

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 143**

21 Número de solicitud: 201900136

51 Int. Cl.:

A01K 67/033 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

16.08.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.02.2021

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

22.04.2021

Fecha de concesión:

21.02.2022

45 Fecha de publicación de la concesión:

28.02.2022

73 Titular/es:

**ENTOMOTECH S.L. (100.0%)
C/ Cámaras, N.º 3
04003 Almería (Almería) ES**

72 Inventor/es:

**CORTÉS ORTIZ, Juan Antonio;
TORRES RUIZ, Alejandro y
BACK MICHAEL, Charles**

74 Agente/Representante:

CORTÉS ORTIZ, Juan Antonio

54 Título: **Equipo y sistema para la cría de insectos**

57 Resumen:

Equipo y sistema para la cría de insectos. Consiste en un sistema de cría de insectos basado en un recipiente de paredes transpirable, donde los insectos y su sustrato de cría quedan confinados en el interior. El sistema es especialmente útil para el engorde de larvas de insectos de alta producción, donde se necesitan altos ratios de intercambio gaseoso. La invención permite incrementar enormemente la producción con un consumo energético bajo.

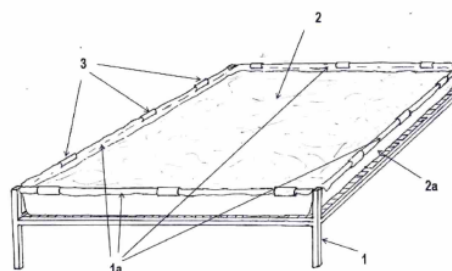


Figura 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Equipo y sistema para la cría de insectos

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de engorde de larvas de insectos, gracias al cual se consigue un aumento en la producción al tiempo que se reduce el consumo de energía, permitiendo de este modo una producción más económica, sencilla y eficiente.

Antecedentes de la invención

10 La cría de insectos para la producción de proteínas ha ido tomando importancia en los últimos años, especialmente porque el crecimiento de la población está llegando a tal punto que se hace necesario la producción de más proteínas y de una forma más sostenible. Las fuentes tradicionales de proteínas animales, o están siendo sobreexplotadas (harinas de pescado) o son alimentadas con proteínas poco sostenibles, como es el caso de de pollos y cerdos alimentados con soja. En este contexto, la cría de insectos ha sido explorada con gran entusiasmo en los últimos años. Los insectos son mucho más eficientes en la producción de proteínas que las especies de ganadería por varios motivos como:

- 20 - Tienen una ratio de conversión de alimento que puede llegar a los 1.5 o 2.5, mientras que los pollos están en 3 y cerdos en 6.
- La cría puede ser mucho más intensa, permitiendo la producción de más kg de biomasa animal por cada m² de instalación de engorde.
- 25 - Tiene ciclos de vida mucho más cortos.
- Pueden alimentarse de una gran variedad de materiales orgánicos que no son aprovechados por ningún otro tipo de ganadería.
- 30 - Gran parte de su biomasa es aprovechable y no generan peso poco aprovechable como huesos, pelos o plumas de otros animales.
- 35 - Sus harinas aportan hasta un 85% de proteína de origen animal, grasas para alimentación del ganado, y otros productos de interés para la industria alimentaria, farmacéutica o agrícola.

Pero como toda nueva ganadería, su cría tiene que ser industrializada, y para ello se tienen que desarrollar las técnicas y los aparatos necesarios para garantizar que esta sea eficiente. Para tener un desarrollo eficiente de las larvas en condiciones industriales (alta densidad de larvas), lo más adecuado es proveerles de las condiciones óptimas para su desarrollo. Que tiene sus máximos cuando la temperatura en el cuerpo de la larva es superior a los 30°C, la disponibilidad de dieta es elevada, la concentración de oxígeno es elevada (o la de CO₂ baja) y la humedad de la dieta alrededor del 70%. Humedades excesivas de la dieta o el que esta se licúe, produce problemas de anoxia en la base de los recipientes y un descenso en la temperatura de las larvas ya que el agua actúa como sumidero térmico, impidiendo el ascenso de su temperatura corporal al óptimo de desarrollo. Si se proveen de estas condiciones óptimas, las larvas se alimentan de forma gregaria y frenética (núcleo de alimentación) alrededor del alimento fresco, haciendo grupos extensos que se frotan entre sí, generando calor y produciendo grandes cantidades de CO₂. Para compensar el incremento de la temperatura y del CO₂ las larvas han desarrollado un comportamiento cíclico en el que se sumergen en la masa de larvas para alimentarse, en el proceso suben su temperatura corporal

