

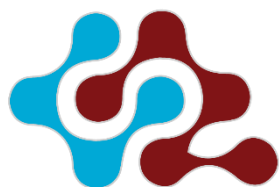
Artículo de Investigación

Estudio patentométrico sobre las tecnologías de pasteurización de suelos - Período 1993-2022

M. Lopez¹ , J. Izaguirre¹ , Y. Guerrero¹ , N. Tellería^{1*} ,
H. Rodríguez¹ , M. Henríquez¹ 

¹ Gerencia de proyectos de Investigación, Desarrollo e innovación I+D+i. Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ)

Resumen



CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Recibido: 18 de septiembre del 2023

Aceptado: 7 de diciembre del 2023

Publicado: 8 de enero del 2023

Conflicto de intereses: los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

DOI: 10.5281/zenodo.10732374

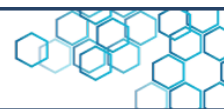
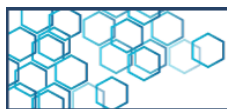
***Autor para correspondencia:**

Natasha Tellería

e-mail: ntelleria.cntq@gmail.com

El suelo o sustrato utilizado para el cultivo de alimentos pueden albergar una gran cantidad de organismos como hongos, bacterias, nemátodos, artrópodos, entre otros. Algunos de ellos con actividad parasitaria que pueden causar importantes pérdidas de calidad en las producciones agrícolas, obligando al agricultor a utilizar agroquímicos altamente tóxicos como el bromuro de metilo, como método de eliminación de éstos microorganismos, lo que está provocando la contaminación de los recursos naturales, suelo y agua, así como, el deterioro de la capa de ozono. Por ello surge la presente investigación que tiene por objetivo identificar la tendencia tecnológica en la pasteurización de suelos, como alternativa amigable con el medio ambiente, a través del análisis de los documentos de propiedad intelectual publicados en el área durante el período de 1993-2022. La cantidad de documentos de propiedad intelectual, presentaron un crecimiento anual promedio de 3,33 %, entre los cuales, China se presenta como el país predominante con el 65,25 % del total de las invenciones. Mientras que la orientación tecnológica, en el periodo de estudio, se inclina al uso del vapor como fluido de calentamiento para la desinfección de suelos y disminución de patógenos en los cultivos.

Palabras clave: agroquímicos, contaminación, invenciones, pasteurización, tecnológica.



Research article

Patentometric study on soil pasteurization technologies - Period 1993-2022

M. Lopez¹ , J. Izaguirre¹ , Y. Guerrero¹ , N. Tellería^{*1} ,
H. Rodríguez¹ , M. Henríquez¹ 

¹Gerencia de proyectos de Investigación, Desarrollo e innovación I+D+i. Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ)

Abstract



Received: September 18, 2023

Accepted: December 7, 2023

Published: January 8, 2023

Conflict of interest: the authors declare that there are no conflicts of interest.

DOI:
10.5281/zenodo.10732374

***Corresponding author:**
Natasha Tellería

e-mail:
ntelleria.cntq@gmail.com

Soil or substrate used for growing food can host a large number of organisms such as fungi, bacteria, nematodes, arthropods, among others. Some of them with parasitic activity that can cause significant quality losses in agricultural production, forcing the farmer to use highly toxic agrochemicals such as methyl bromide, as a method of eliminating these microorganisms, which is causing the contamination of natural resources, soil and water, as well as the deterioration of the ozone layer. For this reason, this research arises, which aims to identify the technological trend in soil pasteurization, as an environmentally friendly alternative, through the analysis of intellectual property documents published in the area during the period 1993-2022. The number of intellectual property documents presented an average annual growth of 3.33%, among which, China is the predominant country with 65.25% of the total inventions. While the technological orientation, in the study period, leans towards the use of steam as a heating fluid for soil disinfection and reduction of pathogens in crops.

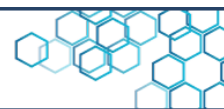
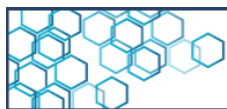
Keywords: pasteurization, technological, inventions, agrochemicals, pollution.

1. Introducción

Los suelos o sustratos utilizados para el cultivo de alimentos pueden albergar una gran cantidad de organismos como hongos, bacterias, nemátodos, artrópodos, entre otros. Algunos de ellos con actividad parasitaria en los cultivos y pueden llegar a causar importantes pérdidas de calidad en las producciones agrícolas. El empleo excesivo de agroquímicos para la eliminación de estos microorganismos puede afectar tanto a la fauna como a la flora y al ser humano, si entra en contacto con la sustancia, ya sea por inhalación, contacto o ingestión [1]. Es por ello que surgen tecnologías como la pasteurización de suelos, que representa una alternativa amigable con el medio ambiente, en vez del uso de agentes químicos como el bromuro de metilo, para mejorar las condiciones sanitarias de los cultivos en general. El presente trabajo de investigación tiene por objeto la identificación de tecnologías de pasteurización de suelos, utilizadas a nivel internacional, a través de una búsqueda de documentos de patentes durante el periodo 1993 – 2022, contribuyendo a las políticas de soberanía alimentaria, como la de sustitución de importaciones y a la producción de alimentos libres de sustancias químicas.

