

DISPOSITIVO PARA ANÁLISIS DE MOCO CERVICAL DE GANADO VACUNO

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención está relacionada con dispositivos para analizar muestras y conocer sobre la fertilidad de diferentes especies. Específicamente, la presente invención está relacionada con dispositivos y métodos para identificar la fertilidad de ganado vacuno y otras especies mediante el análisis de moco cervical in situ.

10

DESCRIPCION DEL ESTADO DE LA TECNICA

- Uno de los principales problemas de la ganadería en algunos países es la eficiencia reproductiva, la tasa de preñez y sobre todo su distribución en el año, lo cual tiene un
15 impacto sobre la rentabilidad ganadera. Por lo tanto, uno de los objetivos de toda ganadería es tener un ternero por año, pero para lograr este propósito se debe tener conocimientos en aspectos fisiológicos del ciclo reproductivo de las hembras, y poder implementar biotecnologías reproductivas. Teniendo en cuenta lo anterior, se han estudiado diferentes tipos de reproducción asistida, en donde uno de los factores más determinantes para
20 optimizar por ejemplo, la inseminación artificial, es la eficiencia en la detección de los celos y el momento óptimo para realizar su procedimiento y lograr una gestación.

- Considerando lo anterior se han buscado diferentes formas de verificar los cambios de cristalización del moco cervical durante el estro, en donde una de dichas formas es un
25 sistema de óptica asequible a los productores, como respuesta a la problemática y a las demandas generadas por la cadena, en donde un requerimiento importante es la producción de terneros destetos de alta calidad genética y la reducción de los días improductivos para mejorar la producción y productividad del sector ganadero.

- 30 Actualmente, en algunos países como Colombia el uso de la inseminación artificial en bovinos no supera el 5% en las ganaderías del país, y menos del 0,5% en ganaderías de carne; muchos factores son los que determinan la implementación de esta biotecnología en la producción ganadera, siendo el principal factor la identificación de las hembras cuando están sexualmente receptivas (estro o celo), mostrando a nivel mundial que se pierden entre
35 el 20 y el 50% de los celos y más de 30% de las vacas son inseminadas cuando no están en celo. Considerando lo anterior se plantea como propósito verificar los cambios de cristalización del moco cervical durante el estro bajo un sistema de óptica asequible a los productores

Por lo tanto, el estado de la técnica divulga algunos dispositivos para el análisis de moco cervical como los divulgados en los documentos US20110282247A1 y WO1998047429A1.

5 Específicamente, US20110282247A1 se refiere a un dispositivo de predicción de ovulación portátil, que incluye un cuerpo de dispositivo de predicción de ovulación, un subconjunto óptico que contiene una o más lentes esféricas, una fuente de luz y, opcionalmente, una tapa. US20110282247A1 también indica que las lentes pueden ser esféricas. Adicionalmente US20110282247A1 divulga un anillo de enfoque conectado de forma móvil al dispositivo de predicción de ovulación. Adicionalmente dicho documento indica
10 que el dispositivo comprende además un dispositivo electrónico de reconocimiento de patrones e imágenes.

Sin embargo, dicho dispositivo no indica formas para secar la muestra de tal manera que se pueda analizar mejor la muestra, y además, tampoco indica cómo realizar un barrido visual
15 completo de una muestra.

Por otro lado, el documento WO1998047429A1 divulga un procedimiento y dispositivo para el reconocimiento del periodo fértil de una mujer, cuyo funcionamiento está basado en el test de la cristalización de la saliva dejada secar, la cual al mirarla a través de una simple
20 lente una persona reconoce el periodo fértil o no fértil en el que se encuentra. WO1998047429A1 también divulga un dispositivo que consta de un sistema de iluminación, con un soporte para alojar la muestra a examinar y un sistema de lente para focalizar correctamente dicha muestra. Dicho sistema de lente dispone de un sistema de iluminación, el cual se puede iluminar mediante la presión de un pulsador que cierra un
25 circuito eléctrico alimentado por medios como por ejemplo, panel solar.

