidad, una vez que se activa el estetoscopio digital 310, el estetoscopio digital puede consultar la presencia de otros dispositivos de campo que pueden tener los datos registrados sobre el mismo animal que se va a examinar. Esta consulta puede luego activar un comando inalámbrico, ya sea desde el estetoscopio digital o desde el ordenador remoto 368, para que los dispositivos de campo comiencen a transmitir los datos seleccionados para el animal que se examina. Por lo tanto, a partir de una revisión de la Figura 12, es evidente que, para un sistema de comunicación inalámbrica, se le puede proporcionar al usuario una tremenda cantidad de información valiosa con respecto al animal que se va a tratar.

En aún otra modalidad de la presente invención, con referencia a las Figuras 13 y 14, se ilustra otro tipo de dispositivo de recolección de sonido. Más específicamente, las Figuras 13 y 14 ilustran una unidad de grabación digital de audio inalámbrica 400 que es capaz de obtener sonidos pulmonares y luego transmitir la información de manera inalámbrica a el ordenador remoto 368, o el dispositivo 400 puede tener su propio microprocesador, memoria, programa informático/microprograma y las bases de datos para la manipulación de los datos registrados para generar un resultado tangible para el usuario.

Más específicamente, la unidad 400 incluye una paleta 402 que aloja los sensores (no se muestran) para grabar los sonidos. La paleta 402, como se muestra, puede tener una curvatura para que la paleta pueda colocarse convenientemente en una localización específica del animal para capturar mejor los sonidos. También se ilustra una almohadilla periférica o miembro de protección 404 para proteger la paleta 402 y para ayudar al usuario a sostener la paleta en el animal. La paleta se monta de manera giratoria a una vara de extensión 412. Como se muestra, la conexión giratoria puede lograrse mediante una varilla de montaje transversal 406 asegurada a un miembro base 407. El extremo distal de la vara 412 puede incluir una horquilla 408 que se acopla a la varilla de montaje 406 por el pasador 410. Por lo tanto, la paleta 402 puede hacerse girar en un primer eje alrededor del pasador 410, y hacerse girar alrededor de la varilla de montaje 406 en otro eje orientado ortogonal al primer eje. Con referencia a la Figura 14, las aberturas del sensor 414 se proporcionan en la superficie inferior de la paleta 402 lo que permite que los sensores (no se muestran) graben los sonidos. Un sensor puede incluir uno o más micrófonos multicanal incorporados en el mismo para detectar y transmitir los sonidos auscultados al microprocesador.

En otro aspecto de la invención, como se muestra en la Figura 13, también se contempla que ese dispositivo 400 puede tener opcionalmente su propia unidad electrónica de control y de visualización integral 420. Esta unidad 420 puede incluir varios botones de control 426, similares a los del dispositivo de la Figura 10. Además, la unidad 420 puede incluir un panel de visualización 422 con una o más pantallas de interfaz de usuario/pantallas de diálogo 424. Estas pantallas son capaces de visualizar al usuario el estado de salud particular del animal ya que los datos se han manipulado a través de uno o más algoritmos en la unidad 420 que tiene su propio microprocesador integral, memoria, programa informático/microprograma y base de datos. Además, la Figura 13 ilustra una serie de luces de visualización 428 que también pueden usarse para indicar el estado de salud del animal, y la función de estas luces puede estar de acuerdo con lo que se describe con respecto a las luces de visualización 338 para la modalidad de la Figura 11.

Con referencia a la Figura 15, un usuario U coloca el dispositivo 400 en la localización deseada en el animal A para grabar los sonidos pulmonares. Como se muestra, el usuario U puede grabar los sonidos pulmonares sin tener que colocar las manos o los brazos dentro de la jaula C. Por lo tanto, esto proporciona una manera mucho más segura para que el usuario obtenga los sonidos del animal. El dispositivo 400 también puede tener una capacidad inalámbrica para transmitir y recibir señales desde un ordenador remoto como se describió anteriormente con respecto a las modalidades de las Figuras 10-12. Por lo tanto, el dispositivo 400 también puede ser un dispositivo de campo adicional dentro del sistema de la Figura 12.

Hay una serie de ventajas asociadas con las modalidades ilustradas en las Figuras 10-14. Una ventaja distintiva proporcionada es la capacidad para que un usuario observe visualmente el estado de salud de un animal en tiempo real en la localización donde se recopilan los datos, sin tener que ver más tarde otro dispositivo de diagnóstico y quizás en otra localización. Además, de acuerdo con el sistema de la Figura 12, pueden obtenerse datos generales sobre el estado de salud de un animal para generar informes detallados, o para analizar de cualquier otra manera los datos registrados con el fin de diagnosticar la salud del animal y generar opciones de tratamiento.

En otra modalidad de la invención, el sistema puede usarse para determinar la eficacia de los antibióticos administrados a animales en base a las relaciones observadas entre las tasas de letalidad y las categorías de puntuación pulmonar. Como antecedente, el manejo de la enfermedad en animales de corral de engorde con enfermedades respiratorias ha sido en gran medida un proceso subjetivo de evaluación del estado de un animal, que considera los signos y síntomas clínicos observados y luego aplicar los antibióticos a través de regímenes de tratamiento que solo consideran los factores potencialmente más amplios al prescribir la cantidad, duración y número de administraciones de antibióticos. En la actualidad, se rastrean las tasas de mortalidad por muchos corrales de engorde; sin embargo, ha sido un análisis subjetivo determinar cuándo un antibiótico en particular se vuelve inefectivo y, por lo tanto, debe reemplazarse con un nuevo antibiótico. Por ejemplo, un aumento significativo en las tasas de mortalidad podría hacer que los cuidadores de corral de engorde obtengan cultivos de tejido/fluido de animales muertos que puedan confirmar la eficacia de los antibióticos y, por lo tanto, desencadenar un cambio en el régimen de prescripción de la clase de antibióticos. Sin embargo, como puede apreciarse, no hay una estratificación de riesgo en este proceso ilustrativo, por lo que todos los animales se ven como iguales; simplemente un animal que ha muerto por enfermedades respiratorias sin otros datos relevantes para ayudar a detallar la relación entre la muerte y el tratamiento administrado.

Al incorporar el análisis de auscultación de la presente invención con las puntuaciones pulmonares generadas, estas puntuaciones proporcionan un estado de enfermedad respiratoria objetiva de los animales al ingresar al corral de engorde, y, por lo tanto, las puntuaciones pulmonares proporcionan una estratificación de riesgo precisa basada en el nivel de gravedad de la afección respiratoria. A través de las pruebas, se ha determinado que existe una relación entre las puntuaciones pulmonares observadas y las tasas de letalidad. Más específicamente, se encontró que los animales con enfermedades respiratorias menos graves tienen tasas de letalidad más bajas que los animales con enfermedades respiratorias más graves, y la suposición subyacente es que un antibiótico eficaz debería funcionar bien contra un organismo infeccioso durante el período en que el animal está enfermo hasta cierto punto de gravedad; sin embargo, el antibiótico se vuelve menos efectivo para los animales que están más gravemente enfermos. En consecuencia, se observó además que para aquellos animales que estaban gravemente enfermos, los antibióticos administrados en todas las clases de antibióticos parecían menos efectivos debido a que las tasas de mortalidad eran más similares.

Los datos de puntuación pulmonar obtenidos del "lado de la rampa" se comparan con las tasas de letalidad, y se genera una relación entre la gravedad de la enfermedad animal y el rendimiento de los antibióticos. En última instancia, esto proporciona detección cuando un antibiótico está fallando o tiene un rendimiento inferior, y por lo tanto proporciona un aviso de detección temprana para cuando la administración de antibióticos se debe cambiar a una clase de fármaco más efectiva. Esta relación entre las puntuaciones pulmonares y las tasas de letalidad se valida a través de un análisis estadístico, en el que se determina una diferencia estadística mediante la comparación de las tasas de letalidad entre las categorías de puntuaciones pulmonares. Dado que las puntuaciones pulmonares brindan indicaciones confiables de salud, las puntuaciones proporcionan una validez, objetividad y reproducibilidad general para un programa de antibióticos en curso. Además, este análisis es menos dependiente de las tasas generales de mortalidad en el corral de engorde y, por lo tanto, puede desencadenar una revisión más temprana de la eficacia del antibiótico con menos pérdida de animales. Las tasas de letalidad observadas en el contexto de puntuaciones pulmonares particulares y validadas a través de un análisis estadístico proporcionan la capacidad de discernir entre muertes sospechosas (enfermedad respiratoria) y muertes de rutina (muerte por otras causas naturales).

Como etapa inicial, los datos se obtienen de un corral de engorde u otra localización en la que se tiene una población de animales. En el caso de un corral de engorde, muchos corrales de engorde tienen hospitales de animales que registran los signos vitales de los animales y almacenan los datos en un programa informático de sistema de salud electrónico. Estos datos del hospital se complementan con los datos correspondientes de la puntuación pulmonar para identificar específicamente a cada animal en términos de signos vitales, puntuaciones pulmonares y la historia de los antibióticos administrados. Los datos se actualizan con el progreso de cada animal y se registra el resultado final de sobrevivencia o muerte a causa de la enfermedad respiratoria. Una vez que se han obtenido estos datos sin procesar, pueden generarse las tasas de letalidad pronosticadas en función de las categorías de puntuación pulmonar.

