

**SISTEMA AUTO-SOSTENIBLE DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO Y AGUA EN
CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTREMAS**

5 **SECTOR TECNOLÓGICO**

El objeto de la presente invención está relacionado con un sistema auto-sostenible modular de producción de alimento y agua, que hace uso de medios electrónicos para el control y monitoreo de subsistemas de condensación de agua, riego por goteo, producción y conservación de energía a partir de la energía solar, y sensores para el registro de las condiciones óptimas de plántulas y celentéreos. La presente invención pertenece al campo de la horticultura y la piscicultura, especialmente a los invernaderos desmontables o transportables para el cultivo de plántulas, flores, verduras y cría de anélidos o lombrices de tierra.

15 **ESTADO DE LA TÉCNICA**

A nivel mundial se esta presentando un aumento desmesurado de personas, comunidades y poblaciones enteras que sucumben a merced de la desnutrición y la carencia de agua potable.

Según el Programa Mundial de Alimentos (WFP) aproximadamente 795 millones de personas no tienen suficientes alimentos, que les permitan tener una vida saludable, lo cual es equivalente a uno de cada nueve personas en la tierra. De la misma manera, el 12.9% de la población de los países en desarrollo presenta desnutrición. Continentes como el africano prevalece un porcentaje elevado de desnutrición, el cual hace referencia que una de cada cuatro personas, presentan un nivel de desnutrición elevado.

Por otro lado, a la desnutrición hay que sumarle la carencia de agua potable. Las Naciones Unidas, afirma que es una problemática que está presente en todos los continentes del planeta. Aproximadamente 1.200 millones de personas, viven en áreas de escasez de agua, y 500 millones están en riesgo de perder su fuente hídrica. Cerca de un cuarto de la población del mundo, su situación frente al agua es de carencia económica, puesto que sus países no tienen una infraestructura necesaria para el transporte hídrico.

En los siguientes documentos de patente se han divulgado novedosas alternativas a la producción de alimentos:

La patente No. US 5,820,759 describe un sistema y un método de acuicultura integrado que incluye módulos interrelacionados y simbióticos para la biorremediación adaptativa de aguas residuales, la producción de alimentos en forma de peces y la producción de biomasa vegetal para la alimentación animal. El sistema es ecológicamente y económicamente auto-sostenible. En una realización, el sistema contiene un tanque de cultivo de peces, un flujo de algas y un sistema de agua. Se contemplan dos modos de funcionamiento: un modo de reciclado y un modo de flujo continuo. Esta patente principalmente trata de un sistema para la cría auto-sostenible de peces en donde se cuenta con un espacio para la acuicultura y un espacio para el tratamiento de las aguas contaminadas por las excreciones de los peces, donde las encargadas de esta tarea son un grupo de plantas y algas específicas.

La solicitud de patente en la oficina nacional colombiana con número de radicado 07-022438 trata de un vivero sumergible perfeccionado, del tipo que está formado con al menos una línea de cables de los que penden cuerdas a las que se adhieren los mejillones u otros moluscos para su engorde en mar abierto, estando horizontalmente tendida la línea entre dos flotadores extremos que la soportan en colaboración con boyas intermedias de sostén, y una armazón portante que puede ser anclada al fondo marino.

La patente colombiana con número de radicado 11-115310 se refiere a un equipo de lombricultura doméstica, el cual se basa en un vermicompostador que cuenta con una estructura de acero inoxidable, que mantiene la forma del objeto y se pliega cuando no se usa. Dicho vermicompostador se fabrica preferiblemente en un geotextil que permite que el objeto tenga un ciclo de vida muy largo, ya que no se deteriora con la humedad, sales, ácidos u otros elementos que pueda contener la tierra y desechos de las lombrices. En su interior el vermicompostador tiene un geotextil no tejido y al exterior uno tejido para lograr mejor apariencia del objeto al interior de la vivienda.