Sin embargo, al igual que US20110282247A1, dicho documento WO1998047429A1 tampoco divulga formas para secar la muestra de tal manera que se pueda analizar mejor la muestra, y además, tampoco indica cómo realizar un barrido visual de una muestra.

30 Por lo tanto, si bien los documentos citados divulgan dispositivos y métodos para predecir periodos de fertilidad en diferentes especies, se observa la necesidad de desarrollar dispositivos que permitan reducir la humedad de la muestra sin que ellos conlleve mucho tiempo para poder realizar varias muestras en un menor periodo de tiempo y que además, el
35 secado se realice de forma uniforme, y además, también se observa la necesidad de dispositivos que permitan realizar diferentes barridos visuales a una muestra para identificar con mayor precisión el periodo fértil.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

40

Uno de los objetivos de la presente invención, es analizar los cambios del perfil de cristalización del moco cervical en diferentes tipos de especies, como por ejemplo, los vacunos, durante el celo y su relación con la fertilidad para determinar un patrón que permita alcanzar elevados porcentajes de concepción.

5

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un dispositivo para analizar una muestra de moco cervical, que comprende una carcasa con una superficie externa que cuenta con una primera perforación en donde se dispone un primer lente, una fuente de luz dispuesta en la carcasa y configurada para iluminar el primer lente, una placa de calentamiento dentro de la carcasa y configurada para disponer la muestra y cambiar su temperatura, y un controlador conectado con la fuente de luz y la placa de calentamiento, en donde dicho controlador permite cambiar la intensidad de luz de la fuente de luz, y también permite cambiar la temperatura de la placa de calentamiento.

10

Adicionalmente, la presente invención también se refiere a un método para determinar el momento óptimo de la inseminación de bovinos mediante análisis de la cristalización del moco cervical. Dicho método está definido por las siguientes etapas:

- tomar una muestra de moco cervical;
- 20 - secar la muestra;
- observar en la muestra un patrón de cristalización;
- clasificar las estructuras de cristalización de la muestra en formas atípicas (formas lisas, burbujas, estrellas, bastoncillos y mixtas) y formas típicas (helechos de menor ramificación, helechos en destrucción y helechos bien definidos);
- 25 - determinar los cambios de cristalización mediante la clasificación en una escala de grados que indica la cristalización del moco cervical en las muestras, en donde dicha escala está dada en porcentaje de formación de estructuras cristalinas; y
- determinar la estructura de cristalización más viable a la inseminación artificial asociada con la fertilidad efectiva, según un esquema de grados de la cristalización del moco cervical en las muestras según tres grupos básicos;
- 30 - presencia únicamente de formas atípicas, momento muy pronto para la inseminación artificial, estas indican que la probabilidad de quedar gestante es mínima,
- presencia de helechos en formación y bien definidos en proporciones similares y la presencia de formas atípicas indica posibilidad de inseminación con éxito o logro de quedar gestando, y,
- 35 - las improntas de moco cervical de helechos bien definidos en gran porcentaje o en el cien por ciento indican un momento tardío para la inseminación artificial y poco éxito de concebir.

40

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 ilustra dos vistas de una modalidad del dispositivo para medir el proceso de
5 cristalización de una muestra, en donde una de las vistas es una vista en isométrico,
mientras que la otra es una vista lateral en corte.

La FIG. 2 ilustra una vista en explosión del dispositivo de la FIG. 1, en donde se muestra
como están configuradas sus partes y además ilustra una placa donde se dispone una
10 muestra.

La FIG. 3 ilustra una vista superior del dispositivo de la FIG. 1, en donde un lente está
dispuesto sobre una sobre una placa con forma circular, la cual está configurada para rotar
alrededor de un punto.
15

La FIG. 4 ilustra una vista lateral del dispositivo de la FIG. 2, en donde se muestra que la
placa en donde se dispone la muestra se desplaza verticalmente.