Con referencia a la Figura 16, se proporciona un gráfico 500 que ilustra las tasas de letalidad en función de las categorías de puntuación pulmonar para varias clases de antibióticos. Más específicamente, la figura proporciona datos de muestra tomados para muestras o poblaciones de animales que han recibido una clase particular de antibióticos, y se proporciona una comparación entre las tasas de letalidad 504 y las puntuaciones pulmonares 502. Se grafican cuatro clasificaciones o clases de antibióticos, específicamente, Clase A 506, Clase B 508, Clase C 510 y Clase D 512. Como se muestra, la Clase A tiene la tasa de mortalidad más baja en la puntuación pulmonar medida de 1, con una tasa de mortalidad creciente a través de una puntuación pulmonar medida de 4. Por el contrario, la clase D de antibióticos muestra una tasa de mortalidad significativamente más alta en la puntuación pulmonar medida de 1, con solo una tasa de mortalidad ligeramente más alta en la puntuación pulmonar medida de 4. Los datos de este gráfico se registran con el propósito de

realizar un análisis estadístico, como se describe a continuación. Las líneas dibujadas en el gráfico 500 indican una posible relación entre las puntuaciones pulmonares y las tasas de letalidad; sin embargo, como puede apreciarse al revisar los puntos de datos para cada una de las clases de antibióticos, las líneas se dibujan como promedios generales o medios para un grupo de puntos de datos de clase y, sin un análisis estadístico, no puede confirmarse con certeza si hay diferencias estadísticas en las tasas de letalidad entre diferentes categorías de puntuación pulmonar. Por ejemplo, se dibuja una línea inclinada para la Clase C 510, pero puede verse que los puntos de datos 514 para esta clase no proporcionan necesariamente una relación lineal reconocible entre los puntos de datos. Los puntos de datos para las puntuaciones pulmonares de 2 y 3 son más altos que los datos de la puntuación pulmonar 1; sin embargo, el punto de datos para la puntuación pulmonar 4 es menor que el punto de datos para ambas puntuaciones pulmonares 2 y 3. Por lo tanto, mientras se dibuja la línea para la Clase C, no hay una relación clara que pueda obtenerse simplemente revisando las líneas dibujadas como promedios o medios de los puntos de datos colectivos.

Con referencia a la Figura 17, esta tabla de datos 520 proporciona información sobre cómo se calculan las tasas de letalidad. Una tasa de letalidad equivale al número de muertes de animales en un grupo designado de puntuación pulmonar dividido por el número total de miembros en el mismo grupo de puntuación pulmonar. Como se muestra en esta tabla, los datos representan los datos recopilados durante la primera auscultación del tratamiento, con una escala de puntuación pulmonar en grupos de 1 a 5, siendo 1 el menos grave y 5 el más grave. La columna de letalidad proporciona tasas de letalidad para cada puntuación pulmonar correspondiente, y una tasa de letalidad promedio general para todos los animales en el estudio.

Mediante el uso de las tasas de letalidad, puede usarse una regresión logística con una lógica binaria equipada para predecir las tasas de mortalidad dentro de las categorías de puntuación pulmonar para determinar si existe una diferencia estadística en las tasas de letalidad entre las categorías de puntuación pulmonar. En un ejemplo, el análisis de regresión logística particular seleccionado puede utilizar una probabilidad de prueba de Wald para un coeficiente beta cero, así como también el uso de un parámetro de estimación de probabilidad máxima de la probabilidad de Chi-cuadrado de Wald para definir las regiones de probabilidad de aceptación y rechazo. Las categorías de puntuación pulmonar se ponderan por cuántos miembros caen en una categoría dada. Las estimaciones de la relación de posibilidades pueden evaluarse a un intervalo de confianza del 95 % para determinar la fuerza relativa de asociación entre la categoría de puntuación pulmonar y el cambio en las tasas de letalidad.

Mediante el uso de este tipo de análisis estadístico, los Ejemplos A de la Figura 18 y el Ejemplo B de la Figura 19 proporcionan datos estadísticos de ilustrativos calculados de acuerdo con la técnica de análisis. Los términos estadísticos y los valores de datos proporcionados en los Ejemplos A y B reflejan la información que puede obtenerse con la técnica de análisis seleccionada, como se facilita por el programa informático de análisis estadístico (SAS). Debe entenderse que los Ejemplos A y B son simplemente cálculos ilustrativos de una técnica de análisis de regresión, y se proporcionan para mostrar cómo puede analizarse una relación entre las puntuaciones pulmonares y las tasas de letalidad para evaluar la eficacia de los antibióticos. Para el Ejemplo A de la Figura 18, los datos usados corresponden a los antibióticos de Clase A 506 de la Figura 16. Para el Ejemplo B de la Figura 19, los datos usados corresponden a los antibióticos de Clase D 512 de la Figura 16.

Mediante el uso de las probabilidades pronosticadas a partir de los datos estadísticos mencionados anteriormente, tales como los de los Ejemplos A y B, puede concluirse que si es probable que una pendiente de una curva de rendimiento sea cero al trazar un gráfico de las probabilidades de tasa de mortalidad frente a las puntuaciones pulmonares, entonces la eficacia del antibiótico en cuestión se considera inefectiva debido a que las tasas de letalidad no apoyan el patrón de un agente antibiótico efectivo. Más específicamente, los animales con enfermedades menos graves en el momento del tratamiento no son menos propensos a morir que los animales con enfermedades más graves en los que la gravedad se determina por la puntuación pulmonar. Sin embargo, si se encuentra que la pendiente de una curva de rendimiento no es cero, entonces las tasas de letalidad son menores para los animales con enfermedades menos graves, lo que proporciona evidencia de que el antibiótico es efectivo.

Con referencia a 20 y 21, estas figuras representan las probabilidades pronosticadas para las tasas de letalidad trazadas en función de las puntuaciones pulmonares. Más específicamente, la Figura 20 proporciona un gráfico 526 que corresponde a los datos del Ejemplo A, y la Figura 21 proporciona un gráfico 528 que corresponde a los datos del Ejemplo B. Las probabilidades pronosticadas para las tasas de letalidad se indican mediante las líneas continuas 530, y se obtienen a través del análisis de regresión descrito anteriormente. Por el análisis estadístico realizado para el Ejemplo A, se observa que hay un aumento general en la probabilidad de muerte a medida que aumenta la puntuación pulmonar, mientras que en el Ejemplo B, no hay una distinción discernible entre las probabilidades de muerte entre las puntuaciones pulmonares, y por lo tanto pendiente de la recta es cero o casi cero. Por lo tanto, generalmente se puede concluir que una línea de probabilidad pronosticada que tiene una pendiente positiva indica cierto nivel de eficacia para el antibiótico, mientras que una línea de probabilidad pronosticada que tiene una pendiente de cero o casi cero indica cierto nivel de ineficacia para el antibiótico. Con el análisis de datos adicionales, también se contempla que las líneas de probabilidad pronosticadas pueden usarse para definir más específicamente la eficacia de un antibiótico en particular mediante los valores numéricos de la pendiente de las líneas. Idealmente, puede haber una probabilidad pronosticada máxima deseada para una mortalidad en un rango particular de puntuaciones pulmonares y, por lo tanto, la pendiente numérica óptima podría ser una que tenga una pendiente positiva, pero aún se mantenga por debajo del nivel umbral más alto para las puntuaciones

pulmonares más altas del rango. A través de un análisis de datos adicional, cada clase de fármacos podría caracterizarse en cuanto a su eficacia que tiene en cuenta tales parámetros.

5 También de acuerdo con la invención, se contempla que los datos numéricos ilustrados en las Figuras 20 y 21 podrían usarse para construir tablas lógicas que describan cuándo debe detenerse un antibiótico en particular, y cuándo debe comenzar otro antibiótico para una población particular de animales monitoreados. Además, estas tablas lógicas podrían usarse para indicar automáticamente a un cuidador cuándo se ha llegado a una conclusión de que el régimen de antibióticos existente ya no se considera efectivo y debería cambiarse. Además de los factores relacionados únicamente con la salud general de los animales y sus correspondientes tasas de letalidad, los factores de costo también podrían integrarse en la determinación del contenido y el momento de la solicitud. Las tablas lógicas y las indicaciones automáticas se pueden proporcionar dentro de una aplicación informática de ordenador en la que se desarrollan algoritmos con el fin de activar las indicaciones con respecto a las recomendaciones para los cambios en un régimen de antibióticos existente. Aún más, aunque se proporcionan ejemplos de puntuaciones pulmonares con el fin de evaluar las clases de antibióticos ilustrativas, debe entenderse que esto también puede hacerse con otros rangos de puntuaciones pulmonares para evaluar tipos particulares de antibióticos; algunos antibióticos pueden requerir una comparación de puntuación pulmonar de mayor o menor rango para evaluar su eficacia.