La patente No. US 8,181,391 propone una micro granja acuapónica vertical diseñada para soportar e incorporar una variedad de alimentos y dispositivos de energía alternativa y puede usarse para cultivar plantas, peces y otros organismos similares. El sistema incorpora un sistema biológico de colchoneta y filtro y combina un sistema de filtro biológico con tecnologías de acuicultura, hidroponía, solar, eólica y de baterías. El jardín o granja acuapónica vertical representa una granja micro auto-sostenible que se puede instalar en cualquier área con la exposición a la luz del sol y del viento. Se puede utilizar en ubicaciones exteriores, o aplicaciones interiores con la adición de sistemas de iluminación apropiados. Dependiendo de la aplicación, el sistema utiliza significativamente menos agua que se requiere para la agricultura tradicional. El agua se

recicla a través del lecho de cultivo (bio-mat) y un filtro biológico, que puede ser inoculado con un cultivo de bacterias nitrificantes en combinación con las raíces de las plantas. Este sistema elimina los residuos de nitrógeno al metabolizar el amoníaco, el nitrito y los nitratos. Si hay peces, el sistema convierte el efluente del estanque en masa vegetal.

5 Aquí, el único fin, del sistema de acuicultura es proporcionar los nutrientes necesarios para suplir los requerimientos necesario del cultivo.

La solicitud de patente No. US20140137468 comprende un invernadero modular solar autónomo compuesto de una variedad de componentes, denominados colectivamente

10 como invernadero portátil modular solar, o invernadero. Estos componentes incluyen: una estructura de invernadero expansible de pequeña superficie que comprende uno o más módulos conectados, revestimiento de paredes múltiples transparente o translúcido que comprende paneles de polietileno para captura de luz con aislamiento, aislamiento

15 seccional magnetizado para control de acristalamiento y jardinería fría, luces de bajo voltaje tales como tiras de luz LED de 9 vatios o menos de vatiaje en azul y rojo. Este tipo de invernadero requiere una fuente de suministro hídrico para su operación y el sistema de riego por goteo se hace por gravedad.

La solicitud de patente No. US20170013810 comprende un biosistema agrario portátil, el

20 cual es una planta autónoma y una instalación de crecimiento de peces encerrada en un contenedor de carga de gran tamaño para ser fácilmente transportada y establecida. El sistema está diseñado para una operación autosuficiente sin conexión a fuentes externas de agua o electricidad y cuenta con un canal para recoger agua lluvia utilizada para el cultivo de plantas. El sistema de crecimiento acuapónico modificado es controlado por

25 computadora con un consumo significativamente menor de agua que otros sistemas de crecimiento de plantas.

Como se observa en las diferentes soluciones a la problemática de la producción de alimentos previamente presentados, prevalecen algunos problemas como la falta de

30 interacción directa del usuario con los equipos, la obtención y transmisión de los datos de forma adecuada y que la mayoría de los sistemas no son totalmente auto-sostenibles. Por lo tanto, se requiere un sistema totalmente auto-sostenible a partir de energías alternativas para lograr combatir la problemática de la carencia alimentaria y que se soporte en la producción de agua necesaria para que en las comunidades con

35 condiciones climáticas extremas se aminore la desnutrición y de alguna manera, se implemente una dieta saludable y balanceada.

Breve descripción de la invención

La presente invención soluciona los problemas planteados anteriormente al proveer un novedoso sistema auto-sostenible modular de producción de alimento y agua en condiciones climáticas extremas que funciona a partir de energía solar, que logra la implementación de un sistema de condensación de agua para la manutención de plántulas nutritivas, cultiva y preserva en condiciones ideales una cantidad de celentéreos que contribuyen como suplemento proteínico; proveyendo recursos básicos alimenticios e hídricos en zonas precarias donde dichos recursos escasean.

Dicho sistema auto-sostenible modular (1) comprende una estructura de base (10); una estructura central (11); unos soportes del sistema (12); unos contenedores para plántulas (13); un subsistema de compostaje integrado para celentéreos (14); un paquete tecnológico (15); un subsistema de condensación de agua (16); un subsistema de riego por goteo automatizado (17); paneles solares (18); un subsistema de comunicación de Leds (19); un controlador de carga (20) y un subsistema de monitoreo remoto inalámbrico.

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Vista en perspectiva del sistema auto-sostenible modular (1) de producción de alimento y agua en condiciones climáticas extremas.

Figura 2. Vista lateral del sistema auto-sostenible modular (1) de producción de alimento y agua en condiciones climáticas extremas.

Figura 3. Detalle de la estructura central (11) del sistema auto-sostenible modular (1) de producción de alimento y agua en condiciones climáticas extremas.