La FIG. 5 ilustra a una persona obteniendo una muestra de un animal vacuno, y
20 posteriormente introduciendo dicha muestra en el dispositivo de la FIG. 1.

La FIG. 6 ilustra registros secuenciales de improntas de moco cervical de un animal bovino
en el transcurso del celo, donde dichas improntas tiene formas desde atípicas, en formación
de helechos, helechos definidos, y helechos en destrucción
25

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Uno de los objetivos de la presente invención, es analizar los cambios del perfil de
30 cristalización del moco cervical en diferentes tipos de especies, como por ejemplo, los
vacunos, durante el celo y su relación con la fertilidad para determinar un patrón que
permita alcanzar elevados porcentajes de concepción.

El análisis del perfil de cristalización del moco cervical, durante el celo y su relación con la
35 fertilidad puede permitir determinar un patrón que alcance altos porcentajes de concepción,
sin embargo, dicho análisis del moco cervical es preferible realizarse in situ con el objetivo
de no estresar a los bovinos, y no afectar dicho porcentaje de concepción.

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un dispositivo (100) para analizar una
40 muestra (11) de moco cervical, que comprende una carcasa (3) con una superficie

externa (4) que cuenta con una primera perforación (5) en donde se dispone un primer lente (1), una fuente de luz (12) dispuesta en la carcasa (3) y configurada para iluminar el primer lente (1), una placa de calentamiento (9) dentro de la carcasa (3) y configurada para disponer la muestra (11) y cambiar la temperatura de dicha muestra (11); y un
5 controlador (13) conectado con la fuente de luz (12) y la placa de calentamiento (9), en donde dicho controlador (13) permite cambiar la intensidad de luz de la fuente de luz (12), y también permite cambiar la temperatura de la placa de calentamiento (9).

Para realizar el análisis de una prueba, una persona toma una muestra (11), y luego dispone
10 dicha muestra (11) sobre la placa de calentamiento (9), posteriormente introduce dicha placa dentro de la carcasa (3), y luego se configura el controlador (13) para indicar la cantidad de temperatura que desea que esté dicha placa de calentamiento (9) para secar la muestra (11) y además, encender la fuente de luz (12). Una vez se seca la muestra (11) y la fuente de luz (12) está encendida, un usuario puede observar a través del primer lente (1)
15 la muestra (11), y visualizar una cristalización del moco cervical para así poder establecer el periodo de fertilidad.

Específicamente, la carcasa (3) es un cuerpo hueco en donde se insertan la placa de calentamiento (9) y la fuente de luz (12) para protegerlos del medio ambiente. Haciendo
20 referencia a la FIG. 1, la carcasa (3) tiene una forma prismática cuadrangular, en donde tiene una cara superior que corresponde a la superficie externa (4), y una abertura contigua a la superficie externa (4) en donde se inserta la placa de calentamiento (9).

La carcasa (3) puede estar fabricada en un material polimérico, cerámicos, metálico o
25 aleaciones metálicas, lo que permite que dentro de éste no ingrese algún tipo de humedad o contaminante externo que pueda alterar el análisis de la muestra (11). Adicionalmente, la carcasa (3) puede ser un solo cuerpo, o estar formado por diferentes láminas unidas entre sí.

Por su parte, la fuente de luz (12) dispuesta dentro de la carcasa (3) y conectada al
30 controlador (13) ilumina la placa de calentamiento (9), facilitando así la visualización de las microestructuras de la muestra (11) que está dispuesta sobre dicha placa de calentamiento (9).