y reducen su capacidad respiratoria (debido a la falta de oxígeno). Entonces, se apartan del núcleo de alimentación y ascienden para tomar aire fresco y bajar su temperatura y entonces volver a sumergirse en el núcleo de alimentación y comenzar el ciclo otra vez. Por este motivo y de forma natural las larvas se separan del núcleo alimenticio cuando sienten una reducción en la concentración de oxígeno o la temperatura es demasiado elevada. Al separarse del núcleo de alimentación consumen menos alimento y con ello se reduce el incremento de peso. Por ello, para un sistema de engorde de larvas eficiente sería deseable que haya un gran intercambio gaseoso, ya que esto permite una gran disponibilidad de oxígeno, disipación de gases tóxicos CO_2 , NH_3 , H_2S entre otros, y disipación de temperaturas. Para conseguir esto, algunos sistemas de engorde de larvas, utilizan bandejas o recipientes con relativamente poca altura de sustrato (de unos 5-10 cm de espesor), según Devon Brits, la máxima altura que debería de ser el sustrato para que las larvas se puedan alimentar de forma eficiente es de 5 cm y más preferiblemente de 3 cm. De esta manera, las larvas tienen un buen acceso a la alimentación y ascienden y descienden para intercambiar gas y temperatura sin que se produzcan zonas de anoxia. En la patente WO2016015639A1 se usa un sistema de este tipo, y se defiende la invención de una máquina que distribuye la dieta de la larva en canales situados en el suelo de forma uniforme. Como este sistema necesitaría ocupar una gran superficie para poder desarrollar la cría, esto se solventa apilando recipiente de relativamente poca altura y se dejan al descubiertos los flancos para que se dé el intercambio gaseoso, consiguiendo ocupar un gran volumen (por tanto capacidad productiva) para la misma superficie. Ejemplo de este sistema de cría se recoge en la patente US9629339, donde el sustrato se dispone relativamente bajo en múltiples recipientes, se apilan unos sobre otros de tal modo que se aumenta la capacidad productiva en volumen ocupado. Para conseguir que las larvas permanezcan en un continuo frenesí alimenticio, se utilizan un sistema de distribución de alimento automático sobre los recipientes, que aporta alimento de forma continuada. La mayor limitación del uso de estos recipientes es que limita el uso de sustrato que puede ser utilizado, ya que si este contiene demasiada agua o se licúa por la acción de las larvas, se crean los inconvenientes mencionados con anterioridad de anoxia en la base y la reducción de la temperatura del núcleo.

Para intentar solucionar varios problemas a la vez, aportando comida de forma continuada y el oxígeno necesario en WO2015173450A1 se describe un aparato que extrude dieta en un punto de un recipiente cerrado donde se insufla aire a presión más alta que la atmosférica que provee del oxígeno necesario. De todos modos, dicha invención parece no solucionar los problemas del licuado del sustrato, ni la generación de puntos de anoxia dentro del recipiente, que además no está diseñado para poder limpiarlo de forma frecuente. Además, crea una dependencia de los sistemas de aireación que en caso de fallo podrían dar al traste con toda la cría, por no hablar a la inversión necesaria para crear dichos reactores cerrados.