Figura 4. Interior de la estructura central (11) del sistema auto-sostenible modular (1) de producción de alimento y agua en condiciones climáticas extremas.

Figura 5. Modelos de contenedores para plántulas (13).

Figura 6. Detalle del subsistema de condensación de agua (16).

Figura 7. Detalle del subsistema de riego por goteo automatizado (17).

Figura 8. Paneles solares (18) sobre estructuras en forma de flor de loto (31).

Figura 9. Detalle del subsistema de comunicación de Leds (19).

5 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención provee un novedoso sistema auto-sostenible modular (1) de producción de alimento y agua en condiciones climáticas extremas que funciona a partir de energía solar, que logra la implementación de un subsistema de condensación de agua para la manutención de plántulas nutritivas, cultiva y preserva en condiciones
10 ideales una cantidad de celentéreos que contribuyen como suplemento proteínico; proveyendo recursos básicos alimenticios e hídricos en zonas precarias donde dichos recursos escasean.

15 El sistema auto-sostenible modular (1) está diseñado a partir de conceptos de biomímesis, por eso, su apariencia es de un organismo biotecnológico que insinúa movimiento con facilidad de adaptación a diferentes contextos, la relación de uso con el contexto de mimetismo y estética modular permite tener asociaciones con organismos biológicos; además, al ser modular cada módulo puede ser desprendido y a su vez
20 reemplazado independientemente, en un criterio de interacción constante y dinámico.

Este desarrollo constituye un sistema que tiene la capacidad de adecuarse a condiciones topográficas y climáticas extremas, y al igual permite que cualquier persona pueda hacer uso de éste, de forma óptima.

25 El sistema auto-sostenible modular (1) comprende una estructura de base (10); una estructura central (11); unos soportes del sistema (12); unos contenedores para plántulas (13); un subsistema de compostaje integrado para celentéreos (14); un paquete tecnológico (15); un subsistema de condensación de agua (16); un subsistema de riego por goteo automatizado (17); paneles solares (18); un subsistema de comunicación de Leds (19); un controlador de carga (20) y un subsistema de monitoreo remoto inalámbrico.

35 La estructura base (10) es una estructura en forma hexagonal hueca, si se ve desde una vista lateral, soportada al terreno por medio de tres apoyos fijos distribuidos equidistantemente. Esta estructura (10) puede ser fabricada en lámina cold roll calibre 14. Dicha estructura base (10) hace parte de la estructura principal del sistema auto-sostenible modular (1) y es donde se soporta la estructura central (11)

La estructura central (11) del sistema está acoplada encima de la estructura base (10), también presenta forma hexagonal, contiene una batería de 12 voltios la cual es regulada por 5 voltios para hacer funcionar perfectamente el sistema; además, hacen parte de esta estructura central (11), tres soportes (12) para que el sistema se apoye en cualquier tipo de terreno, contenedores para las plántulas (13), y tres contenedores laterales que conforman el subsistema de compostaje integrado para celentéreos (14), con capacidad individual para el cultivo de aproximadamente dos kilos de celentéreos. En la parte superior de la estructura central (11), en forma de receptáculo hexagonal con fondo terminando en el eje vertical de la estructura siendo la entrada del agua lluvia y/o vapor ambiental hacia el subsistema de condensación de agua (16). Al interior de la estructura central (11) se encuentran dos módulos donde se almacenan el paquete tecnológico (15) y el controlador de carga del sistema (20), además, del subsistema de condensación de agua (16) y el subsistema de riego por goteo automatizado (17). Sobre una de las caras laterales de dicha estructura central (11) se ubica el subsistema de comunicación de Leds (19). Para el desarrollo de esta estructura, se tuvo como punto de partida el pensamiento del precursor de la informática, la cibernética, la lógica y las matemáticas, Alan Turing.

La estructura central (11) de forma hexagonal puede tener una altura de 30 centímetros, la cual define la capacidad del contenedor para resguardar el agua resultado de la condensación.

Los tres soportes (12) del sistema hacen referencia a las extremidades de una mantis religiosa, en la forma y las articulaciones, las cuales fueron ligeramente modificadas.