2. Metodología

La estrategia de búsqueda consistió en identificar las palabras claves relacionadas a los procesos y equipos utilizados en la desinfección de suelos. Posteriormente, se procedió a construir la ecuación de búsqueda, utilizando los términos generales identificados, los operadores Booleanos (AND, OR, NOT) y de truncamiento (* /"). La



ecuación establecida (Tabla 1), se usó en la plataforma seleccionada The Lens®, con el objeto de obtener información de la evolución de tecnologías en los documentos de Propiedad Intelectual (PI) sobre pasteurización de suelos.

Tabla 1. Ruta de búsqueda para la identificación de los documentos de propiedad intelectual relacionados a pasteurización de suelos

Plataforma	Ecuación	Filtros	Resultados
The lens	((soil AND (pasteurization OR pasteurisation OR "pasteurization process" OR sterilization OR disinfection) AND (machine OR equipment OR device OR apparatus) AND (class_ipcr.symbol:(A01M17\ /00) OR class_ipcr.symbol:(A01M21\ /04) OR class_ipcr.symbol:(A61L2\ /00) OR class_ipcr.symbol:(A01G13\ /00) OR class_ipcr.symbol:(A01B77\ /00) OR class_ipcr.symbol:(A01G11\ /00) OR class_ipcr.symbol:(A01B33\ /16)) NOT ("Heavy metal" OR "Heavy metals" OR fertilizer OR compost OR manure OR class_ipcr.symbol:(B09B3\ /00)))	1993-2022 Códigos IPC incluidos (A01M17/00 , A01M21/04, A61L2/00, A01B77/00, A01G11/00, A01G13/00, A01B33/16) y excluidos (B09B3/00) .	591

Con la finalidad de obtener los documentos relevantes al tema de estudio, se filtraron los resultados por medio de un conjunto de códigos de la Clasificación Internacional de Patentes (en inglés IPC),

relacionados a tecnologías y dispositivos. En la Tabla 2 se describen los códigos empleados:

Tabla 2. Códigos IPC utilizados

Código	Descripción
A01M17/00	Aparatos para la destrucción de animales dañinos en el suelo o en los alimentos
A01M21/04	Aparatos para la destrucción por vapor, productos químicos, combustión o electricidad
A61L2/00	Métodos o aparatos para desinfectar o esterilizar materiales u objetos que no sean alimentos o lentes de contacto
A01B77/00	Máquinas para levantar y tratar el suelo (biocidas, repelentes o atrayentes de plagas, reguladores del crecimiento de las plantas
A01G11/00	Esterilización por vapor
A01G13/00	Protección de plantas (aparatos para la destrucción de alimañas o animales nocivos)
A01B33/16	Con arreglos adicionales especiales (para siembra o fertilización)

En la Tabla 3, se muestran los códigos empleados para excluir los grupos de patentes no relevantes para el objeto de este estudio.

Tabla 3. Códigos IPC excluidos.

Códigos	Descripción
B09B3/00	Destruir desechos sólidos o transformar desechos sólidos en algo útil o inofensivo

3. Resultados

Estudio patentométrico en tecnologías de pasteurización de suelos.

3.1 Documentos publicados por año

La cantidad de documentos de propiedad intelectual publicados referentes a la pasteurización de suelos, se ha incrementado desde el año 1993 hasta el 2022 (Figura 1), con una tasa de crecimiento anual promedio de 2,45 %, tal como se muestra en la Tabla 4.

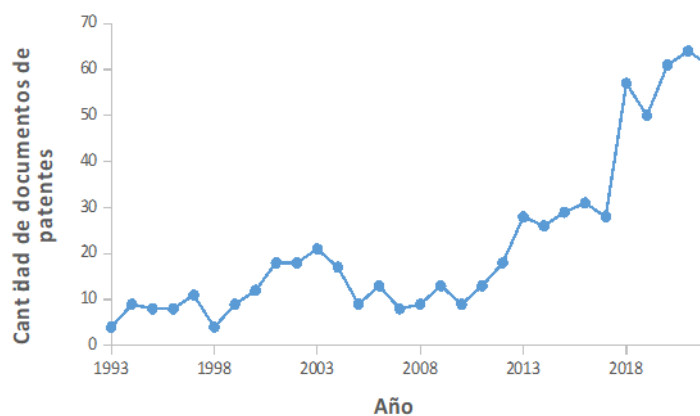


Figura 1. Cantidad de documentos de patentes publicados por año sobre pasteurización de suelos, periodo 1993-2022.