En otro sistema de engorde de larvas descrito en la patente ES2331452A1, se dispone de un sistema de aireación desde la parte inferior de un recipiente, donde se añaden residuos de forma continua y larvas que comen dichos residuos. El sistema que propone, demanda de energía, además de no prevenir problemas de compactación que evitan una distribución eficiente y homogénea del aire desde la base a la parte superior del recipiente. De forma similar, en la invención US20130206071A1 también se describe un recipiente de cría con una cubierta de tela que permite la salida del aire que se inyecta desde los laterales del recipiente cerrado.

En todo caso, todos los sistemas comentados siempre presentan el inconveniente de necesitar una inversión relativamente alta y una dependencia del suministro de energía. En la presente invención se detalla un nuevo sistema de cría y equipo que hace posible la cría de larvas de insectos en una alta densidad y productividad sin que se necesite un suministro de energía, para mantener dicha productividad.

Descripción de la invención

En esta patente se describe un sistema y equipo, que utiliza paredes que permiten el intercambio gaseoso entre el sustrato de cría y el exterior. Donde el material de las paredes puede ser flexible o rígido, pero preferiblemente flexible. Donde dicho material flexible de las paredes es cualquier material que permite la transpiración pero preferiblemente un tejido o un no tejido. El poro del tejido puede ser de cualquier tamaño, pero preferiblemente de un tamaño que permita el máximo intercambio gaseoso sin que las larvas escapen del recipiente. Donde el tamaño de poro puede ser desde los 5 micrones hasta los 5 mm, pero más preferiblemente entre los 100 micrones y los 3 mm, y más preferiblemente entre los 200 micrones y los 2 mm. Donde para mantener el material de las paredes transpirable en una forma concreta se utiliza una estructura rígida o semirrígida que le da forma al recipiente. Donde dicha estructura rígida o semirrígida puede ser construida en cualquier material que de dichas propiedades de rigidez buscadas, como puede ser acero, hierro, fibras de poliéster, madera, hormigón, materiales plásticos o cualquier otro material constructivo. Con dicha estructura rígida se puede crear un recipiente de cualquier dimensión, que permite ser cubierto con el material traspirable de manera que se creen recipientes de cualquier tamaño, en longitud, ancho y alto. Un ejemplo sería un recipiente de cría de 50 m de longitud por 1,5 metros de ancho por 0,12 m de alto; otro ejemplo sería un recipiente de cría de 150 m de longitud por 5 metros de ancho por 0,10 m de altura. Donde gracias a la estructura de contención y al material de las paredes, se pueden construir recipientes apilados en varios niveles, unos sobre otros, de tal manera que se puede utilizar más volumen de engorde y así producir más kg de larva por cada m² de granja.

Gracias a esta invención, se eliminan los problemas propios de los sistemas anteriores, como son el exceso de humedad y anoxia en ciertos puntos del sistema de cría. Por ejemplo, el recipiente de cría nunca acumula un exceso de humedad en la base ni retiene material licuado, ya que cuando el sustrato de cría tiene un exceso de humedad, el exceso de agua gotea hacia abajo equilibrando el exceso, además de que el simple hecho de permitir el intercambio gaseoso, reduce la acumulación de agua por evaporación. Ventajosamente, al permitir el intercambio gaseoso entre todas las paredes y más particularmente la pared inferior, se permite una oxigenación de dichas zonas inferiores, haciendo posible para las larvas tener acceso a dicho volumen y con ello volviéndose más eficientes en el consumo de alimento. También permiten crear recipientes con una mayor profundidad del sustrato, como pueden ser desde 0,3 cm a 50 cm, más preferiblemente de 3 cm a 25 cm y más preferiblemente entre los 5 cm y los 18 cm, donde la altura preferida es entre 8 y 10 cm.

