

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 603**

51 Int. Cl.:

**A61D 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2012 E 12718169 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015 EP 2701608**

54 Título: **Procedimiento para predecir un intervalo de inseminación de un animal**

30 Prioridad:

**26.04.2011 EP 11163771**

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

**19.01.2016**

73 Titular/es:

**PIGLETS TREATMENT SYSTEM BV (100.0%)  
Scheiweg 7  
5809 EH, Leunen, NL**

72 Inventor/es:

**CLAESSENS, ANTOON WILLEM JOHAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 556 603 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

Procedimiento para predecir un intervalo de inseminación de un animal

### Campo general de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para evaluar el celo de un animal, por ejemplo, una cerda, para predecir un intervalo de inseminación óptima para este animal.

### Antecedentes de la invención

10 Como se conoce comúnmente, por ejemplo, para cerdos (cerdas reproductoras y cerdas futuras reproductoras) y ganado bovino (vacas y terneras), la inseminación entre 0 y 24 horas antes de que tenga lugar la ovulación real da como resultado la mayor tasa de fertilización. Fuera del intervalo óptimo para inseminación la tasa de fertilización disminuye debido a un incremento en animales que en última instancia tienen un tamaño de camada pequeño (en particular para cerdos) o no tienen descendientes en absoluto. En la cría de animales de granja por lo tanto, la elección del momento oportuno de la inseminación es crítico. Usualmente, esta elección del momento oportuno se basa en la aparición del celo según se evalúa por el granjero. Celos se definen en este sentido como el periodo durante el que el animal hembra es receptivo al apareamiento y ovula. Se denomina comúnmente como celo o calentura. Desde un periodo de celo hasta el siguiente tiene lugar una serie de cambios, en particular en el ovario, el útero y la vagina llamada ciclo estral. Con referencia al ovario, el ciclo se puede dividir en una fase folicular, durante la que los folículos están madurando y una fase lútea, durante la que los cuerpos lúteos se desarrollan en los folículos ovulados. Durante estos dos fases, se secretan principalmente estrógenos y progesterona, respectivamente y estas hormonas controlan los cambios uterinos y vaginales.

20 Dado que se sabe que existe una relación entre el celo y la ovulación por un lado y las características del animal tales como la temperatura, apariencia de vulva, niveles hormonales, estado de estrés, movimiento, etc. se han descrito muchos procedimientos para la determinación automática del intervalo de inseminación óptimo basándose en esta relación. Por ejemplo, tanto el documento EP 1839621 como el documento US 6.470.825 describen un procedimiento para establecer un intervalo de inseminación basado en el estado fisiológico de la cerda reproductora. En particular, en el documento EP 1 300 119 se describe un dispositivo para evaluar el celo de un animal, en particular una cerda, que comprende un medio de reacción-detección para detectar el reflejo posicional de una cerda. La reacción se detecta en comparación con una reacción que es característica de una fase particular del celo. Esto se usa para predecir un intervalo de inseminación óptimo. En el documento EP 2 014 255 se describe un dispositivo alternativo que incorpora un sistema sensible complejo para detectar todos los movimientos del animal. Analizando estos movimientos durante el celo, se predice un intervalo de inseminación óptima. De hecho, los procedimientos existentes para predecir un intervalo de inseminación óptima pueden ser exitosos, pero al costo de complejidad o intervención de operario pesada. Cuando se usan procedimientos menos complejos o se reduce la intervención del operario, la precisión de la predicción disminuye.

### Objeto de la invención

35 Existe una necesidad de obtener un procedimiento mejorado para predecir un intervalo de inseminación óptimo para animales. En particular en la cría de animales, existe una necesidad de un procedimiento mejorado ya que el valor económico de un rebaño de animales depende grandemente de la tasa de fertilización de los animales inseminados y los procedimientos existentes son complicados y/o exigen mucha mano de obra.

### Sumario de la invención

40 Para cumplir con el objetivo de la invención, se concibe un procedimiento para evaluar el celo de múltiples animales, por ejemplo, cerdos, ovejas y ganado vacuno, procedimiento con el que se puede predecir el intervalo de inseminación para cada animal. Este procedimiento comprende para cada uno de los múltiples animales en un primer ciclo: determinar un valor durante al menos una característica del celo, predecir el intervalo de inseminación en base a la determinación de dicho valor, inseminar el animal en el citado intervalo y establecer una tasa de fertilización del animal inseminado y en un segundo ciclo determinar un valor nuevo para la dicha al menos una característica del celo y predecir un intervalo de inseminación nuevo usando la determinación del valor nuevo y la tasa de fertilización.

50 La presente invención se basa en reconocimiento del solicitante de que muchos factores que podrían ser relevantes para el celo y la ovulación en particular, se desconocen hasta el momento, o al menos su influencia en el celo no se conoce. Tales factores son, por ejemplo, estación, clima, diversos estímulos de estrés, dieta, edad de los animales, paridad, raza, línea genética etc. Dado que la relación con el celo y la ovulación no se conoce sin ambigüedades, los procedimientos y sistemas existentes no pueden tener en cuenta explícitamente tales factores cuando predicen el intervalo de inseminación óptimo. En el presente procedimiento se hace uso de retroalimentación sobre el resultado obtenido. Usando la tasa de fertilización obtenida en un primer ciclo para hacer una nueva predicción en un segundo ciclo, se pueden tener en cuenta factores desconocidos sin conocer realmente la reacción con el celo en general y con la ovulación en particular. La característica específica del celo usada en el presente procedimiento no es esencial para la invención en su sentido más amplio. Puede ser tan simple como un reflejo posicional para cerdas como se conoce a partir de la técnica anterior. Además, diversas formas de predecir el intervalo de inseminación en base a un valor

medido se pueden implementar: por ejemplo, alguien puede determinar un valor y predecir el intervalo de confianza en base a la altura del valor. De forma alternativa, alguien puede determinar cuando se alcanza un valor predeterminado (cumpliendo un valor umbral predeterminado) y predecir el intervalo en base a ese acontecimiento. En cualquier caso, proporcionando retroalimentación sobre el resultado logrado, la predicción del intervalo de inseminación óptimo se mejorará para el segundo ciclo. Por ejemplo, en el caso de cerdos se puede usar la aparición de celo como una característica, en base a la que se puede predecir un intervalo de inseminación óptima. Se conoce comúnmente que al inicio del celo, cuya aparición se puede establecer fácilmente (dada la presencia súbita de reflejo postural en presencia de un verraco), determinando un valor para el (no-)movimiento de una cerda cuando se aplica un promedio de desplazamiento (por ejemplo como se conoce a partir del documento EP 1 300 119), ello tiene lugar típicamente 24 a 48 horas antes de la ovulación. Si alguien elige inseminar aproximadamente 24 horas ( $\pm \frac{1}{2}$  hora) después de la aparición del celo y parece que la tasa de fertilización es relativamente baja, en un ciclo siguiente, cuando se determina el mismo valor para el (no-)movimiento de la cerda, alguien puede elegir inseminar aproximadamente 36 horas ( $\pm \frac{1}{2}$  hora) después de la aparición del celo. Cabe destacar que un intervalo de inseminación óptima no necesariamente significa un intervalo que conduce la la tasa de fertilización más alta. En algunas circunstancias una tasa de fertilización menor que la máxima puede ser económicamente óptima. También cabe destacar que un intervalo de inseminación puede tener cualquier tamaño entre, por ejemplo, 1 segundo y 24 horas, típicamente dependiendo del tipo de animal, de procedimientos de trabajo en la granja, o de otros factores.