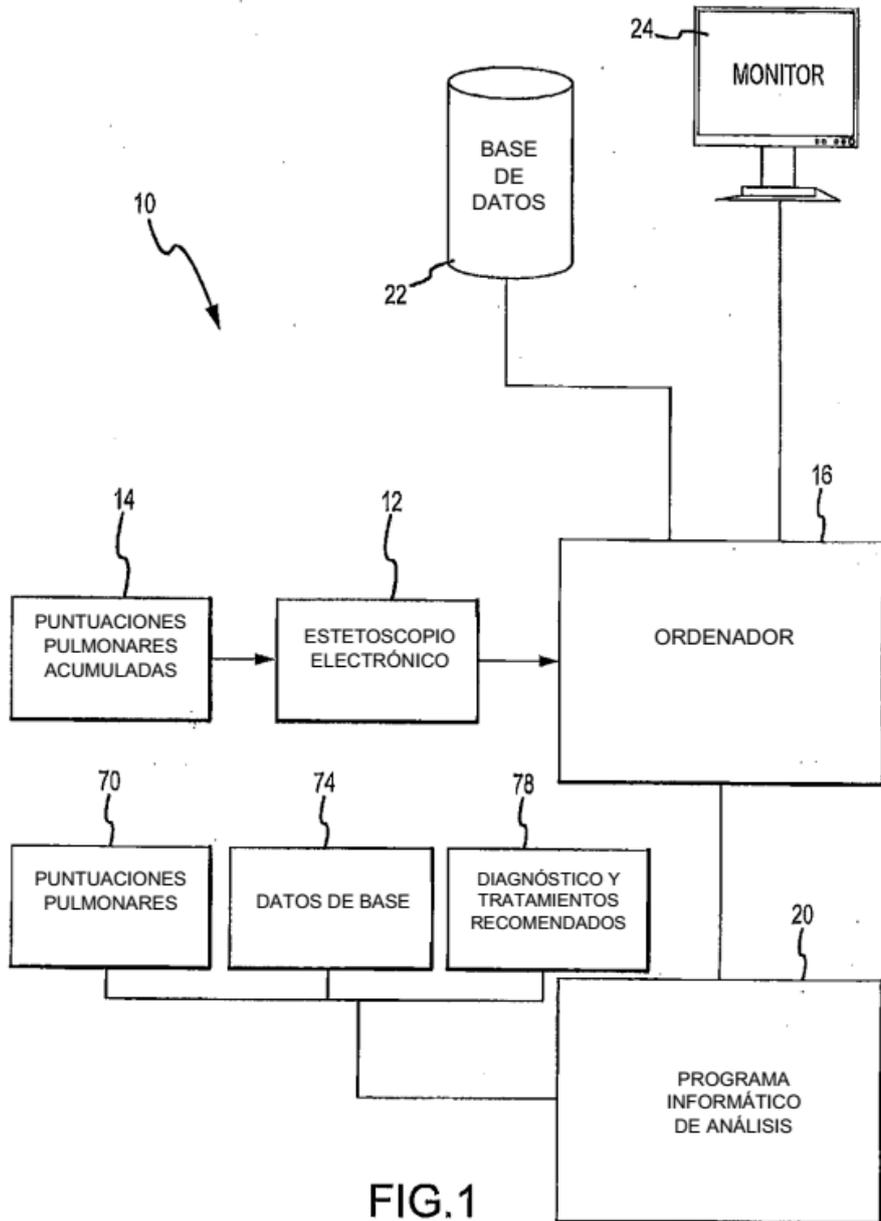
20 Sin usar un análisis estadístico confirmatorio, un gráfico generado de acuerdo con la Figura 16 como una comparación general entre las categorías de puntuación pulmonar y las tasas de mortalidad por la interpolación de los puntos de datos puede no proporcionar por sí solo la confianza estadística necesaria de que existe una relación predecible entre los dos parámetros medidos. Por ejemplo, mientras que algunas muestras de datos de animales para algunos antibióticos pueden interpolarse en una sola línea, otras muestras de datos de animales que reciben un antibiótico en particular pueden tener puntos de datos en el gráfico que no pueden interpolarse fácilmente como una sola línea, como se ilustra en la Figura 16 para los puntos de datos 514 para el antibiótico de Clase C 510. Debido a que los puntos de datos generalmente no siguen un patrón lineal para el antibiótico de Clase C, no es posible determinar con confianza si la línea representa alguna relación lineal particular entre una puntuación pulmonar y una tasa de mortalidad. Por lo tanto, el análisis estadístico proporciona confianza estadística de que existe una relación entre las puntuaciones pulmonares y las tasas de letalidad, y esta relación puede proporcionarse visualmente, tal como se muestra en los gráficos de probabilidad pronosticados de las Figuras 20 y 21.

30 De esta manera, la eficacia de los antibióticos se puede determinar cuantitativamente y, por lo tanto, puede proporcionarse un régimen de antibióticos más efectivo y de reducción de costos. Con la información complementada obtenida por las puntuaciones pulmonares, se establece por lo tanto una nueva relación entre las puntuaciones pulmonares y las tasas de letalidad para determinar la eficacia de los antibióticos.

35 Aunque la presente invención se ha expuesto con respecto a varias modalidades preferidas, se entenderá que se pueden realizar otros cambios y modificaciones a la invención de acuerdo con el alcance de las reivindicaciones adjuntas a la misma.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema electrónico de salud (10) para determinar la eficacia de un fármaco administrado mediante el análisis de auscultación, dicho sistema electrónico de salud (10) que comprende:  
 5 medios de estetoscopio electrónicos (12) para realizar auscultaciones en un grupo de animales (30); y medios de procesamiento (16) configurados para registrar y analizar sonidos auscultados para generar puntuaciones pulmonares correspondientes a un rango de estados de salud, generar en cada auscultación realizada una puntuación pulmonar que indica una categoría de un estado de salud categorizado para cada animal (30) en el momento de la auscultación;  
 10 dichos medios de procesamiento (16) se configuran además para:  
 registrar un tipo de fármaco administrado al grupo de animales (30);  
 registrar las muertes para el grupo de animales (30) durante un período de tiempo designado:  
 y caracterizado porque dichos medios de procesamiento (16) se configuran además para:  
 15 determinar si existe una diferencia en las tasas de letalidad para diferentes puntuaciones pulmonares; y determinar la eficacia del fármaco en base a las diferencias reconocibles entre las tasas de letalidad para diferentes puntuaciones pulmonares.
2. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los medios de procesamiento (16) se configuran para determinar si existe una diferencia en las tasas de letalidad entre las puntuaciones pulmonares por medio de un análisis aritmético.  
 20
3. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 2, en donde el análisis aritmético incluye un análisis estadístico.
- 25 4. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 2, en donde los medios de procesamiento (16) se configuran para determinar una pendiente (506, 508, 510, 512) de una probabilidad pronosticada, en donde una pendiente positiva indica la eficacia del fármaco.
- 30 5. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 2, en donde los medios de procesamiento (16) se configuran además para determinar una pendiente (506, 508, 510, 512) de una probabilidad pronosticada, en donde una pendiente de cero o casi cero indica ineficacia del fármaco.
6. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde las puntuaciones pulmonares son puntuaciones pulmonares numéricas.
- 35 7. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 3, en donde los medios de procesamiento (16) se configuran para determinar la eficacia del fármaco al analizar el análisis estadístico para determinar una relación entre las tasas de letalidad en función de las puntuaciones pulmonares.
- 40 8. El sistema como se reivindica en la reivindicación 7, en donde los medios de procesamiento (16) se configuran para generar una comparación gráfica (500) de tasas de letalidad con respecto a la puntuación pulmonar, dicha comparación que incluye una línea de probabilidad pronosticada (506, 508, 510, 512).