La fuente de luz (12) se selecciona del grupo conformado por bombillas, leds, led DIP,
35 SMD, COB, MULTICOB, led o también, la fuente de luz (12) puede ser un led emisor de luz blanca, conectado a una placa de filtro de colores. Dicha placa de filtro de colores es una placa transparente que tiene una película de color, como por ejemplo, azul, verde, amarillo, o rojo, lo que permite que la muestra (11) sea observada según se requiera, y además, permite realzar visualmente las microestructuras de la muestra (11) puesto que
40 usualmente, en algunas muestras (11) cuando éstas corresponden a un moco cervical, éste

- no se puede realzar con colorantes químicos, contrario a lo que permite la placa de filtro de colores. El hecho que la luz emitida por la fuente de luz (12) se observe en diferentes colores, permite contrastar mejor la muestra (11), lo que permite identificar diferentes estructuras presentes. Dicha placa de filtro de colores se puede disponer dentro de la carcasa (3) paralela a la placa de calentamiento (9), y configurada para que la fuente de luz (12) emita una luz a través de la placa de filtro de colores y que además, dicha luz incida sobre la muestra (11). Además, dicha placa de filtro de colores se puede retirar de la carcasa (3) para ser intercambiada con otra placa de filtro de colores.
- 10 Por otro lado, la placa de calentamiento (9) está configurada para aumentar su temperatura y así, poder secar la muestra (11) para poder facilitar el análisis realizado a una muestra (11). Dicha placa de calentamiento (9) permite secar de manera uniforme una muestra (11), lo que permite visualizar en toda la muestra (11) las microestructuras, en comparación si se secura dicha muestra (11) al aire libre. En una realización particular, y
- 15 haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, la placa de calentamiento (9) puede ser una placa conectada a un medio de calentamiento (19) que puede ser una resistencia eléctrica conectada al controlador (13). Teniendo en cuenta lo anterior, cuando el medio de calentamiento (19) se calienta, éste a su vez calienta la placa de calentamiento (9) calentando así la muestra (11). Cuando la placa de calentamiento (9) está conectada a un
- 20 medio de calentamiento (19), dicha placa puede ser metálica lo que permite que está aumenten en mayor medida su temperatura en comparación con materiales poliméricos. Además, la placa de calentamiento (9) también puede ser una placa de vidrio o de un material transparente lo que permite visualizar mejor la muestra (11) cuando una luz es emitida sobre dicha placa de calentamiento (9).
- 25 Por otro lado, la placa de calentamiento (9) también puede ser una celda peltier conectada a la controlador (13), en donde, la superficie caliente de dicha celda peltier corresponde a la superficie en donde se dispone una muestra (11).
- 30 Adicionalmente, la placa de calentamiento (9) puede estar conectada a un sensor de temperatura, el cual puede ser un sensor SOC, el cual permite leer la temperatura de la placa de calentamiento (9), y ajustar dicha temperatura con el controlador (13) según se requiera.
- 35 Adicionalmente, el controlador (13) es un dispositivo que puede estar dispuesto dentro de la carcasa (3), y estar conectado a la placa de calentamiento (9) o a la resistencia eléctrica conectada a la placa de calentamiento (9), a la fuente de luz (12) y al sensor de temperatura. Específicamente, dicho controlador (13) permite activar o desactivar el cambio de temperatura de la placa de calentamiento (9) y regular dicha temperatura. Adicionalmente,

el controlador (13) también permite controlar el encendido y el apagado de la fuente de luz (12) y la intensidad de ésta.

En una realización de la presente divulgación, el controlador (13) se selecciona del grupo conformado por: controladores lógicos programables (PLC), microprocesadores, DSCs (Digital Signal Controller por sus siglas en inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip por sus siglas en inglés), PsoCs (Programmable System on Chip por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y unidades de control equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas.

Adicionalmente, el controlador (13), la placa de calentamiento (9) y la fuente de luz (12) pueden estar conectados a una fuente de energía, que puede ser una batería (14). Dicha batería (14) puede ser una batería recargable lo que permite a un usuario desplazar el dispositivo (100) para analizar una muestra (11) donde sea requerido, y realizar el análisis in situ. En un ejemplo particular, la batería (14) cuenta con un sistema de alimentación recargable de batería de polímero de litio, lo que permite aumentar la autonomía del dispositivo (100) para analizar varias muestras (11), y realizar varios análisis antes de que dicha batería (14) se descargue.