Para esto el sistema describe un recipiente de cría, cuyas paredes transpiran por todas sus caras (inferior, laterales y superior) permitiendo un intercambio gaseoso pasivo. Como se describe en esta patente, dichas caras pueden estar constituidas de cualquier material que transpire como pueden ser tejidos y no tejidos; materiales manufacturados con base en celulosa como papel, cartón; materiales plásticos continuos modificados como plásticos microperforados; mallas de materiales diversos como acero, polímeros; films y membranas de polímeros como membranas mientras que se hayan modificado para permitir el intercambio gaseoso a través de poros, como es el caso PVC, HDP, látex y derivados; membranas de silicona que permiten el intercambio gaseoso de por sí. Se entiende que cualquier material que permita la transpiración, ya sea porque posea poros de forma natural o porque se le hayan practicado los poros para que realicen la función de intercambio gaseoso. También se entiende que el tamaño de poro del material debería de ser lo suficientemente grande como para permitir el intercambio pero no tan grande como para que las larvas contenidas en dicho recipiente escapen por la parte inferior, lateral o superior.

El equipo aquí descrito presenta muchas ventajas en la cría de dípteros, simplificando esta de forma notable y reduciendo las complicaciones que aparecen en la producción de insectos.

Entre otras se destacan: Permite la aireación del sistema de cría; evita la aparición de moho y enfermedades; permite la transmisión de aire, pero no la pérdida de lixiviados; conserva la humedad útil del sustrato mientras que previene el exceso; evita la generación de varias fases sólido-líquido; promueve la proliferación de microorganismos beneficiosos en el proceso de asimilación de nutrientes y compostaje; Favorece la formación de un sustrato mullido; favorece el reparto de larvas en el sustrato, disminuyendo la competencia; Favorece que las larvas alcancen cotas más bajas aprovechando todo el volumen del sustrato; favorece las mezclas de diversos residuos; permite la instalación de diversos tamaños de orificio en la tela, adaptados al residuo o subproducto a tratar; permite la inoculación de sustancias y microorganismos a través de la tela que mejoren el acceso y aprovechamiento de los residuos, tanto promotores probióticos de los insectos, promotores de crecimiento. Además de las ventajas mencionadas hay otra serie de ventajas que mejoran la industrialización de los insectos gracias a que las paredes del recipiente puede ser sensorizada de manera que se pueden obtener lecturas del estado de desarrollo de la población a través de la medición de la vibración para medir la cantidad de biomasa larvaria presente, estado de desarrollo, temperatura del núcleo y temperatura neta.

Breve descripción de los dibujos

Para la mejor comprensión de cuanto queda descrito en la presente memoria, se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se representa un caso práctico de tipo de recipiente para la cría de larvas de insectos como se describe en este patente.

En dichos dibujos la figura 1 es un croquis con una vista en perspectiva de un recipiente de cría; la figura 2 es una vista de la planta de un sistema de cría y su corte A-A en alzado; La figura 3 es un croquis en perspectiva de la organización de los recipientes de cría apilados; la figura 4 muestra la Tabla 1 y gráficas de los resultados de los ensayos de productividad.

Descripción de una configuración preferida

La patente aquí descrita presenta una serie de ventajas en la producción y engorde de larvas de insectos cuando se comparan con otros tipos de sistemas de cría. A continuación se presenta el EJEMPLO-1, que representa a modo de ejemplo una de las configuraciones posibles del recipiente. Con la intención de demostrar las cualidades productivas también se describen un par de los ensayos que se realizaron durante el desarrollo de la patente en el EJEMPLO-2 y EJEMPLO-3.

EJEMPLO-1. Configuración básica del sistema de engorde

Una configuración sencilla para el sistema de engorde constaría de una estructura rígida metálica, con un recipiente conformado por una estructura de contención de malla plástica de 0,7 mm de luz. La malla se adapta a la estructura, formando las paredes que contendrán al alimento y a las larvas, pudiendo emplear tensores, pinzas de sujeción, termosoldadura, y/o perfiles omega para su sujeción y tensado. A continuación se añade el alimento, pudiendo ocupar todo el espacio facilitado por la estructura, y que servirá de aporte nutritivo para las larvas. Las larvas de insecto, del tamaño y edad elegidos pero preferiblemente larvas de entre 2 y 5 días desde emergidas, pueden colocarse o bien directamente sobre el alimento, o bien empleando algún sustrato de adaptación. Las larvas consumirán el alimento, que puede ser dispuesto en una o varias ocasiones, hasta que alcancen el tamaño o el estadio de desarrollo deseado. Finalmente, los insectos podrán ser recolectados directa o indirectamente desde la estructura de contención.