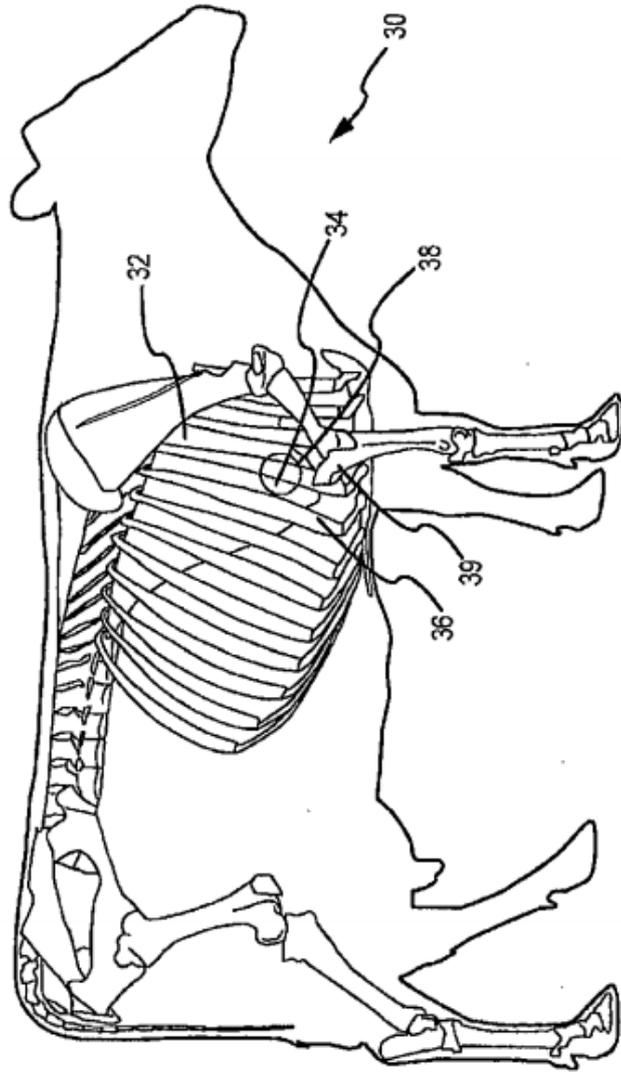


FIG.2

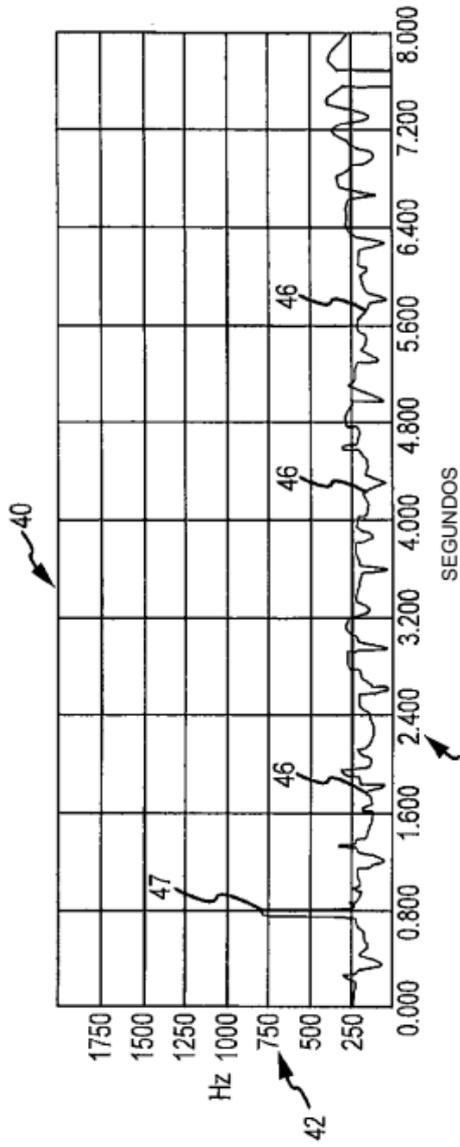


FIG.3

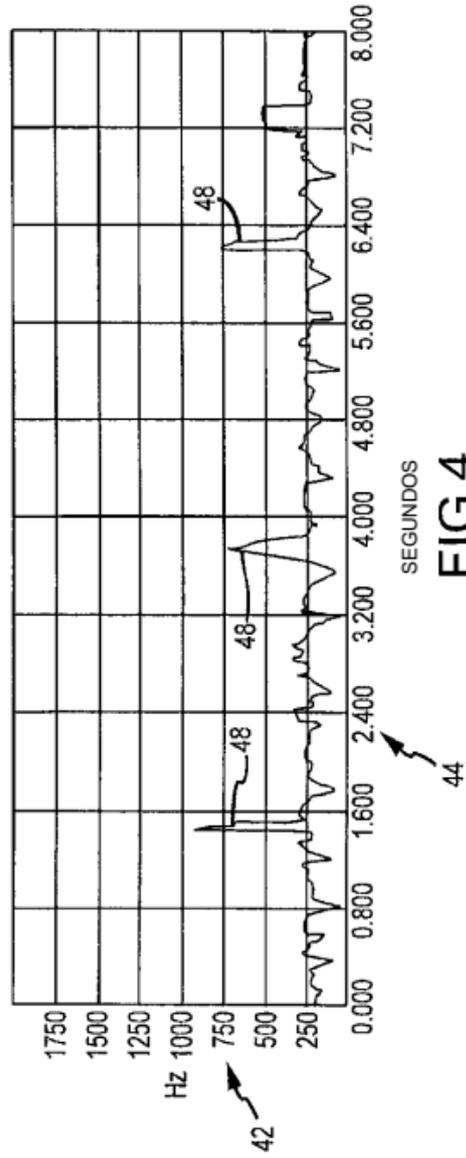
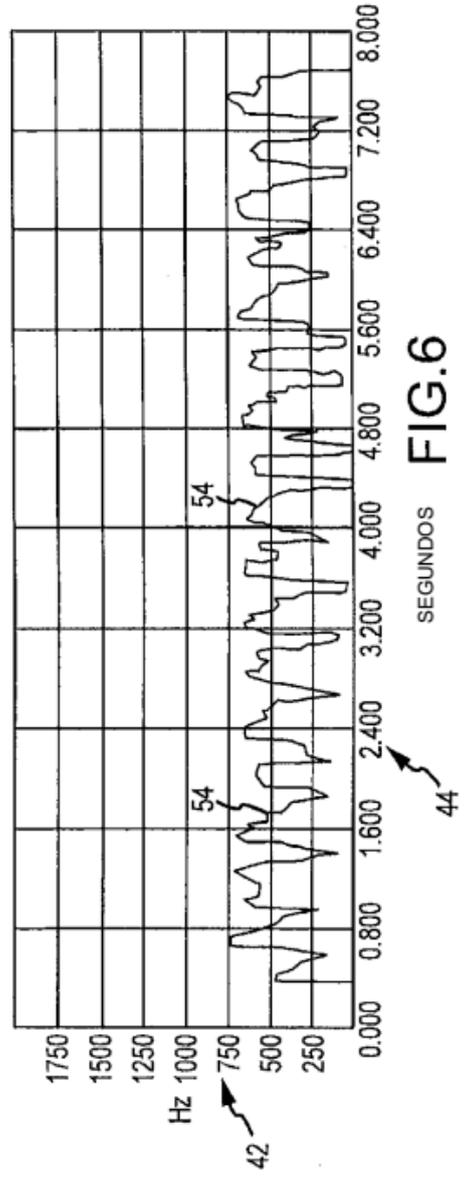
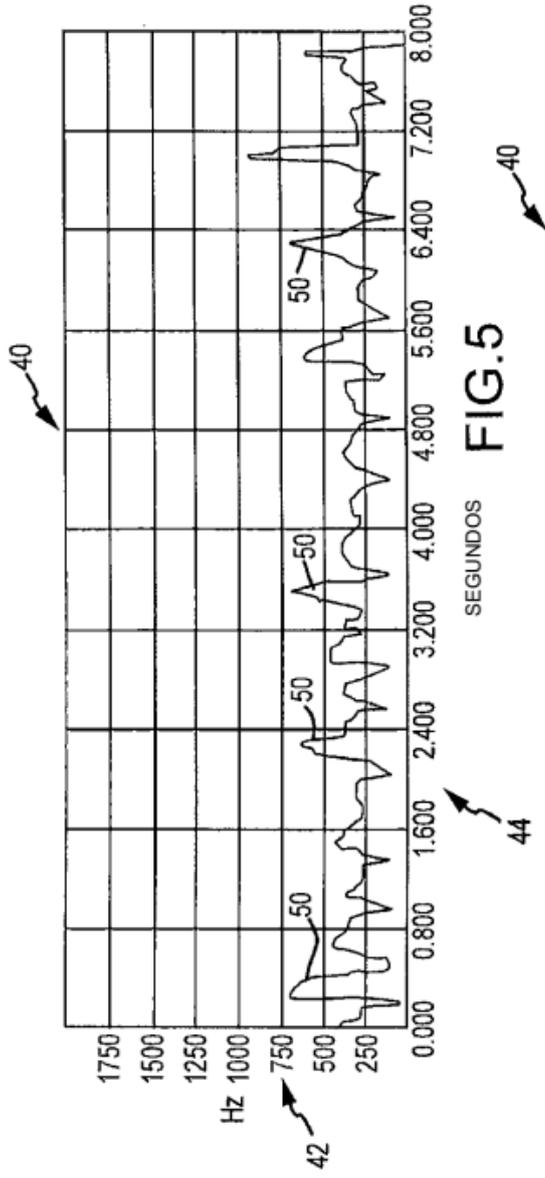
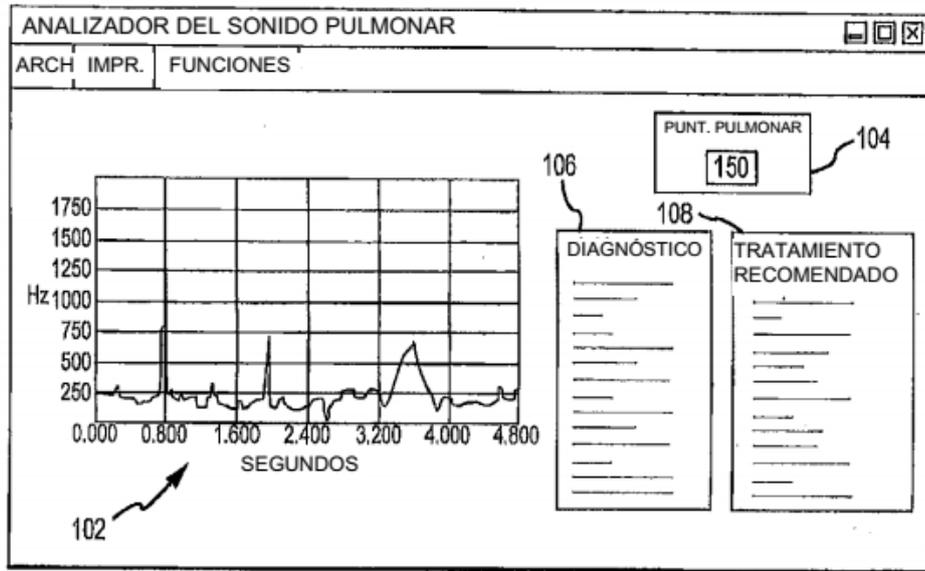