En una modalidad de la invención, y haciendo referencia a la FIG. 1 y a la FIG. 2, el dispositivo (100) comprende una carcasa (3) con una superficie externa (4) que cuenta con una primera perforación (5) en donde se dispone un primer lente (1), una primera placa (6) conectada paralelamente a la superficie externa (4) de la carcasa (3), con una segunda perforación (8) en donde se dispone un segundo lente (2). Dicho segundo lente (2) está en frente y es paralelo al primer lente (1), y además la primera placa (6) está configurada para rotar sobre un punto de rotación (7) dispuesto sobre la superficie externa (4), además una fuente de luz (12) está conectada a la carcasa (3) y configurada para iluminar el primer lente (1).

Particularmente, y haciendo referencia a la FIG. 2, la primera perforación (5) en donde se dispone el primer lente (1), puede tener una forma que se selecciona del grupo conformado por círculos, triángulos, cuadrados, formas en C, formas en L, formas en V, además la primera perforación (5) puede tener una forma oblonga, es decir, ser más ancha que larga lo que permite observar diferentes partes de la muestra (11) dispuesta en la placa de calentamiento (9).

Específicamente, el conjunto de lentes conformados por el primer lente (1) y el segundo lente (2) pueden tener un aumento alrededor de 40X, una distancia de trabajo de entre 3mm a 5mm. Para el entendimiento de la presente invención, se entenderá por distancia de trabajo a la distancia entre el primer lente (1) y la muestra (11) cuando el primer lente (1) y el segundo lente (2) se encuentran enfocados. Por otro lado, se entenderá por resolución a la capacidad de una lente para revelar detalles, es decir, la configuración de dichos lentes que permiten distinguir dos puntos adyacentes como distintos y separados y se calcula en líneas pares por milímetro. Además, y en una realización particular, el primer lente (1) y el segundo lente (2) pueden ser lentes esféricos lo que permite aumentar el aumento con que se observa la muestra (11).

Por otro lado, y haciendo referencia a la FIG. 1 y a la FIG. 2, sobre la superficie externa (4) de la carcasa (3) se puede disponer una primera placa (6) la cual tiene una segunda perforación (8) en donde se dispone el segundo lente (2). Como se mencionó anteriormente, dicha primera placa (6) está conectada paralelamente a la superficie externa (4) en donde dicho segundo lente (2) está en frente y es paralelo al primer lente (1). El hecho que el primer lente (1) y el segundo lente (2) sean paralelos y esté uno en frente del otro permite a un usuario enfocar mejor la muestra (11) dispuesta en la placa de calentamiento (9) para realizar un correcto análisis. Por otro lado, el hecho que el primer lente (1) esté frente al segundo lente (2) y además dichos lentes sean paralelos, permite tener un aumento de visualización de alrededor de 40X, es decir, de entre 20X y 40X, es decir, un aumento suficiente para visualizar las microestructuras presentes en la muestra (11).

Además, haciendo referencia a la FIG. 2, la superficie externa (4) tiene un punto de pivote que puede ser un punto de rotación (7) en donde se conecta la primera placa (6). Dicho punto de rotación (7) permite que la primera placa (6) rote alrededor de éste permitiendo además, que el segundo lente (2) se desplace en conjunto con la primera placa (6), permitiendo así, que dicho segundo lente (2) se desplace sobre el primer lente (1) permitiendo observar una mayor superficie de la muestra (11) para realizar una análisis más detallado.

Adicionalmente, y haciendo referencia a la FIG. 2, si la primera perforación (5) tiene una forma oblonga con una curva, en donde el hecho que la primera placa (6) pueda rotar, permite que el segundo lente (2) se desplace sobre toda la primera perforación (5) permitiendo realizar un barrido visual de la muestra (11).