La presente invención también describe un sistema para evaluar el celo de múltiples animales para predecir un intervalo de inseminación para cada animal, que comprende un sensor para determinar un valor durante al menos una característica del celo del animal, estando el sensor conectado a una unidad central de procesamiento (CPU) de modo que el valor se puede procesar por la CPU, estando programada la CPU para predecir el intervalo de inseminación del animal usando el valor determinado, siendo la CPU capaz de recibir datos de fertilidad del animal inseminado y usando estos datos en combinación con un valor nuevo determinado para la al menos una característica del celo del animal para predecir un intervalo de inseminación nuevo. Cabe señalar que la CPU puede estar presente como una pieza de maquinaria individual tal como un ordenador personal. Sin embargo, también puede estar presente de una manera distribuida, por ejemplo comprendiendo diversos subprocesadores que están presentes en localizaciones remotas, procesadores que se comunican por medio de una red, por ejemplo Internet. En la última configuración, en el lugar real donde los animales se someten a monitorización, se puede presentar un sistema de procesamiento muy simple, capaz meramente de recibir datos del sensor y opcionalmente de recibir datos de fertilización, por ejemplo introducidos por un operario por medio de un simple teclado. El procesamiento real de estos datos puede tener lugar en una localización remota, por ejemplo una localización que se controla por el proveedor del sistema de modo que se puede tomar el mejor cuidado con respecto a procesamiento y servicio adecuados.

### Definiciones

Tasa de fertilización se define como cualquier tasa que corresponde a la fertilidad de un animal o de un rebaño de animales. La fertilidad puede, por ejemplo, expresarse como la tasa de éxito de inseminación, por ejemplo un número entero que corresponde al número de inseminaciones necesario por animal para obtener gestación exitosa (tal que, por ejemplo, el menor número de inseminaciones necesario, a saber 1, da el mayor número entero) o un número entero que corresponde a la cantidad total de días necesarios para obtener gestación exitosa, etc. La fertilidad sin embargo también podría ser una tasa que corresponda con el número promedio de descendientes (en particular para cerdos) después de inseminación. Cada tipo de animal o modo de cría de animales de granja puede definir "fertilidad" en su propio modo usable en la práctica. El "número promedio de descendientes" puede ser por ejemplo el número real de descendientes nacidos vivos en una camada dividido por un valor óptimo para el número de descendientes nacidos vivos en una camada para la especie, expresado como un porcentaje. Para ovejas, el típico valor óptimo para el número de descendientes nacidos vivos en una camada fijado es 2,2. Para cerdos, en relación con la presente descripción, este valor está fijado para ser 14 (pero se puede elegir cualquier valor, dependiendo por ejemplo del tipo de animales, las circunstancias etc.). De esta forma, para cerdos la tasa de fertilización después de inseminación en la práctica puede variar entre el 0 y el 121 % para una cerda reproductora. Para una piara de cerdas reproductoras, se usa el número promedio de lechones para todas las cerdas reproductoras inseminadas. Esto da lugar a una tasa de fertilización que típicamente varía entre el 70 y el 90 %. Cabe señalar que para la tasa de fertilización se puede usar otra figura. Por ejemplo, para algunas piaras, se puede usar el porcentaje de cerdas reproductoras inseminadas que están embarazadas, mientras que para otras piaras se puede usar el número promedio de descendientes de las cerdas reproductoras fecundadas.

Un intervalo es un periodo de tiempo de cualquier longitud, por ejemplo 1-4 horas. El periodo de tiempo sin embargo, puede ser tan pequeño como por ejemplo uno o más segundos de modo que para la práctica de la inseminación el periodo de tiempo puede ser equivalente a un punto en el tiempo en particular.

### Modos de realización de la invención

En un modo de realización, se añaden al segundo ciclo las etapas de inseminar al animal en el citado intervalo nuevo, estableciendo una tasa de fertilización nueva del animal inseminado, donde después sigue un tercer ciclo que comprende las etapas de determinar un segundo valor nuevo para la citada al menos una característica del celo y para predecir un segundo intervalo de inseminación nuevo usando la determinación del segundo valor nuevo y la tasa de fertilización nueva. En esta forma de realización tiene lugar un ajuste incluso adicional de la predicción usando la tasad

de fertilización obtenida recientemente. En una realización adicional la tasa de fertilización obtenida anteriormente se usa conjuntamente con la nueva tasa de fertilización para proporcionar una predicción incluso mejor del intervalo de fertilización.

5 En otro modo de realización, se añaden hasta el tercer ciclo las etapas de inseminar al animal en el citado segundo intervalo de inseminación nuevo, estableciendo una segunda tasa de fertilización nueva del animal inseminado, donde después siguen n ciclos adicionales, siendo n un número natural, comprendiendo cada ciclo las etapas de determinar aún otro valor nuevo para la citada al menos una característica del celo, prediciendo aún otro intervalo de inseminación nuevo usando la determinación del citado otro valor nuevo y la segunda tasa de fertilización nueva, inseminando al animal en el citado otro intervalo de inseminación nuevo y estableciendo aún otra tasa de fertilización nueva del animal inseminado, que aún usará otra tasa de fertilización nueva en un ciclo siguiente opcional de los citados n ciclos adicionales. En esta forma de realización el ajuste de precisión puede continuar durante n ciclos adicionales, por ejemplo hasta que se obtiene una tasa de fertilización promedio predeterminada para la piara de múltiples animales. Además, esto puede continuar indefinidamente para proporcionar una actualización continua de la predicción de un intervalo de inseminación óptimo. Una ventaja muy significativa de este modo de realización es que la influencia de diversos parámetros en el celo y así en el intervalo de inseminación óptimo se puede monitorizar fácilmente y de forma fiable. Por ejemplo, la influencia de la estación sigue inmediatamente si el procedimiento continúa durante más de 1 año, preferentemente durante más de 2 años (para propósitos de verificación). Además, la influencia de la edad de los animales se puede extraer fácilmente. Una vez que la relación entre tales factores y el celo y/o el intervalo de inseminación óptimo se conoce, puede tomarse en cuenta de forma explícita (por ejemplo usando datos correspondientes en un algoritmo) para optimizar la predicción del intervalo de inseminación.