FIG.4





100 ↗

FIG.7

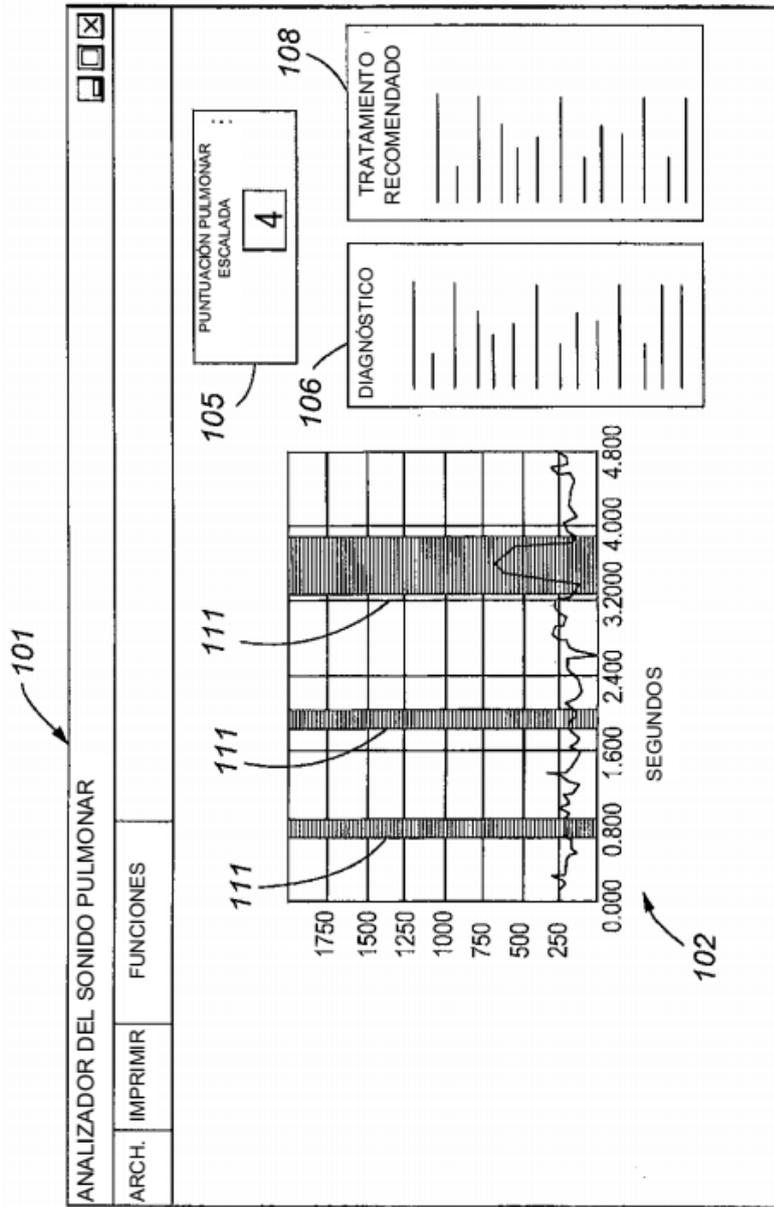
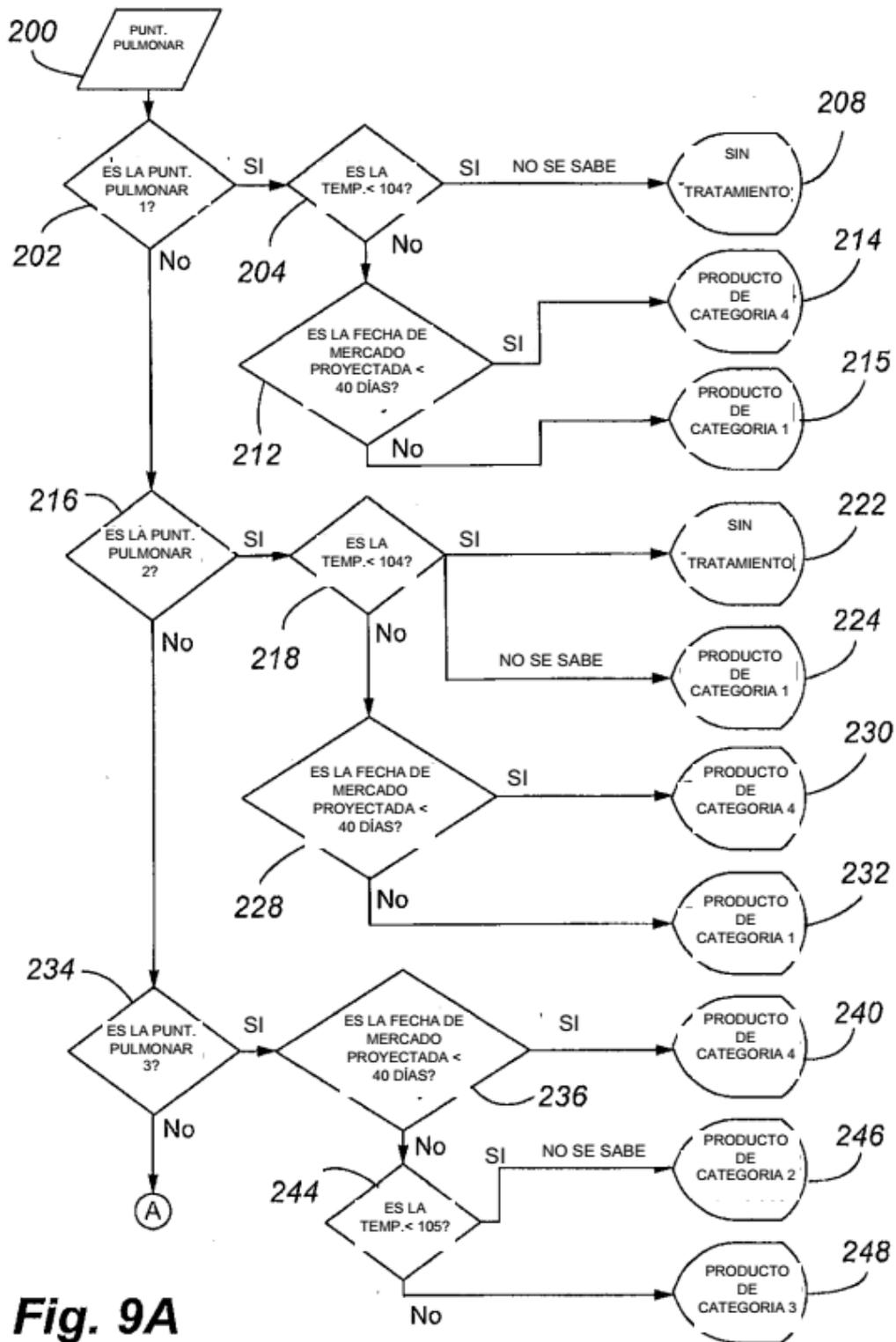
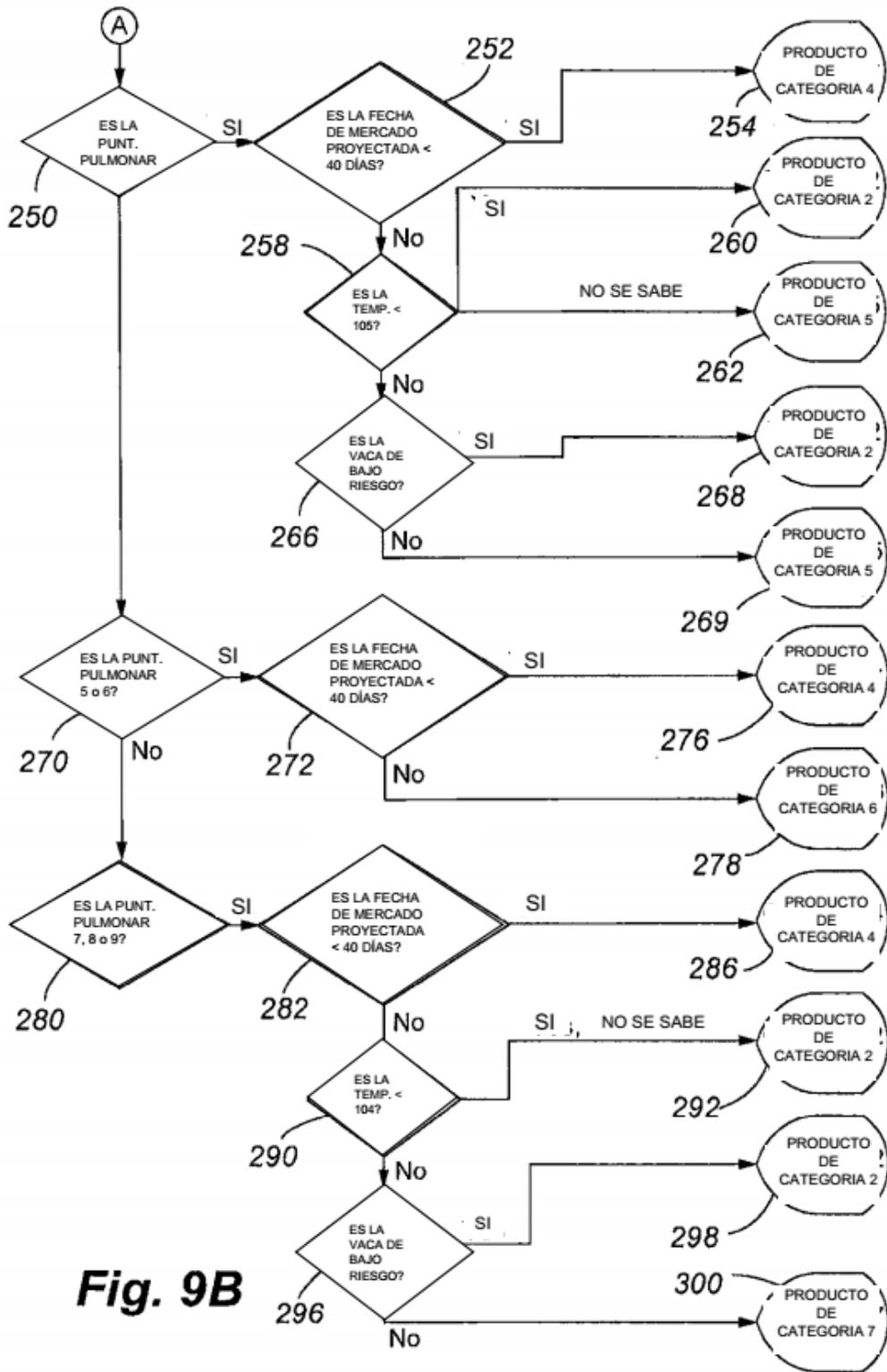