El promedio de publicaciones por año se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Promedio de patentes por año

Año	Promedio
1993	1
1994	1,8
1995	1,3333333333333333
1996	2
1997	1,8333333333333333
1998	1
1999	1,8
2000	1,7142857142857143
2001	1,9
2002	1,9
2003	2,5
2004	2,375
2005	1,8

Año	Promedio
2007	1,42857142857143
2008	1,5
2009	1,57142857142857
2010	1,5
2011	1,625
2012	2,57142857142857
2013	2,54545454545455
2014	2,6
2015	2,9
2016	2,81818181818182
2017	2,54545454545455
2018	5,18181818181818
2019	4,16666666666667
2020	5,08333333333333
2021	5,33333333333333
2022	5,16666666666667

3.2. Países líderes en la publicación de patentes

En cuanto a la procedencia de los documentos de patentes referente a pasteurización de suelos, durante el periodo de estudio, la República Popular de China se presenta como el país predominante con el 65,25 % de solicitudes y patentes, seguido por Japón con 18,00 % y Estados Unidos con 4,60 %, (Figura 2).

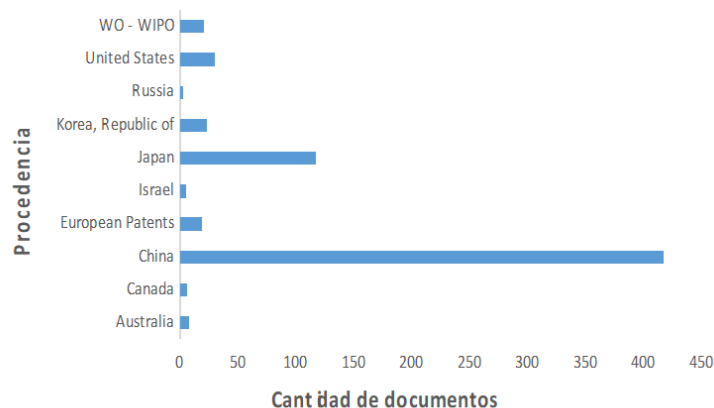


Figura 2. Países líderes a nivel mundial en patentamiento referente a pasteurización de suelos, periodo 1993-2022.

China ha sido un gran productor y consumidor de hortalizas, y con el continuo desarrollo del cultivo se ha generado una serie de problemas relacionados al suelo. Por ejemplo, el uso de fertilizantes químicos ha llevado a generar impactos como desequilibrio de nutrientes, barreras de cultivo, alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo, etc [2]. Causando serios daños al crecimiento, rendimiento y calidad de las hortalizas, por lo que las tecnologías de desinfección de suelos y sustratos, como la pasteurización por vapor de agua, son utilizadas actualmente como alternativa al bromuro de metilo, cuyo uso internacional fue restringido severamente en el Protocolo de Montreal [3]. Para 2014, se habían desarrollado en el país asiático protocolos de gestión integrada de plagas, que se centraron en toda la gama de tecnologías registradas en China, teniendo en cuenta, entre otras cosas, los tratamientos de terrenos sin aplicar productos químicos como vapor, biofumigaciones, entre [4].

3.3 Áreas tecnológicas predominantes en la búsqueda patentométrica.

Las áreas de conocimiento de las patentes obtenidas referentes a pasteurización de suelos, durante el periodo de estudio, reflejan que el código IPC predominante es el A01M17/00, el cual abarca aparatos para la destrucción de animales dañinos en el suelo o en los alimentos, seguido del A01G11/00, que engloba la esterilización por vapor, como se muestra en la Figura 3, y el A01B77/00, que engloba a máquinas para levantar y tratar el suelo (biocidas, repelentes o atrayentes de plagas, reguladores del crecimiento de las plantas). Esta distribución puede indicar el interés de las empresas y academias en las tecnologías de desinfección de suelo a través de vapor.

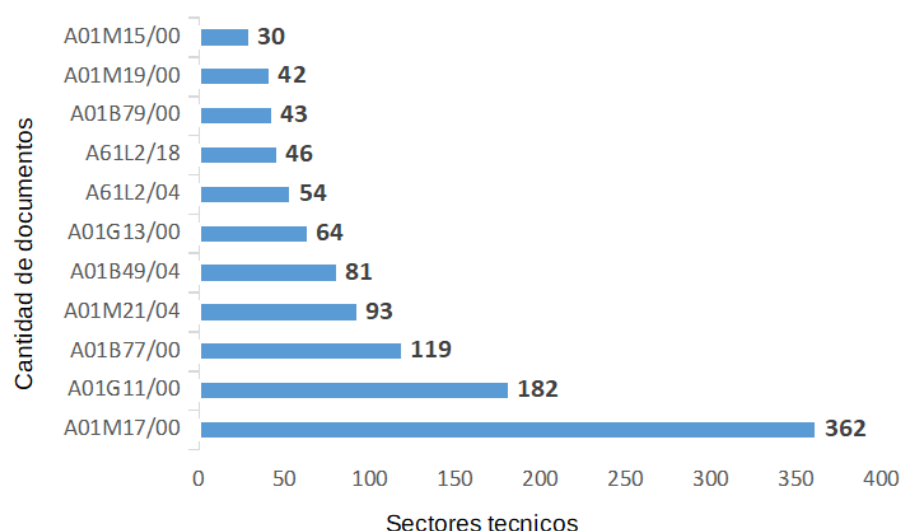


Figura 3. Areas tecnológicas predominantes en la búsqueda patentométrica, durante el periodo de estudio.