En un modo de realización el mismo algoritmo para predecir un intervalo de inseminación se usa para todos los animales. En esta forma de realización uno y el mismo algoritmo se usa para todos los animales. Los datos de fertilización obtenidos de todos los múltiples animales citados se usan para establecer un algoritmo que se usa para predecir un intervalo de inseminación para cada animal individual tras determinar un valor para la característica elegida del celo. Esta forma de realización proporciona una forma relativamente sencilla para predecir el intervalo de inseminación pero de hecho, su éxito depende de la homogeneidad de la relación entre las características usadas y la ovulación real dentro de la piara de animales. Si la homogeneidad es suficiente para obtener una tasa de fertilización (promedio) deseada, esta realización se puede usar ventajosamente, requiriendo solo capacidad de cálculo modesta y así, puede basarse en una unidad de procesamiento tan simple como se presenta en una calculadora de mano. Sin embargo, si la homogeneidad dentro de la piara de animales parece ser demasiado baja para obtener un resultado deseado, alguien puede elegir utilizar un modo de realización en el que por animal o grupo de animales se usa un algoritmo destinado a predecir un intervalo de inseminación para este animal o grupo de animales. Puede simplemente ser que algunos animales, por cualquier motivo, muestren una relación significativamente diferente entre las características elegidas del celo y la ovulación real que la mayoría de los otros animales. Alguien podría aplicar a continuación un algoritmo destinado a estos animales, bien individualmente o bien como un grupo. Por ejemplo, se sabe que los animales jóvenes pueden tener un periodo de tiempo significativamente diferente entre la aparición del celo y la ovulación real. Además, otras características del celo pueden variar entre animales de diferentes edad, raza, número de veces que han parido cochinitos, etc. Esto se puede tener en cuenta aplicando un algoritmo diferentes para tales animales.

En un modo de realización, para determinar un valor durante al menos una característica del celo se usa un sensor para poner en relación funcional con cada uno de los múltiples animales examinando los animales en un orden consecutivo. Cabe señalar que se conocen en la técnica anterior diversos procedimientos para evaluar el celo de los animales. Por ejemplo, Ro-Main (San Bernardo, Quebec, Canadá) vende un sistema denominado PIGWATCH®. En este sistema la calentura y la ovulación de la cerda reproductora se evalúan observando la postura de una cerda. Una importante desventaja de este sistema es que el animal necesita observarse 24 horas al día para fabricar una predicción segura del intervalo de inseminación. Esto quiere decir que es necesario un sensor por animal que necesita monitorizarse. Esto hace al sistema inherentemente caro. El procedimiento que se conoce a partir del documento EP 1 300 119 también tiene una desventaja importante. Puesto que el sistema requiere equipo de estimulación complejo que rodee al animal, se instala en un establo un dispositivo vallado destinado a ello y cada animal a monitorizarse se mueve de su propio alojamiento al dispositivo vallado. Tal movimiento puede implicar bien soporte operador intensivo o bien requiere un sistema de transporte de animales automatizado complejo. Con el fin de superar las desventajas de la técnica anterior, el solicitante ha ideado un procedimiento en el que se usa un sensor de barrido, lo que permite que el sensor que se va a poner en relación funcional con cada animal en un orden consecutivo en una forma sencilla, no necesita intervención de operador.

En un modo de realización el valor para la al menos una característica del celo del animal se determina a intervalos predeterminados, de al menos 1 hora, preferentemente al menos 2 horas y más preferentemente de entre 3 y 8 horas. El solicitante reconoce que no es necesario monitorizar a un animal continuamente durante el celo. Dado que un intervalo de inseminación óptima típicamente dura 24 horas y un día de trabajo en cría de animales de granja típicamente dura al menos 12 horas, una evaluación completa cada 12 horas podría realizarse en teoría. Sin embargo, se descubrió que muchas características del celo tienen solo un periodo de 8 horas en las que tienen valores pico claros. Por lo tanto, un esquema de determinación de acuerdo con esta forma de realización será suficiente para obtener resultados adecuados, no necesitarán demasiadas acciones sensoras que puedan causar estrés en el animal.

En un modo de realización se determina un valor para una característica elegida del grupo que consiste en reflejo postural, movimiento, temperatura corporal, en particular temperatura cutánea, rectal o vulvar, apariencia de la vulva, en particular color de la vulva y/o grado de hinchazón de la vulva, descarga de mucosidad de la vulva, turbidez de mucosidad de la vulva o conductividad de mucosidad de la vulva. Se sabe que todas estas características del celo se conocen por tener una relación con la ovulación real. Además, un valor para cada una de estas así denominadas características estándar se puede determinar de forma relativamente fácil por un sensor por medio de una posición adyacente a un animal, sin necesidad de una operación invasiva. Por lo tanto, cada una de estas características es adecuada de forma ideal en la presente invención.

En un modo de realización un valor de una primera característica como se describe aquí anteriormente se determina cada ciclo, mientras que un valor para temperatura uterina y/o nivel hormonal, por ejemplo, estrógeno y/o progesterona en sangre y/u orina, y/o tamaño folicular se determina en el primer ciclo solo y opcionalmente en uno o más ciclos siguientes hasta que una predicción del intervalo de inseminación ha conducido a una tasa de fertilización predeterminada, donde después solo se determina un valor para la primera característica en un ciclo siguiente. El solicitante reconoce que algunas características del celo tienen una relación no ambigua con la ovulación real y así con un intervalo de inseminación óptimo. Estas características son temperatura uterina, nivel hormonal (ejemplo estrógeno y/o progesterona en sangre y/u orina) y tamaño folicular. En muchos casos sin embargo un sensor para determinar un valor para cada una de estas características necesita una operación invasiva (temperatura uterina y nivel hormonal sanguíneo), y/o aparato de análisis complejo (nivel hormonal, tamaño folicular) o un operario experto (tamaño folicular). El solicitante sin embargo descubrió un procedimiento adicional que no depende de una operación invasiva, pero que aún es adecuado para determinar un nivel hormonal que puede usarse para predecir ovulación con mucha seguridad. El solicitante reconoce que la hormona luteinizante (abreviada hormona LH), cuyo nivel se puede usar para predecir con mucha seguridad el celo/la ovulación, está también presente en saliva de la cavidad oral. El nivel de la hormona LH en la saliva se puede medir simplemente tomando una muestra, típicamente cada cuatro horas y se pueden usar técnicas comúnmente disponibles para medir el nivel hormonal en la saliva. Un procedimiento muy conveniente es presentar una cuerda de buen sabor u otro bocado al animal (por ejemplo un protector de mordiscos con un revestimiento de melaza) y después de que el animal ha masticado en el bocado durante una cantidad de tiempo predeterminado, la saliva presente en el bocado se analiza automáticamente usando técnicas conocidas. Esta técnica es simple, muy precisa y no depende de una operación invasiva. Las operaciones invasivas, pese a ser en teoría ideales para predecir un intervalo de administración, no son idealmente adecuadas para uso continuo en un procedimiento y sistema que cumple los objetivos de la presente invención. Sin embargo, el solicitante reconoce que las características para las que es necesaria una operación invasiva se pueden usar de forma muy ventajosa para ajustar el presente procedimiento para conseguir un nivel requerido de tasa de fertilización en un número de ciclos muy bajo. Cuando un valor durante al menos una de las características adicionales se mide al mismo tiempo que un valor para una característica estándar, la curva de aprendizaje será más pronunciada. En función de las circunstancias particulares, incluso puede ser que la determinación concurrente de la temperatura uterina y/o del nivel hormonal y/o del tamaño folicular, solo necesite tener lugar durante un ciclo antes de que una predicción adecuada del intervalo de inseminación necesite obtenerse en base a la determinación de un valor para una característica estándar solo. En otro caso, puede ser que la determinación concurrente de un valor para una característica adicional necesite tener lugar durante varios, en particular consecutivos, ciclos antes de una predicción adecuada del intervalo de inseminación y así se obtiene tasa de fertilización adecuada.