EJEMPLO-2. Capacidad térmica del sistema de engorde

Para probar como el recipiente de cría mejora las condiciones ambientales y de bienestar de los animales, se desarrolló este ensayo comparando recipientes de paredes transpirables con recipiente de paredes no transpirables. Se configuraron dos tratamientos: uno de ellos empleando malla plástica de 0,21 mm² de abertura como estructura de contención (recipiente de paredes transpirables), y otro empleando plástico de 800 galgas (recipiente de paredes no transpirables). En ambos tratamientos se instaló una sonda de temperatura en el fondo del sistema de engorde, para medir la temperatura del sustrato, y una sonda de temperatura en la sala, para obtener la temperatura ambiente. En el transcurso del desarrollo larvario de larvas de *Hermetia illucens*, se emplearon larvas de 5 días de edad como inóculo inicial, y residuos de restaurante como alimento.

Durante la fase de engorde en ambos tratamientos, la temperatura de la sala se mantuvo a 26°C durante la noche, y a 32°C durante el día, siempre a una humedad constante del 65%. El recipiente de malla proporcionó temperaturas estables entre los 34.5 y los 35°C, durante todo el periodo de engorde, durante el día y noche. La temperatura del sustrato en el recipiente de plástico fluctuó entre los 32.5°C y los 38°C, en los ciclos de día y noche. El recipiente de malla mostró una gran capacidad de compensación de temperatura en condiciones extremas, manteniendo temperaturas interiores estables, mientras que el recipiente de plástico reaccionó a los cambios de temperatura ambiental, variando la temperatura del sustrato, y afectando al desarrollo, salud y capacidad de adquisición de nutrientes de las larvas, y provocando un ratio de bioconversión un 4,7% inferior al recipiente de malla, y un mayor coste energético.

EJEMPLO-3. Ejemplo completo

Para probar como se incrementa la capacidad productiva del recipiente de cría transpirable comparado con el recipiente de cría no transpirable, se configuró una estructura metálica rígida como sistema de soporte, de dos recipientes diferentes: uno empleando malla plástica de 0,21 mm² de luz, y otro utilizando plástico transparente de 800 galgas. En estos recipientes se vertió una dieta basada en restos de restaurante que fueron molidos para que no hubiera fragmentos superiores a 3 mm, suficiente para proveer a 120.000 larvas de *Hermetia illucens* de 5 días de edad, de un ratio de alimentación de 95,9 mg/L/día. Las condiciones de la sala fueron estables durante todo el ciclo, manteniéndose en 30°C y 65% de humedad relativa. Las larvas se desarrollaron en ambos recipientes, hasta el momento en que hubo un 20% de prepupas formadas, y el experimento se dio por concluido. La biomasa larvaria fue separada del compost generado por las larvas durante la digestión del alimento, empleando una tamizadora orbital.

El desarrollo en ambos tratamientos se completó en 12,3 días de promedio, en los que se esperaba recoger 25 Kg de biomasa larvaria fresca de ambos tratamientos. En los recipientes de malla se obtuvo una biomasa fresca total de 24,5 Kg, mientras que en los recipientes plásticos el promedio ascendió a 14,0 Kg. Tras la finalización del experimento, se obtuvo un ratio de Bioconversión del 16,2% en el recipiente de malla, y de 10,3% en el de plástico (un 56,8% menos). El FCR (Feed Conversión Ratio) en el recipiente de malla fue del 1,6 de media (Tabla 1) y de 2,5 para el plástico. El recipiente de malla por lo tanto mostró una ingestión más eficaz del alimento, y una asimilación en biomasa larvaria (bioconversión) mayor. El porcentaje de reducción del sustrato fue similar entre ambos tratamientos, con una diferencia de sólo el 3,26%. Sin embargo, proporcionalmente la cama de plástico produjo una mayor cantidad de compost al final del proceso (un 16,2% más), evidenciando la mejora en la eficiencia del proceso en el recipiente de malla. El ECI (Efficiency of Conversión of Ingested Food) y el PER (Protein Efficiency Ratio), se mostraron un 64,3% mejor en el tratamiento con el recipiente de malla, que en el tratamiento con el recipiente de plástico.