3.4 Instituciones aplicantes predominantes en invenciones sobre pasteurización de suelos

Entre las instituciones aplicantes predominantes se encuentra, durante el periodo de estudio, la universidad de Ciencia y Tecnología de Kunming, ubicada en la ciudad capital de la provincia de Yunnan, suroeste de China, e importante base provincial de capacitación para personal técnico avanzado con 14 patentes sobre distintos mecanismos para pasteurización por vapor, seguido de Agritecno Yazaki Co LTD empresa japonesa con la misión de aprovechar la tecnología agrícola y la sabiduría de los japoneses, con 13 documentos que abarcan desde sistemas de desinfección empleando químicos, hasta dispositivos de accionamiento de bombas en los sistemas, y C. K. M. Advanced Agriculture LTD, con 11 patentes sobre dispositivos para tratar el suelo con aire caliente, ver Figura 4.

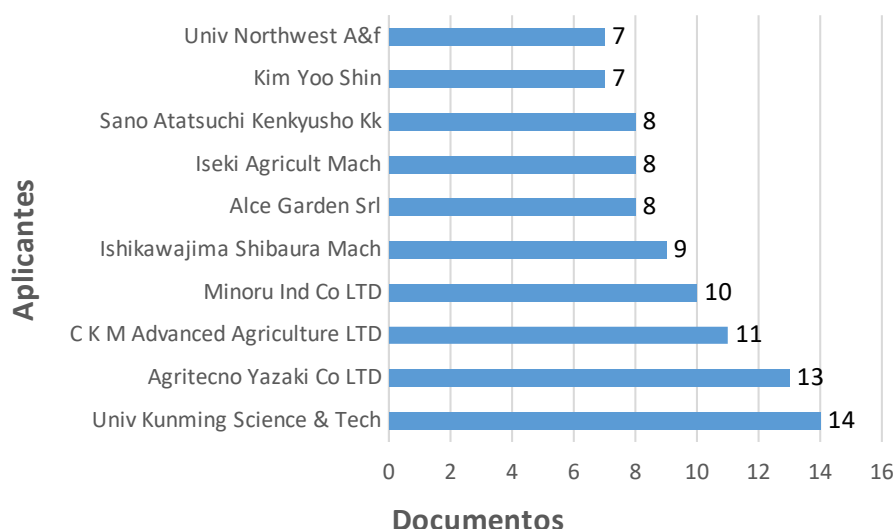


Figura 4. Instituciones aplicantes predominantes en invenciones sobre pasteurización de suelos, periodo 1993-2022.

Al estudiar la orientación tecnológica de los documentos de patentes, durante el periodo 1993-2022, se puede observar que la utilización de vapor de agua para la desinfección del suelo es el método más empleado, con un total de 31,47 % de documentos. Seguido por el empleo de quemadores con un 9,30 % y microondas con 7,95 %, tal como se muestra en la Figura 5. Este comportamiento, confirma el interés en la tecnología de desinfección usando el vapor como fluido de calentamiento.

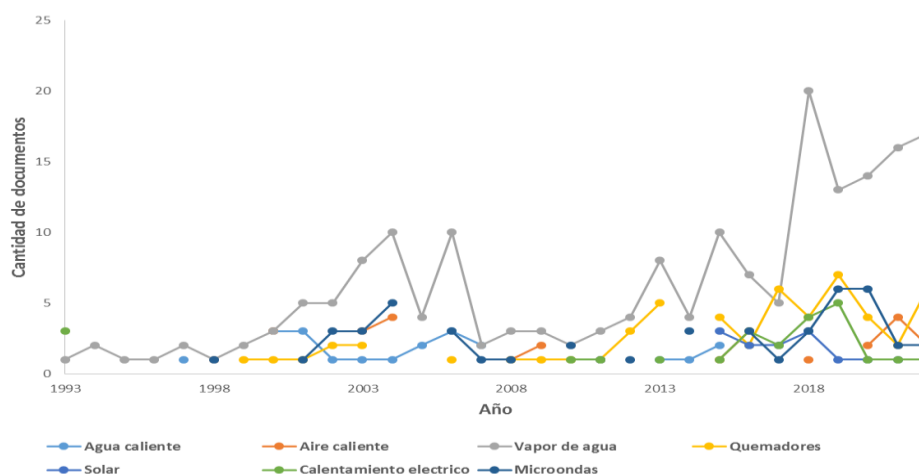


Figura 5. Tendencia tecnológica de las invenciones sobre pasteurización de suelos, durante el periodo 1993-2022.