En un modo de realización el animal es inseminado automáticamente en el intervalo de inseminación predicho. El intervalo de inseminación óptimo puede ser de corta duración. Por inseminación automática (es decir, sin intervención de operarios) se obtiene una probabilidad mayor de fecundación exitosa.

Como se indica anteriormente en el presente documento, la presente invención también describe un sistema para evaluar el celo de múltiples animales para predecir un intervalo de inseminación para cada animal. En un modo de realización adicional este sistema comprende un sensor que se puede poner en conexión funcional con cada uno de los múltiples animales en un orden consecutivo, preferentemente por medio de un sistema de raíles a lo largo del que el sensor se puede mover para proporcionar la conexión funcional. De forma ideal, con el fin de mejorar el presente procedimiento el sistema comprende además un animal macho simulado que se mueve a lo largo del sistema de raíles junto con el sensor. Un animal simulado tal puede ser tal simple como meramente usar el olor y/o el sonido de un animal macho. En otros modos de realización, un animal de imitación real se presenta visualmente al animal hembra por ejemplo en forma de una imagen, película o modelo tridimensional.

### Ejemplos específicos de la invención

La figura 1 representa una visión general de elementos sustanciales de un sistema para usar en la presente invención.

La figura 2 muestra partes de este sistema adaptadas para el procesamiento de datos.

La figura 3 muestra qué resultados se pueden lograr cuando se aplica el presente procedimiento.

La figura 4 muestra otros resultados que se pueden lograr aplicando el presente procedimiento.

### Figura 1

En la figura 1 se muestra un resumen esquemático de elementos sustanciales de un sistema 20 para el uso de la presente invención. El sistema 20 comprende raíles 25 y 26, raíles a los que está unido un carro 31 de manera deslizable. De esta forma, el carro 31 se puede mover en la dirección A (y viceversa). El sistema se puede usar para evaluar el celo de múltiples cerdas reproductoras 10, cerdas reproductoras que están presentes en alojamiento 1, teniendo cada cerda reproductora un establo vallado destinado 2, 3, 4, 5, etc.

Unido al carro 32 está un sensor 30. En este caso es un sensor para determinar un valor para el así llamado reflejo postural de una cerda reproductora. Como se conoce comúnmente, el reflejo postural es una reacción en respuesta a un estímulo en el que la cerda reproductora apenas se mueve. Un estímulo tal puede ser, por ejemplo, la aplicación de presión en un lado del animal. El sensor está constituido para ser capaz y aplicar una presión en la espalda de la cerda reproductora 10. Si la cerda reproductora se mueve cuando está en contacto con el sensor, se ejercerá una fuerza sobre la bisagra 32. Esta fuerza se mide en el presente dispositivo. Cuando esta fuerza es mínima, el valor para el reflejo postural se establece al 100 %. Cuando la fuerza predeterminada tiene un determinado valor máximo (por ejemplo, la fuerza justa antes de que la bisagra comience a balancearse hacia atrás realmente), el valor para el reflejo postural se establece al 0 %. En el modo de realización mostrado, el sistema 20 comprende un animal macho simulado 35 que se mueve a lo largo del sistema de raíles junto con el sensor 30. En este caso, el animal macho simulado comprende una pantalla de presentación en el campo de visión de la cerda reproductora. En dicha pantalla se muestran imágenes, preferentemente imágenes en movimiento, de un verraco y al mismo tiempo se genera el sonido correspondiente en una caja de resonancia (no mostrada). De forma alternativa, se usa un verraco tridimensional simulado, por ejemplo el verraco saltarín tal como está disponible de Schippers Bladel BV (Bladel, Países Bajos). De esta forma, se puede determinar adecuadamente el reflejo postural de una cerda reproductora. Tan pronto como se evalúa el celo de la primera cerda reproductora, el carro se mueve a lo largo del sistema de raíles hasta una segunda cerda reproductora de la que ha de evaluarse el celo y el proceso se repite. De esta forma, con un sensor, cada una de las cerdas reproductoras y todas las cerdas reproductoras pueden someterse a evaluación de su celo con el fin de predecir un intervalo de inseminación. En la práctica, el sensor se examina a lo largo de las cerdas reproductoras de tal forma que cada una de las cerdas reproductoras se somete a una evaluación de su celo a un intervalo regular, típicamente cada 4 horas. Sin embargo, también se puede elegir cualquier otro momento. Por ejemplo, cuando la inseminación automática no está disponible, se puede elegir un intervalo más largo de tal forma que el momento de inseminación se solape con la presencia de un operario.

Como se conoce comúnmente en la técnica anterior, el reflejo postural tiene una relación con la ovulación y así con un intervalo de inseminación óptimo. Una relación tal se conoce por ejemplo a partir de los documentos de patente de la técnica anterior y a partir de *Reprod Dom Anim* 33, 1998, páginas 159-164 (Kemp, Steverink y Soede, Wageningen University, Países Bajos). Por tanto, en base a la determinación de un valor para el reflejo postural, alguien puede predecir un intervalo de inseminación. Típicamente, cuando se detecta la aparición de un reflejo postural (que se puede definir por ejemplo cuando el 70 % del valor máximo para el reflejo postural se alcanza), el intervalo de inseminación óptimo promedio puede estar entre 24 y 48 horas después de la detección del momento. En el presente procedimiento, alguien simplemente elige un momento para inseminación, por ejemplo 28 horas después de la detección de la aparición de un reflejo postural e insemina la cerda reproductora en ese momento o alrededor de ese momento. A continuación, se determina la tasa de fertilización de esta cerda reproductora. Cuando no se fecunda, o no da lugar a descendientes vivos, se establece que la tasa de fertilización es 0 %. Cuando da a luz a X descendientes vivos, se establece que la tasa de fertilización es  $(X/14) \times 100$  %. Esta tasa se puede determinar para cada cerda reproductora de la que se ha evaluado el celo. Todas estas tasas se introducen a continuación en el sistema (véase la figura 2), para tenerse en cuenta cuando se realiza un ciclo siguiente para predecir el intervalo de inseminación para las cerdas reproductoras. Un algoritmo que se pueden usar para una segunda predicción (y siguientes) también se da junto con la figura 2.