Tabla 1. Ratios obtenidos del experimento							
	Biomasa larvaria (FR ⁽¹⁾ , Kg)	Compost (FR, Kg)	Bioconversión ⁽²⁾ (%)	FCR ⁽³⁾	Reducción del sustrato ⁽⁴⁾ (FR, %)	ECI ⁽⁵⁾ (%)	PER ⁽⁶⁾
Malla	24,5	14,8	18,5%	1,6	90,0%	28,2%	1,7
Plástico	14,0	17,6	11,5%	2,5	87,1%	17,2%	1,0

(1) FR: Peso fresco

$$(2) \text{ Bioconversión} = \frac{\text{Kg de Biomasa larvaria obtenida (FR)}}{\text{Kg de alimento proporcionado (FR)}} \times 100$$

5

$$(3) \text{ FCR (Feed Conversión Ratio)} = \frac{\text{Kg de alimento en peso seco}}{\text{Kg de Biomasa obtenida (FR)}}$$

$$(4) \text{ Reducción del sustrato} = \frac{\text{Kg de alimento proporcionado (FR)} - \text{Kg de compost obtenido (FR)}}{\text{Kg de compost obtenido (FR)}}$$

$$10 \quad (5) \text{ ECI (Efficiency of Conversion of Ingested Food)} = \frac{\text{Kg de Biomasa larvaria obtenida en peso seco}}{\text{Kg de alimento proporcionado en peso seco}}$$

$$(6) \text{ PER (Protein Efficiency Ratio)} = \frac{\text{Kg de biomasa larvaria obtenida en peso seco}}{\text{Kg de proteína cruda digerida en peso seco}}$$

15 En las siguientes líneas se describe un recipiente de cría de larvas de insectos, sus partes y a modo de ejemplo se procede a describir los dibujos que se describen en la presente patente.

20 En los dibujos la Figura 1 es un croquis con una vista en perspectiva de un recipiente de cría. Donde existe una estructura metálica (1), la cual hace de soporte rígido del recipiente (2) en sí. El recipiente (2) está constituido por un tejido de nilón con una trama de 15x20 hilos (2a), el cual al ser flexible, se adapta a la forma de la estructura metálica (1), formando una caja abierta por la parte superior. Para mantener el tejido en su lugar se utilizan unos clips (3) que abrazan el tejido al tubo de la estructura (1a). El tejido del recipiente permite un intercambio gaseoso a través de toda su superficie mientras confina tanto el sustrato de cría como las larvas al recipiente de cría (4). Para permitir que haya movimiento de aire bajo los recipientes, la estructura se separa de la superficie inferior por medio de unos soportes o patas (1b).

30 La figura 2 es una vista de la planta y el corte A-A de la planta de un recipiente de cría, donde se aprecia como el recipiente flexible de tela de nilón (2a) se ajusta a la forma de la estructura metálica (1). Para que el recipiente permanezca plano en la parte inferior, la estructura metálica dispone de unos refuerzos horizontales (1b) que soportan el peso y una malla metálica (1c) que garantizan la sujeción de la parte inferior y la soportan en plano mientras que no interfieren con el intercambio gaseoso.