Fig. 8





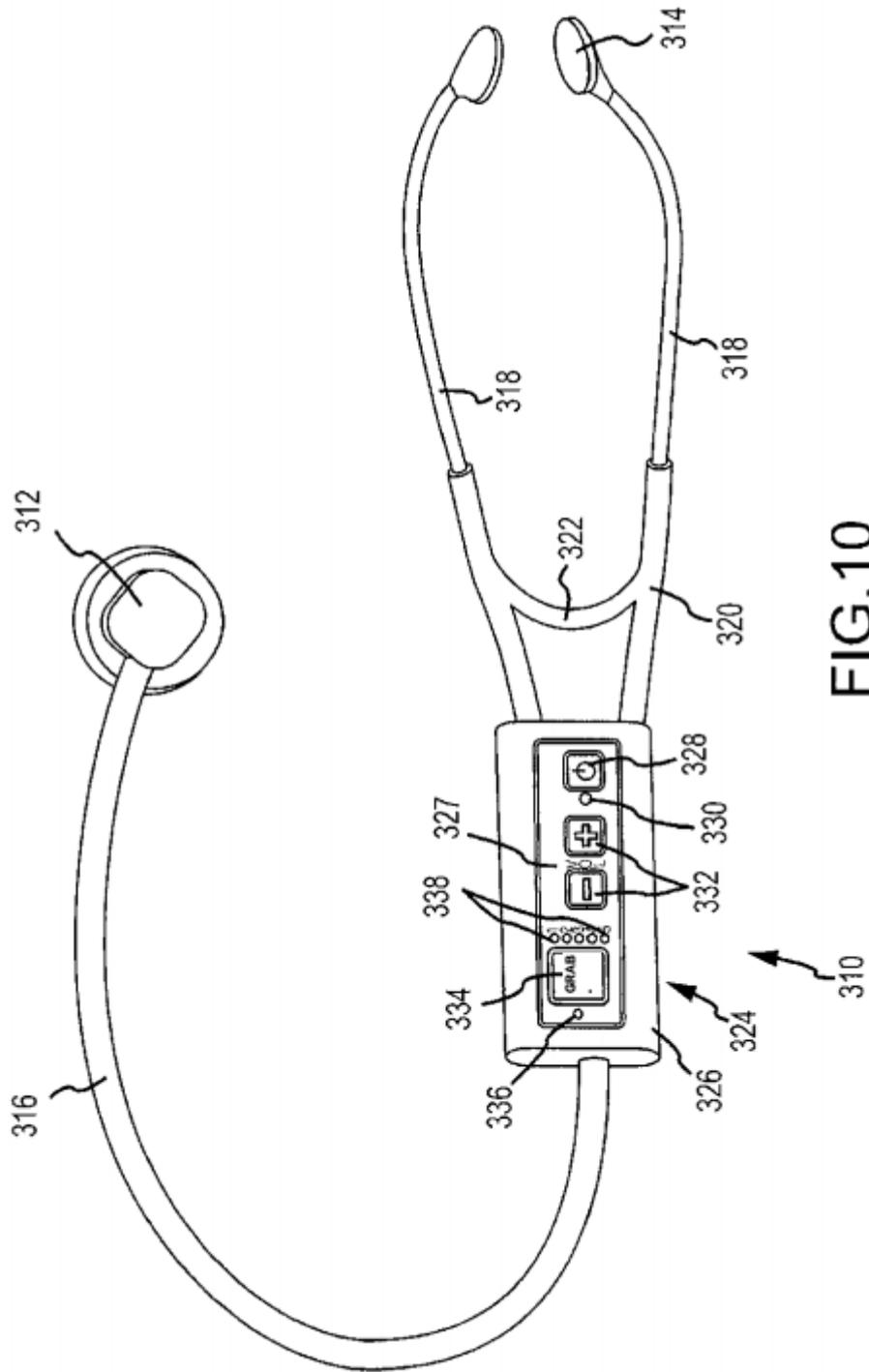


FIG.10

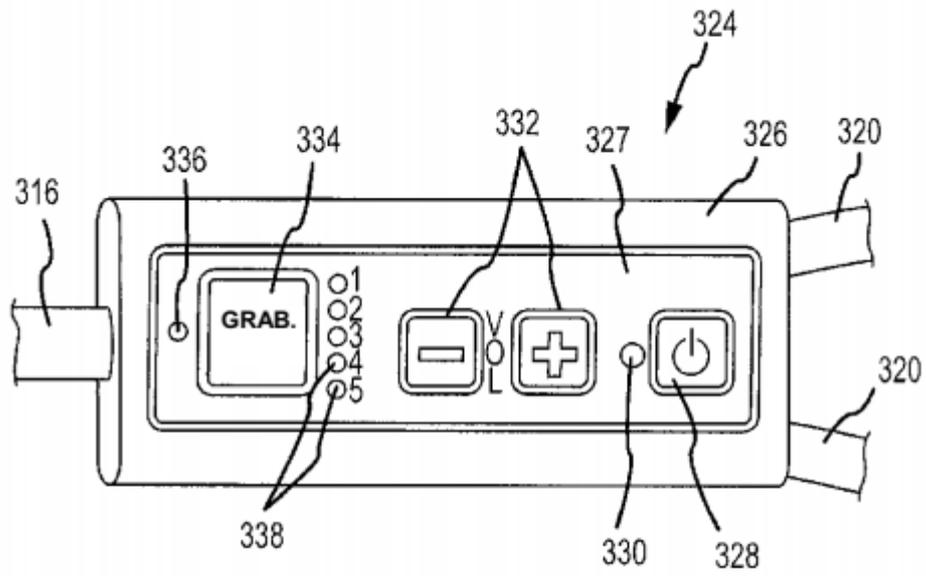


FIG.11

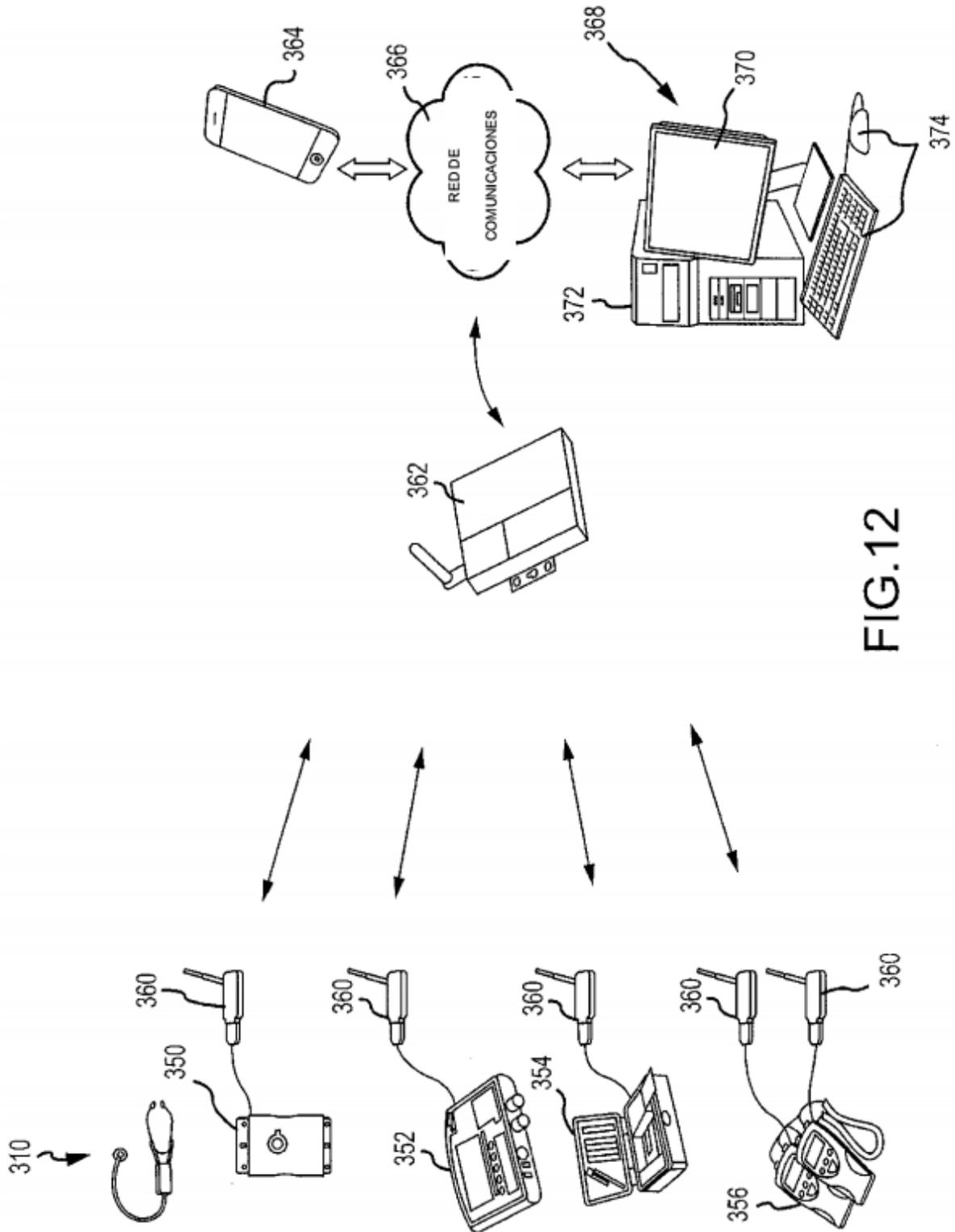
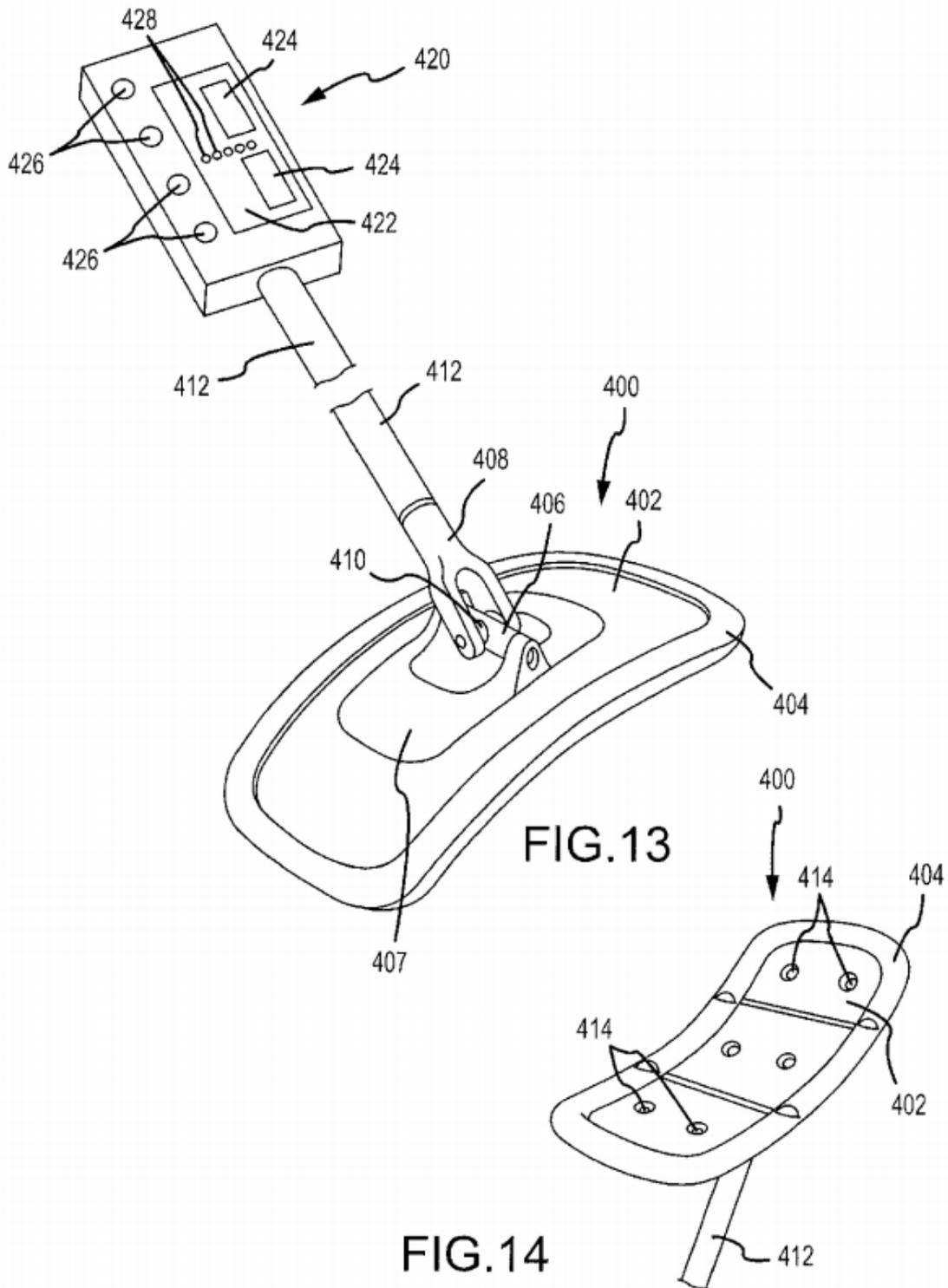


FIG.12



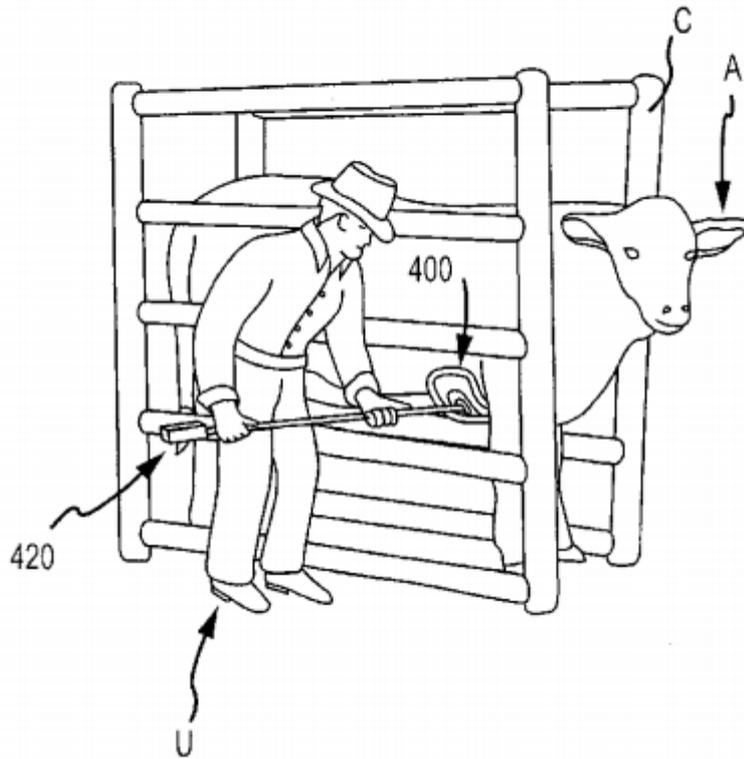