Cabe señalar que, aunque el presente sistema es adecuado de forma ideal para examinar cada una de las cerdas reproductoras y todas las cerdas reproductoras en un alojamiento, puede muy bien ser que algunas cerdas reproductoras no estén sometidas a una evaluación del celo simplemente porque el sistema está informado de que estas cerdas reproductoras no pueden llegar a quedarse preñadas en modo alguno, por ejemplo dado que ya están preñadas o dado que tuvieron un periodo de fertilidad óptimo un poco antes. Para este propósito, se prefiere que cada animal esté provisto con un medio de identificación que pueda detectarse sin cables, por ejemplo una marca RFID tal como la marca Roxtron (disponible de Roxtron Limited Shenzhen, Guandong, China) o la etiqueta SENSOOR (disponible de Agis Automatisering, Harmelen, Países Bajos). De forma alternativa, cada establo vallado tiene medios para la identificación automática de la cerda reproductora.

También cabe destacar que aunque el sistema se ha realizado junto con una determinación de un valor para un reflejo postural, se puede elegir cualquier otra característica para el celo (por ejemplo, cualquiera de las características según se identificó aquí anteriormente en el párrafo "Modos de realización de la invención"). Puesto que la presente invención incorpora información de retroalimentación sobre la tasa de fertilización obtenida, la característica elegida es menos importante para obtener buenos resultados en última instancia. No obstante, por conveniencia, se prefiere determinar un valor para el reflejo postural.

## Figura 2

La figura 2 muestra partes del sistema que se representa en la figura 1, adaptadas para procesar datos. Estas partes

comprenden una unidad central de procesamiento (CPU) 40, que puede ser por ejemplo una unidad tal simple como un ordenador personal. Esta unidad puede estar presente en el alojamiento de los animales, o puede estar en localización remota, por ejemplo en una oficina del granjero, un veterinario o la empresa de inseminación. La CPU está conectada al sensor 30, por ejemplo por medio de un cable, pero es preferentemente inalámbrica. De esta forma, los datos de medida del sensor pueden ser introducidos en el procesador de la CPU 40. En esta forma de realización, el sensor transfiere los datos medidos por la fuerza ejercida en la bisagra 32 (véase Figura 1) y la CPU calcula un valor para el reflejo postural basado en esta fuerza.

La CPU se cargó con código de programa informático, que comprende un algoritmo destinado, para calcular un intervalo de inseminación en base al valor para el reflejo postural. Este algoritmo es tal que se puede tener en cuenta una tasa de fertilización obtenida así como calcular un intervalo de inseminación. Con el fin de permitir esto, la CPU 40 está conectada a un dispositivo de entrada 45 (por medio de un alambre, o inalámbrico), en este caso un ordenador portátil presente en el alojamiento. Por medio de este ordenador portátil, se introduce el número de descendientes vivos en cada camada de cada cerda reproductora. Estas cifras se usan por ejemplo para calcular una tasa de fertilización promedio por la CPU, tasa promedio que se usa para predecir un intervalo de inseminación siguiente para cada cerda reproductora. Varios algoritmos se pueden usar, algunos de los cuales se ejemplifican aquí abajo.

En un primer algoritmo, el sistema está programado para detectar un valor umbral para el reflejo postural, por ejemplo un valor definido como el 70 % del reflejo postural máximo. El momento en el que este valor se determina se denomina  $t_{umbral}$ . Se asume que el intervalo de inseminación comienza  $X$  horas después de  $t_{umbral}$  y finaliza 4 horas más tarde.  $X$  se elige para ser menor que el promedio de tiempo necesario para alcanzar el tiempo de inseminación óptima y típicamente se fija para ser 28. En este intervalo la cerda reproductora será inseminada. Después de un rato apropiado, se determina el número de descendientes vivos de la cerda reproductora, después de la citada inseminación. Esto se hace para cada cerda reproductora inseminada. En base a estos números, la CPU 40 calcula una tasa de fertilización media para la piara de cerdas reproductoras, denominada **Fert-tasa<sub>i</sub>** (donde  $i = 1$  en el primer ciclo) expresada como un porcentaje (100 - 0). En el siguiente ciclo, ( $i = 2$ ), cuando para una cerda reproductora individual se determina el valor umbral para el reflejo postural, se está haciendo una nueva predicción del intervalo de inseminación. El nuevo intervalo comienza a  $t_{umbral} + X + (100 - \text{Fert-tasa}_i)/Y$  horas y finaliza 4 horas más tarde. Típicamente  $Y$  se fija para ser 10. La cerda reproductora se insemina en este intervalo. Estas etapas se llevan a cabo para cada cerda reproductora. En el final, el número de descendientes vivos de cada cerda reproductora se determina e introduce en CPU 40. Los números se usan para calcular una nueva tasa de fertilización promedio (denominada **Fert-tasa<sub>i-1</sub>** = 2). Esta tasa se usa adicionalmente para predecir un intervalo de inseminación nuevo ( $t_{12}$ ). Siempre que la tasa de fertilización se incrementa,  $(100 - \text{Fert-tasa}_M)/Y$  horas se añaden al tiempo del comienzo y al tiempo del final del intervalo de inseminación. Cuando la tasa de fertilización, que va desde el ciclo  $n$  al ciclo  $n+1$  disminuye (de modo que el intervalo óptimo se ha pasado),  $(100 - \text{Fert-tasa}_M)/Y$  horas se restan en lugar de añadirse. Esto permanece así en tanto que la tasa de fertilización se sigue incrementando de nuevo. Posteriormente la nueva cantidad de horas se añade de nuevo. Esto conduce a un patrón más o menos oscilante. El algoritmo se pueden expresar en la fórmula matemática 1:

$$t_{1,2} = t_{umbral} + X + \sum_{i=2}^n \frac{\pm (100 - \text{Fert-tasa}_{i-1})}{Y}, t_{umbral} + (X + 4) + \sum_{i=2}^n \frac{\pm (100 - \text{Fert-tasa}_{i-1})}{Y} \quad (1)$$

Cabe señalar que la longitud del intervalo de confianza (4 horas en la ecuación 1) se puede elegir para tener cualquier longitud, por ejemplo solo 2 o incluso 1 hora. Un intervalo más corto puede aumentar la precisión de la predicción de un intervalo de inseminación que conduce a tasas de fertilización más altas. Además, la duración del intervalo de confianza se puede hacer un número variable en la ecuación y se puede optimizar de acuerdo con los resultados logrados. Los valores para  $X$  y  $Y$  también pueden estar dando otros valores dependiendo además de las circunstancias (verano/invierno; dieta, etc.) y/o de parámetros de las cerdas reproductoras (edad, raza, relación entre postura refleja y tasa de fertilización individual, etc.). Pueden ser los mismos para la piara como un todo o uno o más de estos parámetros pueden diferir por grupo de cerdas reproductoras o incluso por cerda reproductora individual.