3.5 Tecnologías de pasteurización de suelos

A partir de la información obtenida en las patentes, correspondientes al periodo de estudio, se determinó que los métodos utilizados en la desinfección de suelos se clasifican en:

1. **Métodos mecánicos:** Estos se basan en la escarda y trituración a través de dispositivos de corte para el tratamiento y desinfección de suelos.
2. **Métodos térmicos:** Consisten en la aplicación de calor con la finalidad de aumentar la temperatura del sustrato a niveles que inhiba la existencia y reproducción de microorganismos patógenos. La fuente de calor puede ser a través de llama, radiación solar, radiación electromagnética, vapor de agua, entre otros.
3. **Métodos químicos:** Estos emplean productos químicos como fumigantes para eliminar o reducir, los microorganismos parásitos y malas hierbas presentes en el suelo.

A continuación, se describen cada una de las tecnologías que se están utilizando a nivel mundial para la pasteurización de los suelos:

3.5.1 Aplicación de calor seco con flama

Consiste en la aplicación de calor seco al suelo o sustratos mediante una llama en la superficie del suelo, permitiendo la eliminación de los organismos perjudiciales y malas hierbas. El punto de muerte térmica de los patógenos se alcanza cuando se consigue la coagulación de las proteínas o la inactivación de sus enzimas [5]. En Estados Unidos, se utilizó un sistema de aplicación de llama para el control de las malas hierbas en cultivos de algodón y maíz, realizado por investigadores de la Universidad de Florida y de la Universidad de Texas, ver Figura. 6.

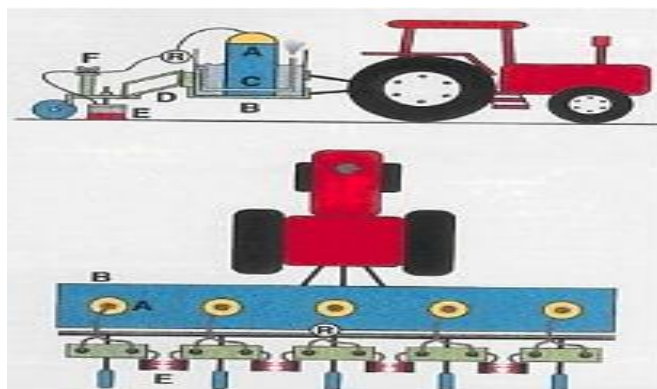


Figura 6. Esquema de los componentes de un quemador de malas hierbas en sistema de post-emergencia [6].

La patente US6394009B1, describe un método y aparato para la desinfección del suelo mediante la aplicación de llama. Las mismas se desplazan dentro del suelo a lo largo de zanjas estrechas, tales como hendiduras creadas en el suelo, calentando a la temperatura de 120° C. Las llamas se pueden producir encendiendo corrientes de combustible líquido o gaseoso que se alimentan continuamente a la profundidad deseada [7].

3.5.2 Aplicación de calor seco con resistencia eléctrica

Otra tecnología consiste en la aplicación de resistencias eléctricas para tratar sustratos para semilleros antes de que sean colocados en el lugar de cultivo, a esta forma de trabajo se le denomina “tratamiento aparte” y se recomienda para el establecimiento de algunos cultivos hortícolas delicados [8, 9,10, 11].

La patente bajo el código KR20220002177A [12], muestra un dispositivo ecológico de desinfección de suelos con calor a alta temperatura que utiliza un calentador eléctrico y aire comprimido. El aire inyectado pasa

a través de un dispositivo equipado con un calentador de serpentín eléctrico convirtiéndolo en calor a alta temperatura que se recalienta, mientras una hoja de sierra va triturando el sustrato y permitiendo que el aire caliente penetre uniformemente en el suelo. Es una tecnología mecánica de bajo costo y de alta eficiencia, que aumenta la tasa de desinfección debido a que actúa como una banda de calor con la cubierta, ver Figura 7.

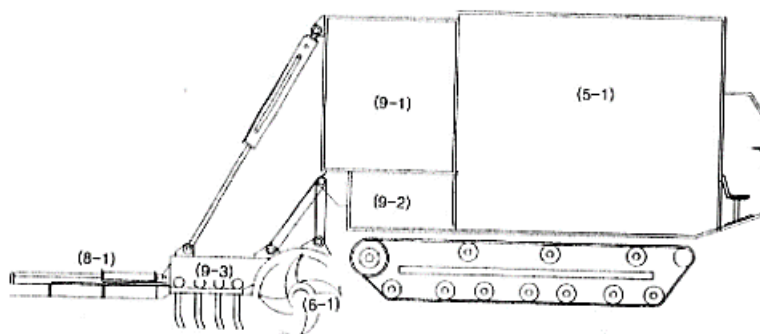


Figura 7. Dispositivo de desinfección de suelos ecológico con calor a alta temperatura que utiliza un calentador eléctrico además de energía de aire comprimido [12].