FIG.15

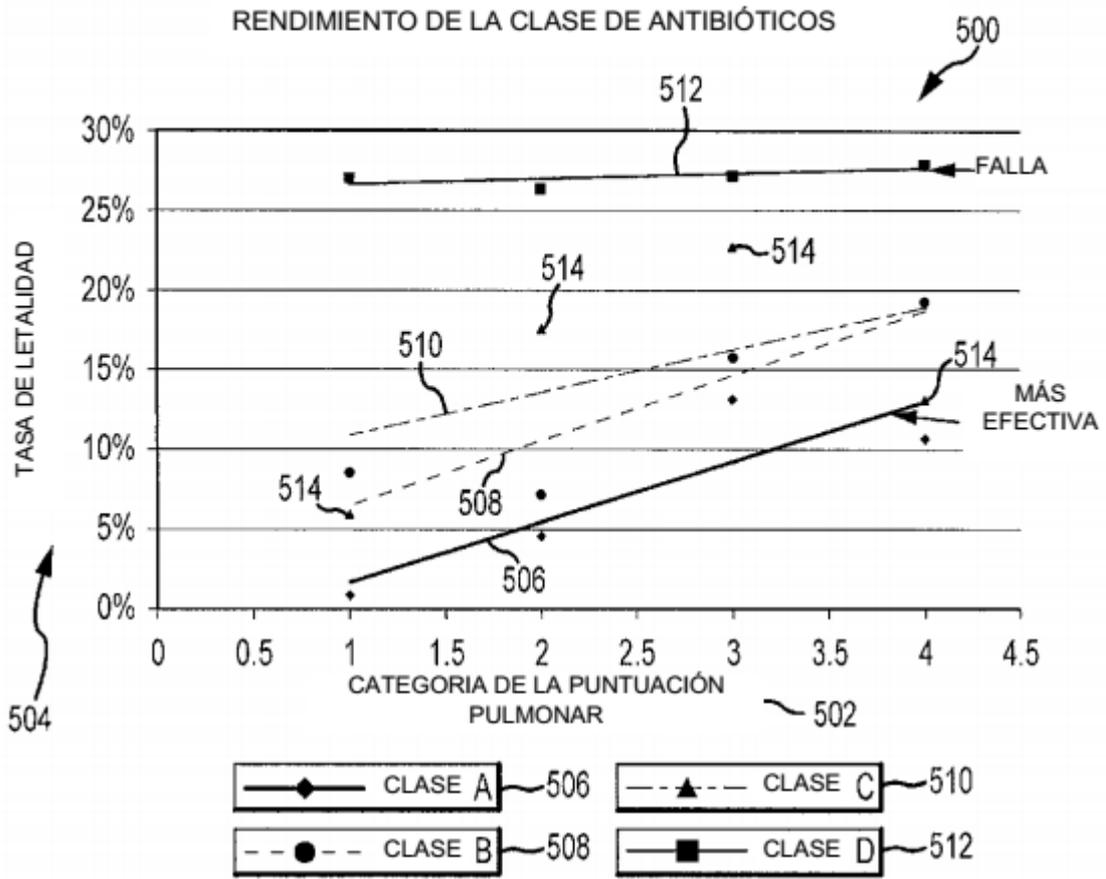


FIG.16

520

PRIMERA AUSCULTACIÓN DEL TRATAMIENTO			
PuntuACIÓN PULMONAR	# DE ANIMALES	# DE MUERTES	MORTALIDAD
1	198	2	1.01%
2	256	12	4.69%
3	76	10	13.16%
4	28	3	10.71%
5	19	4	21.05%
	577	31	5.37%