En otro modo de realización, no hay un momento en el tiempo en el que se alcance un valor umbral que se detecte, sino un valor real para el reflejo postural (de nuevo en un intervalo de 100 a 0). En esta forma de realización, cuando se determinó un reflejo postural que tiene un valor que está dentro de un intervalo predeterminado de 100 a 70, valor que se denomina  $V_{carac}$ , el tiempo de inseminación  $t_{insem}$  (es decir, un intervalo que tiene una duración de 1 hora, comenzando en  $t_{insem}$ ) se calcula añadiendo  $(100 - V_{carac}) \times (X/M)$  horas hasta el momento ( $t_m$ ) en el que se determinó que el reflejo postural tenía un valor dentro del intervalo 100 a 70. En este cálculo  $X$  tiene el mismo significado que antes, por tanto está típicamente establecido en un valor de 28 y  $M$  tiene un valor de 30. En efecto, cuando  $V_{carac}$  en el primer ciclo se determina por tener un valor de 100, ha tenido lugar inseminación en  $t_m$  o en el plazo de una hora desde  $t_m$ . Cuando  $V_{carac}$  tiene un valor de, por ejemplo, 80 %,  $t_{insem}$  es igual a  $t_m + (100 - 80) \times (28/30) = t_m + 19$  horas. Esto significa que tiene que tener lugar la inseminación en un intervalo comenzando a  $t_m + 19$  horas y terminando a  $t_m + 20$  horas. Después de la fecundación la tasa de fertilización media se determina para la piara de cerdas reproductoras

inseminadas (**Fert-tasa<sub>i</sub>**,  $i = 1$ ). Este valor se usa en el siguiente ciclo, ( $i = 2$ ), para calcular un nuevo intervalo de inseminación para una cerda reproductora individual cuando se determina un reflejo postural para esta cerda reproductora que tiene un valor que está dentro de un intervalo predeterminado de 100 a 70. A continuación, al valor para **X** se añade un número adicional de horas igual a  $(100 - \text{Fert-tasa}_1)/Y$  (en el que **Y** tiene el mismo significado que anteriormente). La cerda reproductora se insemina en este intervalo. Estas etapas se llevan a cabo para cada cerda reproductora. En el final, el número de descendientes vivos de cada cerda reproductora se determina e introduce en CPU 40. Los números se usan para calcular una nueva tasa Fertilización promedio (denominada **Fert-tasa<sub>i</sub>**,  $i = 2$ ). Esta tasa se usa adicionalmente para predecir un nuevo intervalo de inseminación. De nuevo, como con fórmula 1, tan pronto como la tasa de fertilización comienza a disminuir después de una nueva inseminación, las horas de acuerdo con la fórmula deben restarse de **X** etc. Este algoritmo se puede expresar en la fórmula matemática 2 (en la que  $t_{insem}$  representa un intervalo que tiene una duración de 1 hora, comenzando a  $t_{insem}$  y terminando a  $t_{insem} + 1$  hora):

$$t_{insem} = t_m + (100 - V_{carac}) \times \frac{X + \sum_{i=2}^n \pm \frac{100 - \text{Fert-tasa}_{i-1}}{Y}}{M} \quad (2)$$

Cabe señalar que los valores para **X**, **Y** y **M** pueden estar dando otros valores dependiendo además de las circunstancias

(verano/invierno; dieta, etc.) y/o parámetros de las cerdas reproductoras (edad, raza, relación entre reflejo postural y tasa de fertilización individual, etc.). Pueden ser los mismos para la piara como un todo o uno o más de estos parámetros pueden diferir por grupo de cerdas reproductoras o incluso por cerda reproductora individual.

También cabe destacar que en las realizaciones mostradas, se está usando la tasa de fertilización promedio para la piara de cerdas reproductoras que se someten a la evaluación del celo. En un modo de realización alternativo, la tasa de fertilización individual para cada cerda reproductora se usa para tener un cálculo destinado para cada cerda reproductora del intervalo de inseminación.

**Figura 3**

La figura 3 proporciona un ejemplo de los resultados que se pueden lograr cuando se aplica el presente procedimiento. Lo que se muestra es el incremento en tasa de fertilización promedio cuando se aplica un procedimiento descrito junto con las figuras 1 y 2, en particular cuando se usa un algoritmo de acuerdo con la fórmula 1, usando los mismos valores para **X** e **Y** para cada cerda reproductora (fijados a los típicos valores de 28 y 10 respectivamente) y también usando un valor promedio (para la piara de cerdas reproductoras) para la tasa de fertilización en cada ciclo. Lo que se puede observar es que la tasa de fertilización se incrementa desde un 65 % inicial en el primer ciclo hasta alrededor del 100 % en el cuarto ciclo. A continuación hay alguna oscilación en la tasa de fertilización alrededor del valor del 100 %.

**Figura 4**

La figura 4 da otro ejemplo de los resultados que se pueden lograr cuando se aplica el presente procedimiento. En este caso se usa el mismo procedimiento que se usa para obtener los resultados como se muestran en la figura 3, pero además de la determinación de un valor umbral para reflejo postural se mide también el tamaño del folículo en el primer ciclo usando un aparato de eco-doppler conocido en la técnica tal como el sistema de ultrasonidos ProSound™ C3CV con un transductor endovaginal UST-9112-5 (todo disponible de Aloka, Tokio, Japón). En esta forma de realización, se hace uso del conocimiento conocido en la técnica de que el tamaño del folículo tiene una relación muy directa con el momento de la ovulación. Esto significa que, los valores de **X** e **Y** se pueden estimar de forma bastante precisa en base a un valor para el tamaño folicular. Por ejemplo, en base a un determinado tamaño folicular, el número de horas hasta que la ovulación y la variación en este número se puedan predecir de forma bastante precisa, lo que dará lugar a estimaciones buenas para **X** e **Y**. El efecto de esto es que la tasa de fertilización obtenida se incrementa más rápidamente en ciclos consecutivos. En el caso mostrado un valor de alrededor del 100 % se alcanzó en el ciclo 3, un ciclo antes que en el caso en el que se usa el procedimiento correspondiente a la figura 3. Esto puede no parecer demasiado impresionante pero para la rentabilidad diaria de la cría de cerdos esto puede ser muy importante ya que una cerda reproductora se usa típicamente para reproducción solo aproximadamente 6-7 ciclos. Por tanto, si la tasa de fertilización deseada se obtiene solo un ciclo antes, esto puede corresponder a un incremento de ingresos significativo por cerda reproductora. Además, la oscilación es menor en este ejemplo, lo que puede mejorar el número promedio de descendientes a lo largo del tiempo.