Los contenedores para las plántulas (13) tienen forma de icosaedro, en esta morfología se tiene en cuenta una geometría de 20 caras triangulares, la cual, se ve representada en la naturaleza principalmente en algunas unidades proteicas y/o en la representación del agua, lo que indirectamente evoca la vida. Dichos contenedores para las plántulas (13) se alojan sobre soportes estáticos (21) independientes, los cuales se acoplan en la parte inferior de la estructura central (11) del sistema.

El subsistema de compostaje integrado para celentéreos (14) consiste en unos contenedores con formas predeterminadas en los cuáles se adiciona tierra en cada uno de ellos; dichos contenedores son monitoreados por una serie de sensores, para garantizar el bienestar y la calidad de cada uno de los celentéreos, que posteriormente serán aptos para consumo humano. Las superficies de dichos contenedores están recubiertas de un material polimérico de color verde, el cual incide en el favorecimiento de

la actividad microbiana y el metabolismo de los celentéreos. Los recubrimientos están diseñados a partir de principios matemáticos derivados de conceptos de proporción aurea, patrones de teselaciones y acabados superficiales de bajo relieve que por medio de frecuencias de luz y ondas cromáticas favorecen la activación de metabolitos secundarios.

El sistema auto-sostenible (1) incluye sensores que toman datos del entorno para activar el procesamiento de información y permitir las condiciones óptimas de las plántulas y celentéreos, al recopilar información de los individuos biológicos, de manera particular, como singularidades, en ambientes naturales y no al interior de ambientes controlados como lo hacen otros dispositivos o sistemas del estado de la técnica. Entre otros sensores, el sistema emplea los siguientes: un sensor para detectar la radiación ultravioleta del entorno, un sensor de temperatura y humedad relativa del ambiente, un sensor de proximidad que mide la distancia de interacción entre usuario-sistema, un sensor de humedad del suelo, y un sensor del nivel del subsistema de riego por goteo. Hacen parte del paquete tecnológico (15) todas las terminales electrónicas donde se recopila y procesa la información de los sensores del sistema (1) mediante lógicas de inteligencia artificial.

El funcionamiento del subsistema de condensación de agua (16) se basa en una celda Peltier (22) la cual junto a los disipadores de calor apropiados generan cierta cantidad de agua. La celda Peltier (22) o celda refrigeradora es de porcelana e internamente tiene semiconductores fabricados en telurio y bismuto, los cuales son buenos conductores de electricidad mas no de calor, por esta razón, se produce el efecto Peltier, el cual consiste en que la corriente pase por un circuito por los diferente materiales para así producir un fenómeno inverso que se conoce como efecto termoeléctrico, esto causa que un lado de la celda se enfríe hasta los -10°C aproximadamente y el otro se caliente hasta los 80°C. Sin embargo, para que la celda funcione con eficiencia necesita estar unida a un disipador de calor (23), para mantener una temperatura estable y evitar un sobrecalentamiento. A este disipador (23) irá unido un ventilador (24), cuya función será la extracción del aire caliente que se crea en el disipador (23). Esta estructura irá puesta a 90 grados, para que al condensarse agua se escurra por medio de la gravedad. Este subsistema (16) está controlado por un procesador que al recibir datos interpreta los ambientes atmosféricos ideales para generar el cambio de estado gaseoso a líquido del agua.

El subsistema de riego por goteo automatizado (17) suministra el agua que el mismo sistema es capaz de almacenar y producir en el subsistema de condensación de agua (16), esta cualidad permite que funcione en ambientes climáticos extremos de altas

temperaturas. Su funcionamiento está dado a partir del uso de sensores que envían señales para accionar el sistema de riego por medio de una motobomba eléctrica (25). Ésta motobomba genera potencia para que el agua suba de un contenedor principal (26) a un segundo contenedor (27). A través del uso de un sistema de cierre en el medio de transporte del agua se disminuye el caudal para el suministro de agua (28) a las plántulas por medio de la dosificación por goteo; además, por gravedad, se suministra agua (29) al compostaje integrado de celentéreos; de ésta manera se aprovecha eficientemente los principios físicos y mecánicos que estructuran un sistema cíclico de riego que es activado a partir de un sistema de procesamiento inteligente. En el contenedor principal (26) se encuentran dos electrodos (30) que miden el nivel de agua en el tanque permitiendo identificar cuándo el tanque está vacío o a punto de rebosar.