FIG.17

EJEMPLO A

MODELO DE ESTADÍSTICAS DE AJUSTE		
CRITERIO	SOLO INTERSEPCIÓN	INTERSEPCIÓN Y COVARIABLES
AIC	220.826	209.398
SC	225.198	218.141
-2 LOG L	218.826	205.398

R-CUADRADO	0.0227	MÁX.-RESCALADO R-CUADRADO	0.0727
------------	--------	---------------------------	--------

PRUEBA DE HIPÓTESIS NULA GLOBAL: BETA=0			
PRUEBA	CHI-CUADRADO	DF	Pr>ChiCuad
RELACIÓN DE PROBABILIDAD	13.4279	1	0.002
PUNTUACIÓN	15.0710	1	0.001
WALD	13.8728	1	0.002

ANÁLISIS DE ESTIMACIONES DE MÁXIMA PROBABILIDAD					
PARÁMETRO	DF	ESTIMACIÓN	ERROR ESTÁNDAR	CHI-CUADRADO DE WALD	Pr>ChiCuad
INTERCEPCIÓN	1	-4.7523	0.5601	72.0019	<.0001
PUNT. PULMONAR	1	0.7896	0.2120	13.8728	0.0002

ESTIMACIONES DE PARÁMETROS E INTERVALOS DE CONFIANZA DE WALD			
PARÁMETRO	ESTIMACIÓN	LÍMITES DE CONFIANZA DEL 95	
INTERCEPCIÓN	-4.7523	-5.8500	-3.6546
PUNT. PULMONAR	0.7896	0.3741	1.2052

ESTIMACIONES DE LA RELACIÓN DE POSIBILIDADES Y PERFIL DE PROBABILIDAD DE INTERVALOS DE CONFIANZA				
EFFECTO	UNIDAD	ESTIMACIÓN	LÍMITES DE CONFIANZA DEL 95	
PUNT. PULMONAR	1.0000	2.203	1.452	3.350

FIG.18

EJEMPLO B

MODELO DE ESTADÍSTICAS DE AJUSTE		
CRITERIO	SOLO INTERSEPCIÓN	INTERSEPCIÓN Y COVARIABLES
AIC	2251.302	2253.272
SC	2256.989	2264.646
-2 LOG L	2249.302	2249.272

R-CUADRADO	0.0000	MÁX.-RESCALADO R-CUADRADO	0.0000
------------	--------	---------------------------	--------

PRUEBA DE HIPÓTESIS NULA GLOBAL: BETA=0			
PRUEBA	CHI-CUADRADO	DF	Pr>ChiCuad
RELACIÓN DE PROBABILIDAD	0.0304	1	0.8615
PUNTUACIÓN	0.0305	1	0.8615
WALD	0.0305	1	0.8613

ANÁLISIS DE ESTIMACIONES DE MÁXIMA PROBABILIDAD					
PARÁMETRO	DF	ESTIMACIÓN	ERROR ESTÁNDAR	CHI-CUADRADO DE WALD	Pr>ChiCuad
INTERCEPCIÓN	1	-1.3404	0.1487	81.2423	<.0001
PUNT. PULMONAR	1	0.0113	0.0646	0.0305	0.8613

ESTIMACIONES DE PARÁMETROS E INTERVALOS DE CONFIANZA DE WALD			
PARÁMETRO	ESTIMACIÓN	LÍMITES DE CONFIANZA DEL 95	
INTERCEPCIÓN	-1.3404	-1.6318	-1.0489
PUNT. PULMONAR	0.0113	-0.1154	0.1380

ESTIMACIONES DE LA RELACIÓN DE POSIBILIDADES Y PERFIL DE PROBABILIDAD DE INTERVALOS DE CONFIANZA				
EFECTO	UNIDAD	ESTIMACIÓN	LÍMITES DE CONFIANZA DEL 95	
PUNT. PULMONAR	1.0000	1.011	0.890	1.147

FIG.19

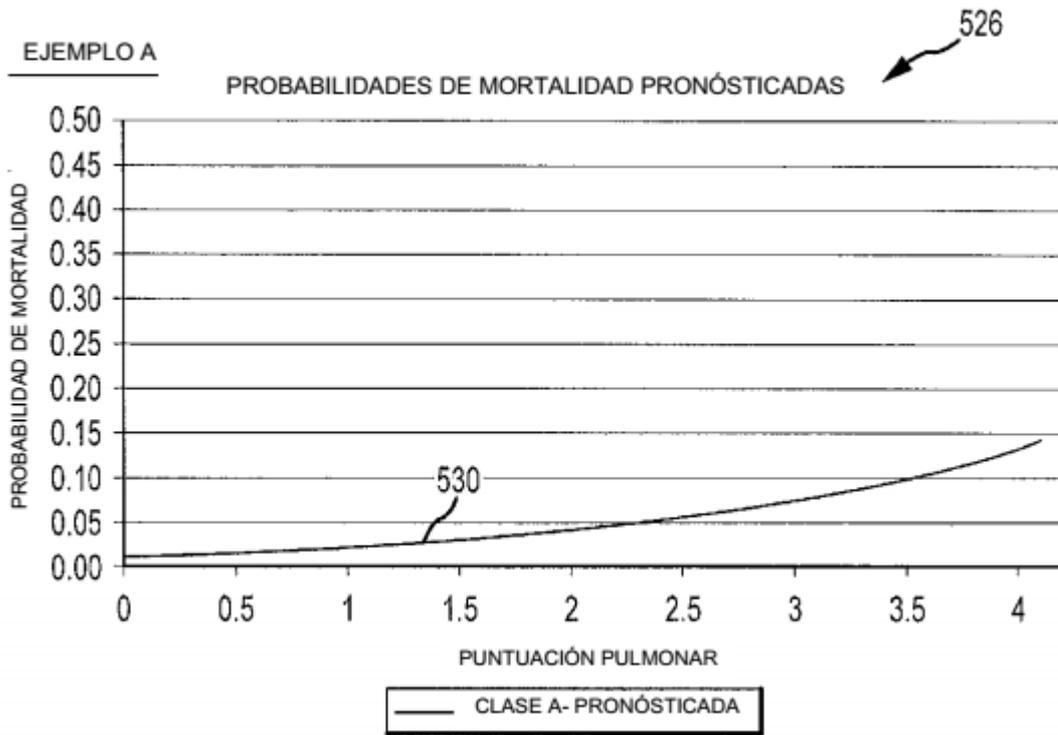


FIG.20

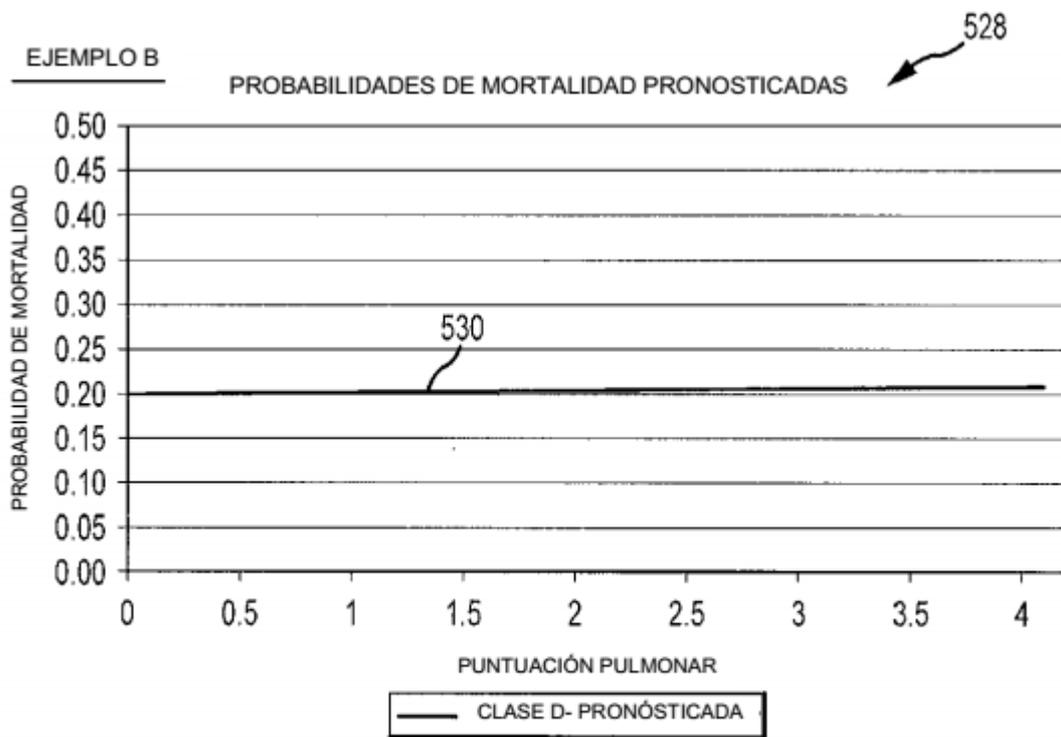


FIG.21