Cabe destacar que en lugar del tamaño folicular, se puede medir también otra característica (quizá incluso además del tamaño del folículo) de la que se sepa que hay una relación muy clara con el momento de ovulación. Dicha característica puede ser por ejemplo temperatura uterina y/o nivel hormonal, en particular estrógeno y/o progesterona en sangre y/u orina.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para evaluar el celo de múltiples animales no humanos para predecir un intervalo de inseminación para cada animal no humano, que comprende para cada animal no humano:

en un primer ciclo:

- 5 - determinar un valor para al menos una característica del celo,
- predecir el intervalo de inseminación en base a la determinación del citado valor,
- inseminar el animal en el citado intervalo,
- establecer una tasa de fertilización del animal inseminado,

en un segundo ciclo:

- 10 - determinar un valor nuevo para la citada al menos una característica del celo y
- predecir un nuevo intervalo de inseminación para el citado animal usando la determinación del nuevo valor y la tasa de fertilización.

2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** están añadidas al segundo ciclo las etapas de:

- 15 - inseminar el animal en el citado nuevo intervalo,
- establecer una nueva tasa de fertilización del animal inseminado,

en el que después sigue un tercer ciclo que comprende las etapas de:

- determinar un segundo valor nuevo para la citada al menos una característica del celo y
- predecir un segundo intervalo de inseminación nuevo usando la determinación del segundo valor nuevo y la
- 20 tasa de fertilización nueva.

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** están añadidas al tercer ciclo las etapas de:

- inseminar el animal en el citado segundo intervalo de inseminación nuevo,
- establecer una segunda nueva tasa de fertilización del animal inseminado,

25 en el que después siguen n ciclos adicionales, siendo n un número natural, comprendiendo cada ciclo las etapas de:

- determinar otro nuevo valor para la citada al menos una característica del celo,
- predecir otro nuevo intervalo de inseminación usando la determinación del citado otro valor nuevo y la
- segunda tasa de fertilización nueva.
- inseminar el animal en el citado otro nuevo intervalo de inseminación y
- 30 - establecer aún otra tasa de fertilización nueva del animal inseminado, aún otra tasa de fertilización nueva que debe usarse en un ciclo siguiente opcional de los citados n ciclos adicionales.

4. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el mismo algoritmo para predecir un intervalo de inseminación nuevo se usa para todos los animales.

5. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** por animal o grupo de animales se usa un algoritmo destinado a predecir un intervalo de inseminación para este animal o grupo de animales.

6. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** para determinar un valor para al menos una característica del celo se usa un sensor que se lleva en conexión funcional con cada uno de los citados múltiples animales examinando los animales en un orden consecutivo.

7. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado porque** el valor para la al menos una característica del celo del animal se determina a intervalos predeterminados, de al menos 1 hora, preferentemente de al menos 2 horas y más preferentemente entre 3 y 8 horas.

8. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se

determina un valor para una característica elegida del grupo que consiste en reflejo postural, movimiento, temperatura corporal, en particular temperatura cutánea, rectal o vulvar, apariencia de la vulva, en particular color de la vulva y/o grado de hinchazón de la vulva, descarga de mucosidad de la vulva, turbidez de mucosidad de la vulva o conductividad de mucosidad de la vulva.

- 5 9. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** un valor de una primera característica se determina cada ciclo, mientras que un valor para temperatura uterina y/o nivel hormonal, en particular estrógeno y/o progesterona en sangre y/u orina, y/o tamaño folicular se determina en el primer ciclo solo y opcionalmente en uno o más ciclos siguientes hasta que una predicción del intervalo de inseminación ha conducido a una tasa de fertilización predeterminada, en el que después solo un valor para la primera característica se determina en un ciclo siguiente.
- 10 10. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el animal se insemina automáticamente en el intervalo de inseminación predicho.