35 La figura 3 muestra como la unidad básica de estructura (1) puede apilarse una sobre otra, de manera que se puede aumentar la capacidad productiva por planta, mientras que se puede operar la producción y el aire puede circular fluidamente entre los recipientes apilados.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la cría de larvas de dípteros, concretamente de la familia stratomydae, que estando destinado a la reducción de residuos orgánicos y producción de materias primas a partir de los insectos mediante la cría y engorde de dichos insectos, se caracteriza porque está constituido a partir de una estructura metálica (1) en funciones de soporte para uno o más recipientes (2), abiertos superiormente, constituidos a partir de un tejido de malla transpirable y permeable a los líquidos, incluyendo medios de fijación a la estructura metálica (2), tales como clips (3) o similares, definiendo el tejido de malla transpirable un medio de confinamiento para el sustrato de cría y las larvas de los dípteros.
- 10
2. Dispositivo para la cría de larvas de dípteros, según reivindicación 1, caracterizado porque la estructura metálica (1) incluye refuerzos horizontales (1b) y una malla metálica (1c) dispuesta bajo cada recipiente (2), como medio de sustentación adicional del mismo.
- 15
3. Dispositivo para la cría de larvas de dípteros, según reivindicación 1, caracterizado porque el recipiente es susceptible de estar obtenido en metal, plásticos, composites, madera, papel, siliconas, o combinación de ellas, siempre que esté presente una estructuración porosa, permeable a los gases y líquidos.
- 20