En una realización particular, y haciendo referencia a la FIG. 3A, FIG. 3B y FIG. 3C, se muestran tres vistas del dispositivo (100) para medir la viscosidad de una muestra (11) en donde la primera placa (6) tiene una forma de una porción de círculo. Específicamente, la

FIG. 3A ilustra una primera posición la primera placa (6) la cual está rotada hacia la izquierda, la FIG. 3B ilustra una segunda posición la primera placa (6) la cual está posicionada de tal manera que el segundo lente (2) se encuentra en el centro geométrico del primer lente (1), y la FIG. 3C ilustra una tercera posición de la primera placa (6) la cual está rotada hacia la derecha.

Por otro lado, en una modalidad de la presente divulgación, dentro de la carcasa (3) puede disponerse un soporte móvil (10) que soporta la placa de calentamiento (9). Haciendo referencia a la FIG. 2, el soporte móvil (10) puede ser un marco conformado por al menos tres lados y una abertura, en donde dichos lados tienen canales o guías en donde se desliza la placa de calentamiento (9). Particularmente, por la abertura del soporte móvil (10) se inserta la placa de calentamiento (9), y posteriormente se desliza por dichas guías, moviéndose así, a lo largo de la carcasa (3). Además, dicho soporte móvil (10) puede estar configurado para desplazarse desde o hacia el primer lente (1).

Adicionalmente, haciendo referencia a la FIG. 2 la carcasa (3) puede tener una tercera perforación (16), y el soporte móvil (10) puede tener una cuarta perforación (17), lo que permite que un elemento roscado (18) con un primer extremo y un segundo extremo se introduzca en la tercera perforación (16) de la carcasa (3) y en la cuarta perforación (17) del soporte móvil (10). Haciendo referencia a la FIG. 2, el primer extremo del elemento roscado (18) se conecta con una segunda placa (15), mientras que el segundo extremo del elemento roscado (18) se introduce en la cuarta perforación (17). Lo anterior permite que, a medida que un usuario rota la segunda placa (15) alrededor del elemento roscado (18), dicho elemento roscado (18) se va roscando en la perforación del soporte móvil (10) lo que permite acercar o alejar el soporte móvil (10) y a su vez, la placa de calentamiento (9) hacia el primer lente (1). Lo anterior permite enfocar la muestra (11) dispuesta en la placa de calentamiento (9).

Además, la segunda placa (15) tiene un borde externo el cual puede tener una forma circular, hexagonal, pentagonal, heptagonal, octagonal, entre otros, lo que permite a un usuario rotar dicha segunda placa (15) sujetando y girando dicho borde externo. En dicha FIG. 2, la segunda placa (15) está dispuesta sobre la superficie externa (4), y además es circular.

Haciendo referencia a la FIG. 2, y a las FIG. 4A, FIG. 4B, y FIG. 4C, se ilustra un ejemplo en donde, en la FIG. 4A muestra el giro de rotación de la segunda placa (15), la FIG. 4B, ilustra que el soporte móvil (10) en conjunto con la placa de calentamiento (9) se desplaza hacia el primer lente (1), mientras que la FIG. 4C ilustra que el soporte móvil (10) en conjunto con la placa de calentamiento (9) se aleja del primer lente (1).

Adicionalmente, y con el que se pueda identificar el momento óptimo de la inseminación de bovinos mediante análisis de la cristalización del moco cervical, se desarrolló un método que comprende las siguientes etapas:

- a) tomar una muestra de moco cervical
- 5 b) secar la muestra:
- c) clasificar estructuras de cristalización de la muestra (11) en unas estructuras de formas atípicas o formas típicas;
- d) determinar cambios de cristalización en la muestra (11) mediante una escala de proporciones entre formas atípicas y típicas; y
- 10 e) determinar unas proporciones de cristalización más viable a la inseminación artificial asociada con el momento más exitoso de la inseminación artificial, según un esquema de grados de la cristalización del moco cervical en las muestras de acuerdo a tres grupos básicos;
- presencia únicamente de formas atípicas, momento muy pronto para la
- 15 inseminación artificial, estas indican que la probabilidad de quedar gestante es mínima,
- presencia de helechos en formación y bien definidos en proporciones similares y la presencia de formas atípicas indica posibilidad de inseminación con cierto éxito o logro de quedar gestando, y,
- 20 - las improntas de moco cervical de helechos bien definidos en gran porcentaje o en el cien por ciento indican un momento tardío para la inseminación artificial y poco éxito de concebir.

Haciendo referencia a la FIG. 5, la etapa a) se refiere a que un usuario toma una muestra de moco cervical de un bovino para su análisis, para así poder identificar si dicho animal puede ser apto para concepción dependiendo de su etapa de fertilidad. Dicha muestra (11) de moco cervical se puede tomar mediante impresión cuando es secretado externamente o mediante la succión con por ejemplo, jeringa directamente de la vagina del animal.

30 Por otro lado, la etapa b) de secar la muestra, se refiere a que la muestra (11) obtenida en la etapa a) tiene una porción sólida y una porción líquida, en donde dicha muestra (11) se puede disponer en una placa de calentamiento (9), posteriormente calentar dicha placa de calentamiento (9) durante 2 minutos a 5 minutos a una temperatura de entre 25°C y 37°C par así, aumentar la porción sólida de la muestra (11) en comparación con la una porción

35 líquida. Dichos rangos de temperatura y tiempo para secar la muestra (11) pueden depender de la cantidad de muestra obtenida.

Por su parte, la etapa c) se refiere a clasificar estructuras de cristalización de la muestra en estructuras de formas atípicas o formas típicas. Para el entendimiento de la presente

invención las estructuras reflejadas en el moco cervical por los procesos de cristalización, corresponden a formas típicas y formas atípicas.

Las formas atípicas se seleccionan del grupo conformado por planas o lisas, burbuja, y
5 estrellada. Específicamente, las formas planas o lisas no determinan ningún tipo de
formación, su presentación queda supeditada a la forma del extendido. Lo anterior es
debido a su composición, ya que el cloruro de sodio que es el electrolito más importante en
la porción sólida del moco cervical se encuentra en su nivel más bajo con respecto a la
porción líquida, que en su mayor parte es agua. Por otro lado, la forma burbuja se
10 evidencia en los primeros incrementos de la porción sólida del moco cervical, describiendo
burbujas de diverso tamaño. Al igual que en las formas planas o lisas, la forma burbuja no
reviste importancia significativa en cuanto a la cristalización, y corresponde a las fases
tempranas del celo. Por su parte, en la forma estrellada se presentan las primeras
agrupaciones asimétricas de los electrolitos más importantes del moco cervical. Sus formas
15 van desde simples bastoncillos, pasando por estrellas en mayor proporción, hasta escasas
ramificaciones arboriformes incompletas e incipientes.

Por su parte, las formas típicas se seleccionan del grupo conformado por helechos de menor
ramificación, helechos con ramificación definida y helechos en destrucción. Las formas de
20 helechos de menor ramificación, corresponden a una fase en donde se considera el inicio de
la cristalización o arborización del moco cervical. Dicha fase da lugar a formaciones
arboriformes inconclusas, similares a helechos pero desprovistas de hojas y se presenta
usualmente al inicio de la mitad del celo. Las formas de helechos con ramificación
definida, pueden observarse formaciones típicas o arboriformes, las cuales se caracterizan
25 por alto grado de ramificación y definición de múltiples figuras con formas de “hojas”, y en
mayor proporción en el área de la muestra (11). Dichas formas coinciden con el pico
máximo de estrógenos sanguíneos, que corresponde a la mitad del celo. Finalmente, las
formas de helechos en destrucción se refiere a que, una vez van declinando los estrógenos
durante la fase final del celo, la agrupación de electrolitos van haciendo lo propio,
30 iniciándose un proceso de “destrucción”, en las cuales la definición de las “hojas” de
helecho van perdiendo su anatomía tornándose irregulares y finalmente disipándose a lo
largo de la muestra del moco cervical. Haciendo referencia a la FIG. 6, se ilustran algunos
registros secuenciales de improntas de moco cervical de bovinos en el transcurso del celo, en
donde se muestran desde formas atípicas, en formación de helechos, helechos definidos, y
35 helechos en destrucción.