3.5.3. Solarización

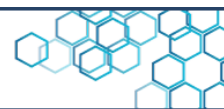
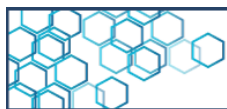
La solarización se define como una técnica de desinfección que se aplica al suelo humedecido previamente, cubriéndolo con un plástico transparente (polietileno) y exponiéndolo a la luz solar durante al menos 30 días. Durante el proceso la temperatura del suelo alcanza niveles elevados que son letales para muchos hongos, bacterias, nemátodos, insectos y malas hierbas, reduciendo la capacidad parasitaria, ver Figura 8. Además, provoca modificaciones en las características físicas,

químicas y biológicas del suelo, mejorando el crecimiento y la producción de las plantas cultivadas [13].



Figura 8. Pasteurización de suelos mediante la técnica de solarización.

La patente bajo el código CN101258796A [14], describe un dispositivo para desinfectar suelos mediante el uso de energía solar. El dispositivo comprende una película de plástico de color blanca o negra utilizada para sellar la superficie del suelo y una segunda capa de plástico blanca para reforzar la primera capa. La distancia máxima entre la primera capa de película y la segunda es de 10 a 100 cm y una temperatura de 80 °C dentro de un tiempo determinado, logrando así, efectivamente, la desinfección del suelo. Mientras que la solicitud de patente CN111527817A [15], describe un método para mejorar el efecto de desinfección solar mediante el uso de una máquina de labranza mecanizada.

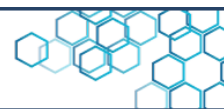
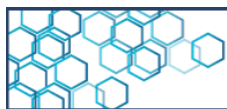


3.5.4 Tratamiento térmico del suelo irradiado por microondas

Un método alternativo a la desinfección en estático con vapor, es el uso de microondas orientadas a bandejas de siembra de pocos centímetros de espesor (hasta 8 - 10 cm), circulando de forma continua a través de un módulo específico, el cual ha dado buenos resultados. Sin embargo, la capacidad de trabajo y el coste energético todavía resulta alto en comparación con el tratamiento con vapor de agua [16,17,18]. La invención US2003/0215354A1 [19], presenta un método de pasteurización por microondas mediante la exposición del suelo o sustrato a un flujo de energía y un tiempo suficiente para disociar biopolímeros. El dispositivo comprende: una fuente de radiación electromagnética de frecuencia de microondas; un carruaje; y, opcionalmente, un escudo y un sistema de refrigeración. El carro mueve la fuente electromagnética a un área de tratamiento y el escudo evita la fuga de energía a puntos no deseados.

3.5.6 Pasteurización de suelos por vapor de agua

Consiste en la inyección de un fluido que puede ser vapor de agua, agua caliente o aire seco caliente, provocando en el suelo o sustrato la destrucción de los organismos patógenos y semillas de malas hierbas. Según lo discutido anteriormente, una de las tecnologías que ha tenido mayor auge para la desinfección de suelos en cultivos de alimentos es la pasteurización por vapor. La tecnología implica la transferencia de energía por la quema de combustible a través del vapor de agua inyectado en el suelo o sustrato para calentarlo a temperaturas que



inhiben la existencia y reproducción de plantas o microorganismos patógenos, además, permite tratar parcialmente la zona de cultivo sin ocasionar daños en áreas adyacentes, combatir la fatiga en el sustrato y la liberación de nutrientes, sin generar residuos tóxicos [20].

Es recomendable que la caldera diseñada permita al suelo alcanzar una temperatura de 80°C, en un tiempo de 1 hora, prolongándose el tratamiento a 30 minutos adicionales para mantener una temperatura constante. Tras este tiempo, se cierra la emisión de vapor y se deja otra hora para enfriar el sustrato antes de que se pueda manejar. No es recomendable pasteurizar volúmenes de suelo o sustrato que sobrepasen la capacidad de la caldera [21]. Mientras que, para aplicaciones de 10 minutos, las temperaturas letales para la mayor parte de bacterias quedan por debajo de 70 °C, para hongos 80 °C, semillas de malas hierbas 85 °C, virus del tomate 92 °C y nematodos 55 °C. En la práctica normal de esterilización parcial con vapor, la temperatura se suele fijar a entre 75 – 80 °C durante más de 15 minutos, con ello se elimina completamente los patógenos, con la única excepción de algunas bacterias esporígenas [22].

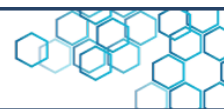
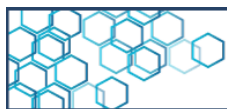
El análisis de los documentos de propiedad intelectual, permitió identificar un amplio espectro de tecnologías de pasteurización de suelos por vapor. En este sentido, se observaron pasteurizadores que combinan agua caliente y vapor de agua como en el caso de la patente JP2005295852A [23]. También, se describen tecnologías que utilizan vapor de agua como en la patente JP2004033039A [24], que desglosa un pasteurizador cuyo tratamiento de desinfección consiste en la aplicación de calor mediante orificios o una boquilla de inyección de vapor, mientras se realiza un movimiento rotatorio del material a tratar.