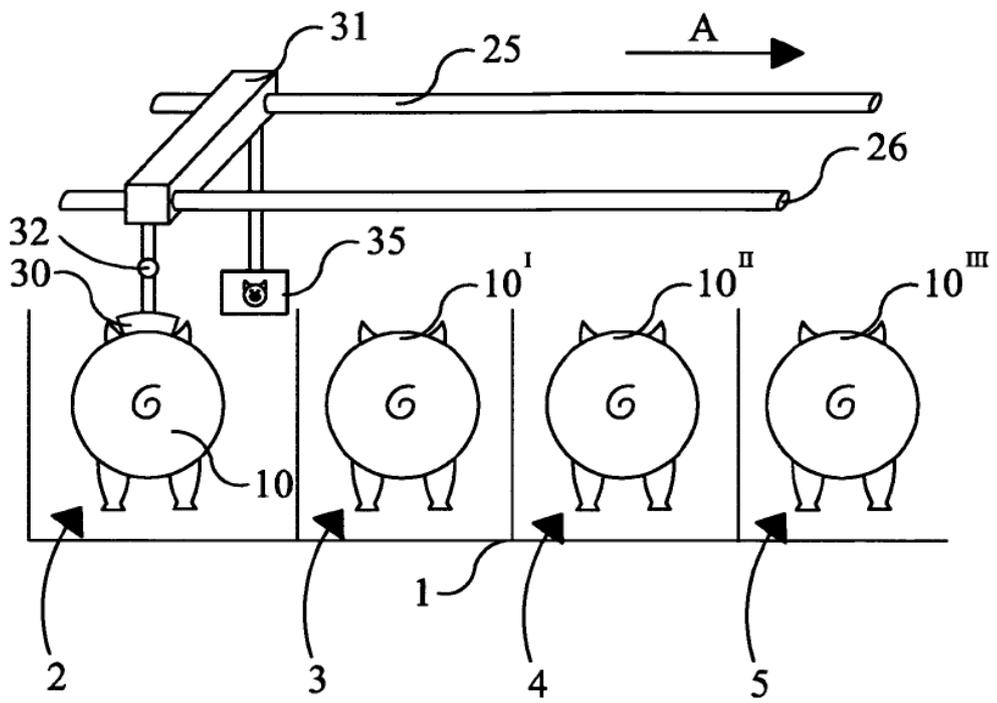


FIG. 1

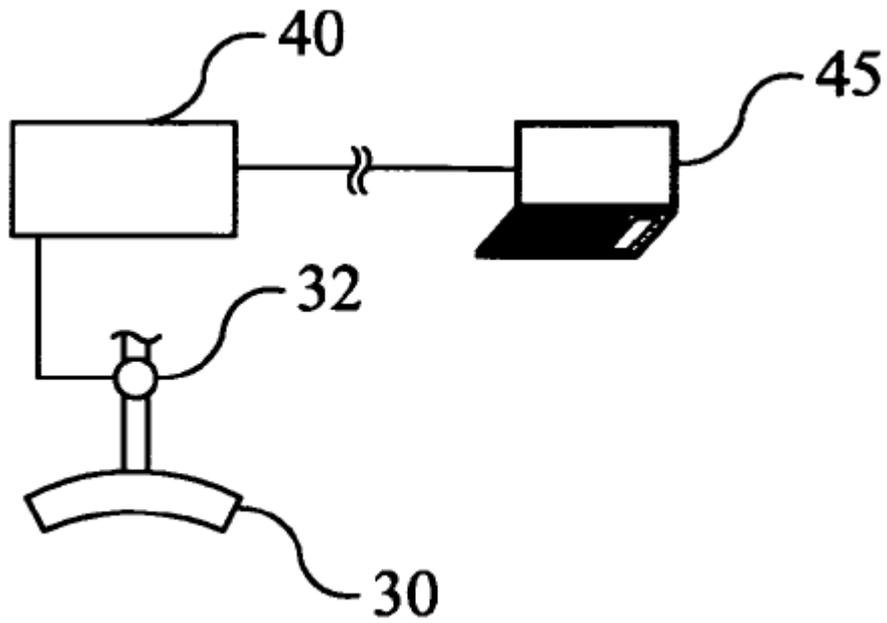


FIG. 2

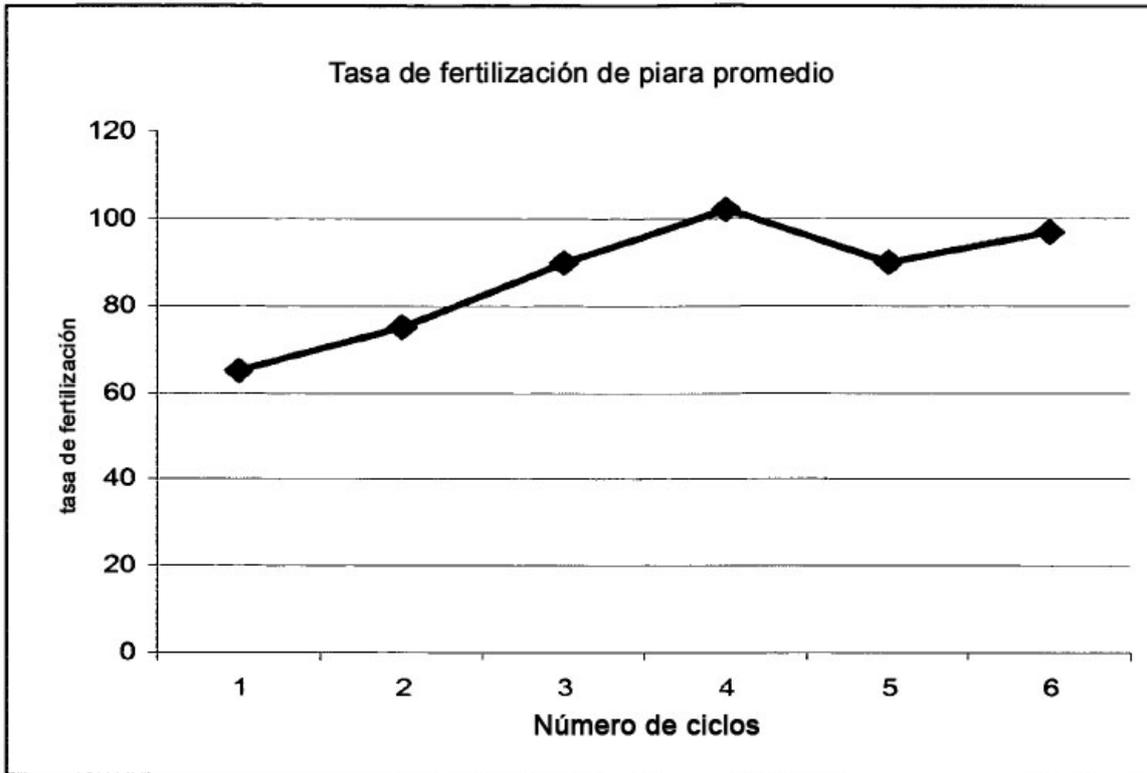


FIGURA 3

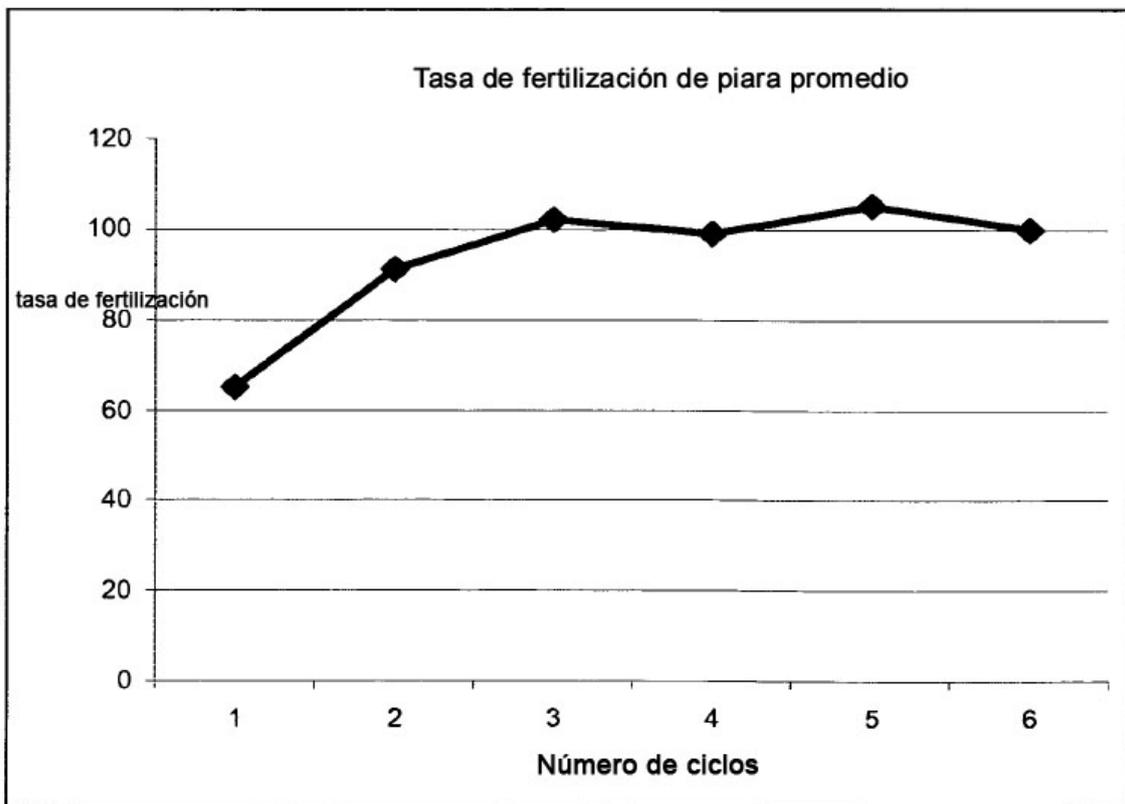


FIGURA 4