La disposición de paneles solares (18) recolecta energía que luego es enviada a sistemas de almacenamiento para el suministro de energía eléctrica al sistema, lo cual permite la aplicación en terrenos hostiles o condiciones climáticas extremas y dar auto-sostenibilidad al sistema. Los paneles (18) se conectan en paralelo y se encuentran distribuidos sobre unas estructuras en forma de flor de loto (31); donde dichas estructuras tienen cinco paneles solares (18) cada una. La disposición de paneles solares hace dinámico el sistema y posibilita la adaptación modular a las condiciones que exija el contexto, a diferencia de los sistemas estáticos que se presentan en el estado de la técnica. La forma de los paneles, en cuanto a los ángulos de interacción con los vectores de radiación solar, fueron diseñados para tener un aprovechamiento y eficiencia máxima.

El subsistema de comunicación de Leds (19) es un subsistema interactivo mediante el uso de leds de chorro (32) activados secuencialmente por medio de sensores de proximidad (33) que envían señales al sistema de control. Estos sensores establecen una interacción lumínica directa con el usuario, que le permite entender cuando el sistema (1) está en estado de hibernación o activo.

En el mismo sentido el sistema hace uso de un controlador de carga (20) mediado por una interface o aplicación digital que permite verificar la capacidad de las baterías, la temperatura ambiente obtenida por los sensores y el voltaje de los diferentes paneles solares (18). De esta forma, la cantidad de voltaje y corriente eléctrica almacenada por los paneles solares (18) es constantemente suministrada.

El subsistema de monitoreo remoto inalámbrico utilizada tecnología GPS (geolocalización) y esta particularidad lo diferencia ampliamente de istemas del estado de la técnica, pues el sistema de la presente invención utiliza metadatos, que son un

principio de comunicación que permite interpretaciones complejas. Todo el sistema almacena datos a través de un subsistema de comunicación bidireccional que transmite vía inalámbrica de larga distancia la información con fines investigativos y manipulación e interacción online en caso de ser necesario.

5

Las plántulas que a seleccionar para el sistema son aquellas que se caracterizan por crecer en climas cálidos, entre temperaturas de 20 a 35 °C; este tipo de plantas son de tamaño promedio, lo que implica que su cuidado es básico y no ameritan grandes espacios para su desarrollo; de la misma manera, estas no requieren un riego constante.

10 Las plántulas a sembrar se pueden seleccionar entre las siguientes: chia, romero, tomillo, orégano o perejil.

El organismo celentéreo seleccionado es la lombriz californiana la cual es considerada un suplemento proteínico para las comunidades vulnerables. De la misma manera, esta especie aporta humus (sustancia que se considera como uno de los sustratos más importante, relevantes, puesto que aporta minerales, que apoyan el crecimiento de las plantas). Estas especies se destacan, por ser de color rojo, además, respira por medio de su piel. Estos celentéreos no soportan la luz solar, si una de estas es expuesta a los rayos solares inmediatamente muere. Su expectativa de vida es de 4,5 años y su nivel de producción en condiciones óptimas es de hasta 1.300 lombrices anuales. Para la crianza de las lombrices californianas, puede realizarse en cualquier lugar del planeta, cuyas temperaturas no superen los 40 °C. En temperaturas de 14°C a 27°C alcanzan su máxima capacidad de reproducción.

25 En general, el material para la construcción de las estructuras del sistema auto-sostenible modular (1) es en lámina cold roll de calibres comprendidos entre el 14 y el 20, según la resistencia buscada y el tamaño de dichas estructuras. Partes del sistema como las tapas de los contenedores de los celentéreos pueden ser de acrílico o cualquier material similar.

30 Las descripciones anteriores, de elementos y realizaciones específicas de la presente invención se han presentado con fines de ilustración y descripción. Estas no pretenden ser exhaustivas o limitar la invención a las formas precisas descritas. Las modificaciones y variaciones son posibles a la luz de las enseñanzas anteriores. Las realizaciones se describieron con el fin de explicar mejor los principios de la invención y su aplicación práctica, para permitir a otros expertos en la técnica utilizar mejor la invención y variar las realizaciones con modificaciones que sean adecuadas al uso particular contemplado.

35