De la misma forma existen otras técnicas, mediante el uso de una caldera para producir el vapor de agua y una manguera para inyectarlo al suelo, como en la patente JP2011239754A [25]. Mientras que la patente CN203243763U [26], define un equipo de esterilización húmeda del suelo, que consta de una maquina tipo caldera, una manguera de inyección de vapor y un contenedor tipo baúl, en el que se deposita el sustrato a esterilizar.

En la Tabla 5, se describen las ventajas y desventajas de cada tecnología según diversos autores.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de las tecnologías de pasteurización de suelos.

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Calor por flama	Equipos sencillos, fáciles de construir y de bajo costo; la energía puede provenir de fuentes renovables como biomasa, biodiesel, gas sintético o biogás.	Son equipos diseñados y contruidos para tratar pequeñas cantidades de suelo; es difícil controlar la temperatura, sobre todo cuando el componente sobre el cual se ubica el suelo permanece fijo.
Calor por resistencia eléctrica	No es corrosivo, su diseño es simple y sencillo [7,9].	Solo se pueden tratar pequeñas cantidades de suelo o sustrato; es menos efectivo que el calor húmedo; requiere de tiempos más largos y/o altas temperaturas; resulta más difícil el control de la temperatura que con vapor de agua [7,9].
Solarización	Es muy económico ya que no requiere de inversiones en fuentes de energía artificiales ni en agroquímicos. El costo de mano de obra también es muy bajo. No provoca desbalances entre las poblaciones naturales de microorganismos del suelo. No contamina el suelo, ni las fuentes de agua con agroquímicos.	Aplicable a regiones que tengan una elevada irradiación solar y altas temperaturas veraniegas. Durante el tratamiento, el suelo debe estar libre de cultivo, como mínimo durante 1 mes en verano. No es un método de desinfección total 100 %.



	Tiene múltiples efectos benéficos sobre las plantas.	
Irradiación por microondas	No son equipos corrosivos, su diseño del equipo es simple y sencillo [18].	Se presenta una falta de uniformidad superficial en la transformación de energía, debido a esto, la mayoría de aplicadores comerciales realizan una agitación de onda (cambios de la dirección de propagación) y un movimiento mecánico del material irradiado. Este sistema no es eficaz en superficies mayores a 5 cm ² [18].
Vapor de agua	El suelo o sustrato pasteurizado con vapor de agua se puede utilizar tan pronto como se enfría. El vapor de agua no es selectivo, es decir erradica todos los patógenos y semillas de malas hierbas. Control de la temperatura del suelo o sustrato y por lo tanto mayor eficiencia. El vapor de agua no causa daño a las plantas de los bancales adyacentes ni resulta toxico para el ser humano. Se difunde más eficientemente que el calor seco a través del suelo o sustrato lo cual repercute en un costo más eficiente. Es una tecnología limpia y fácil de usar [21,27,28].	No es factible y operacional en grandes campos de cultivo debido a la baja velocidad de aplicación y por lo tanto alto costo de energía e inversión. En campo abierto, debido a una limitada penetración del vapor de agua, la aplicación superficial puede no alcanzar los patógenos de raíces profundas de árboles y cultivos. Es un método ineficiente en suelos húmedos, y temperaturas entre 85 a 100 °C destruyen la estructura del suelo o sustrato. A temperaturas por arriba de 85°C, erradican patógenos y organismos benéficos y, liberan sales fitotóxicas [21,27,28].

Fuente: Elaboración propia.

3.5.7 Aplicación de la pasteurización de suelos en Venezuela.

Para la aplicación de esta tecnología en Venezuela es necesario tomar en cuenta ciertos parámetros o criterios. La dimensión del equipo es de particular importancia, ya que puede ser utilizado en invernaderos de pequeños agricultores o campos a cielo abierto mediante tractores para cultivos a gran escala, por lo que sus dimensiones dependerán del fin que tenga la misma. Otro de los criterios es la versatilidad, debido a que la técnica de pasteurización se realiza únicamente al inicio del cultivo, por lo que es necesario su traslado para el resguardo del equipo una vez que este no se esté utilizando. Finalmente, que la tecnología no amerite altos costos en fabricación y mantenimiento.

De las 591 patentes evaluadas, para el periodo de estudio, la tecnología descrita por la solicitud de patente bajo el código CN108377817A [27], posee características que la hacen aplicables en Venezuela, la misma detalla un equipo de desinfección con vapor para eliminar los microorganismos nocivos del suelo, ver Figura 9. El funcionamiento de la invención consiste en introducir continuamente vapor en el suelo, generado por una caldera a alta presión para que ocurra la pasteurización. Dicho equipo posee un sistema de control electrónico (PLC), que controla automáticamente la cantidad de vapor de acuerdo con el área de esterilización y la profundidad del sustrato, asegurando un suministro de vapor continuo y automático; cuando el valor de retroalimentación del sensor cumple con los requisitos especificados, el sistema deja de funcionar automáticamente.