Por su parte, la etapa d) se refiere a determinar los cambios de cristalización de la muestra
mediante una escala de proporciones entre formas atípicas y típicas del moco cervical en
las muestras, en donde dicha escala está dada en porcentaje de formación de las estructuras
40 cristalinas anteriormente descritas.

Finalmente, la etapa e) se refiere a determinar la estructura de cristalización más viable a la inseminación artificial asociada con la fertilidad efectiva, según un esquema de grados de la cristalización del moco cervical en las muestras según tres grupos básicos;

- 5 - presencia únicamente de formas atípicas. Aquí es todavía muy pronto para la inseminación artificial, dichas formas atípicas indican que la probabilidad de quedar gestante es mínima;
- presencia de helechos en formación y bien definidos en proporciones similares y la presencia de formas atípicas indica posibilidad de inseminación con éxito o
- 10 logro de quedar gestando; y
- las improntas de moco cervical de helechos bien definidos en gran porcentaje o en el cien por ciento indican un momento tardío para la inseminación artificial y poco éxito de concebir.

15 **EJEMPLOS**

EJEMPLO 1

Haciendo referencia a la FIG. 2, se desarrolló un dispositivo (100) que tenía las siguientes características,

- una carcasa (3) con forma de prisma cuadrangular, con una superficie externa (4) que
- 20 cuenta con una primera perforación (5) en donde se dispone un primer lente (1);
- una primera placa (6) conectada paralelamente a la superficie externa (4) de la carcasa (3), con una segunda perforación (8) en donde se dispone un segundo lente (2), donde dicho segundo lente (2) está en frente y es paralelo al primer lente (1);
- una fuente de luz (12) conectada a la carcasa (3) y configurada para iluminar el primer
- 25 lente (1);
- placa de calentamiento (9) dentro de la carcasa (3) y paralela al primer lente (1). Dicha placa era una placa de vidrio conectada a una resistencia;
- un controlador (13) conectado con la fuente de luz (12) y a la resistencia de la placa de calentamiento (9);
- 30 - dicho controlador (13), la fuente de luz (12) y la resistencia de la placa de calentamiento (9) están conectados a un sistema de alimentación recargable de batería de polímero de litio;
- dicho controlador (13) se conectó un pulsador que tenía tres posiciones, una primera posición que apagaba el dispositivo, una segunda posición que encendía la fuente de
- 35 luz (12), y una tercera posición que encendía la fuente de luz (12) y la placa de calentamiento (9).

En dicho EJEMPLO 1, la distancia entre el primer lente (1) y el segundo lente (2) era de 1mm, el espesor de los lentes era de 3,65mm, el ancho era 10mm, y además, el primer

lente (1) y el segundo lente (2) tienen una sección central que tiene un espesor constante, en donde dicho espesor constante es de 1,5mm.

5 Dicho primer lente (1) y segundo lente (2) tienen un aumento de al rededor 40x, una distancia de trabajo de 1mm a 5 mm y una resolución de alrededor 360 lp/mm.

10 Dicho dispositivo del EJEMPLO 1 fue probado en campo, y permitió identificar diferentes estructuras de moco cervical de diferentes bovinos, y además, permitió ser desplazado para a diferentes zonas para hacer análisis en diferentes lugares, lo que permitió observar diferentes tipos de formas como las presentadas en la FIG. 6.

15 Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, definido por las siguientes reivindicaciones.