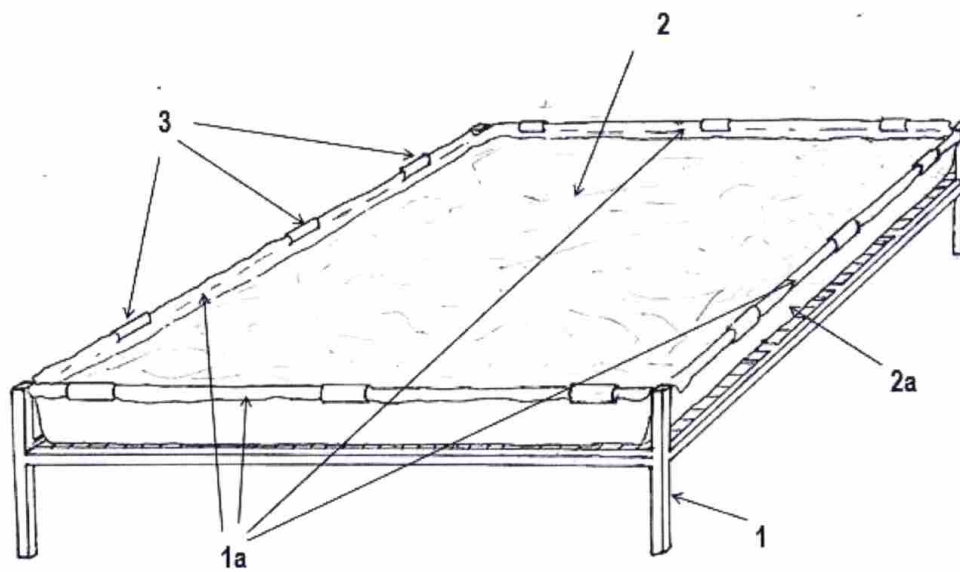


Figura 1

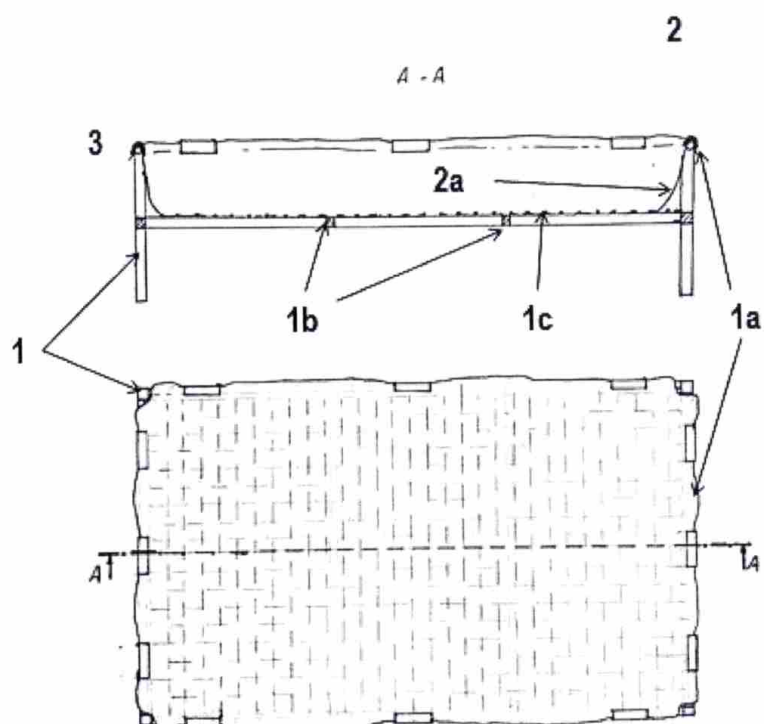


Figura 2

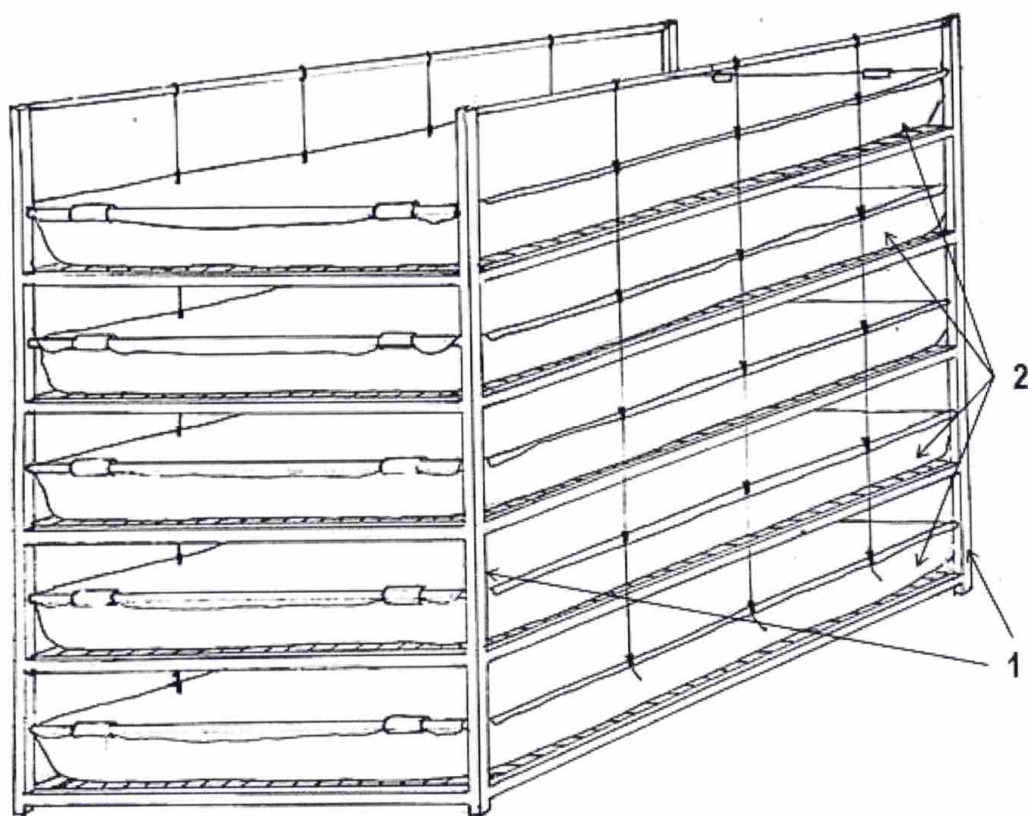


Figura 3