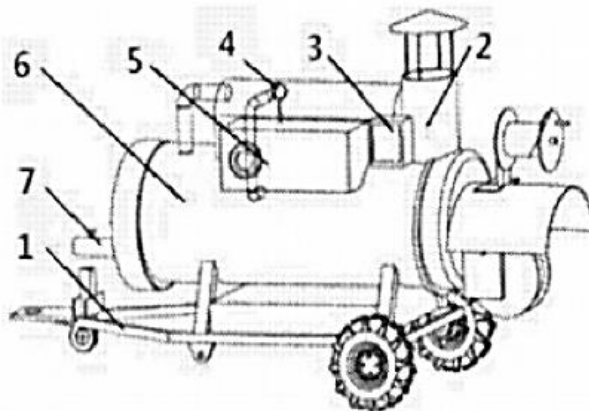


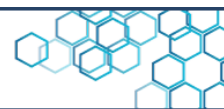
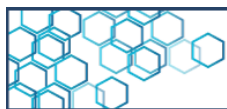
Figura 9. Pasteurizador de suelo [27].

Este sistema consta de un radiador (2), panel de control (3), gabinete de control (5), calderas de vapor de alta presión (6), el tubo de salida de vapor (7) y una rejilla para facilitar el traslado del esterilizador.

4. Conclusiones

La cantidad de documentos de patentes referentes a pasteurización publicados se ha incrementado desde 1993 al 2022, con un crecimiento promedio de 3,33 %.

La República Popular de China se presenta como el país predominante con el 65,25 % de documentos, evidenciando un alto interés en tecnologías de desinfección de suelos y sustratos que sean amigables con el ambiente debido a los graves problemas ambientales como desequilibrio de nutrientes del suelo, barreras de cultivo continuo del



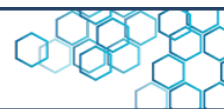
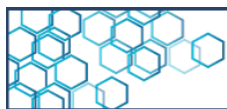
suelo, desequilibrio de las propiedades físicas y químicas del suelo, que ha derivado el uso indiscriminado de fertilizante en ese país.

El aplicante predominante es la universidad de Ciencia y Tecnología de Kunming, ubicada en provincia de Yunnan, e importante base provincial de capacitación para personal técnico avanzado con 14 patentes sobre distintos mecanismos para pasteurización por vapor.

Las áreas de conocimiento de las patentes obtenidas referentes a pasteurización de suelos reflejan que el código predominante es A01M17/00, el cual abarca aparatos para la destrucción de animales dañinos en el suelo o en los alimentos, seguido de A01G11/00 que engloba la esterilización por vapor.

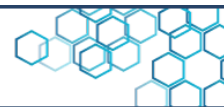
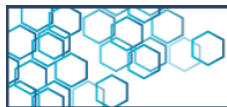
La utilización de vapor para la desinfección del suelo es la tecnología más utilizada con un total de 31,47 % de los documentos de patentes. Seguido por la utilización de quemadores 9,3 % y microondas con 7,95 %. El comportamiento confirma el interés en la desinfección del suelo por vapor.

Dentro del universo de patentes analizadas durante el periodo de estudio, la patente CN108377817A cumple con los criterios técnicos para ser utilizada en Venezuela. Es una alternativa versátil y con bajos costos operativos, que busca mejorar la productividad agrícola en los suelos de cultivos venezolanos. Adicionalmente, evita el trabajo mecánico asociado al traslado del sustrato, por su naturaleza movable y adaptable al sistema de suelo que se quiera pasteurizar.

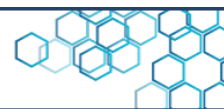
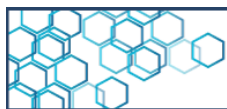


5. Bibliografía

- [1]. Guillén A, Ibáñez C, Pérez L, Hernández J, González MJ. (s/f). VIII. Efecto de los biocidas en las poblaciones de murciélagos. Gob.es. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/090471228015f10c_tcm30-195677.pdf
- [2]. Xiaochan W, Chengguang L, Zhenjie Y, Guoxiang S, Shi Yinyan Z. Development of mobile soil rotary steam disinfection machine. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2018;34:18-24.
- [3]. Placco C, Saravia L, Gea M, Altamirano M, Fernández C, Herrando C. (2010). Desinfección de sustrato con vapor utilizando un concentrador fresnel lineal. Core.ac.uk. <https://core.ac.uk/download/pdf/326823839.pdf>
- [4]. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Propuesta de proyecto: China. 2014.
- [5]. Gracia LC, Martín-Portugués YEP, 1983. Mecanización de los cultivos hotícolas. Ed. Mundi-Prensa. España. 243 pp.
- [6]. CN 106961865A. A kind of soil disinfection method for preventing and treating soil-borne disease. March 14, 2017.
- [7]. US 6394009B1. Method and apparatus for the disinfection of soil. January 01, 2000.
- [8]. PIERCE JH, 1977. Green House Grow How. Ed. Plants Alive Books.
- [9]. WALLS IG, 1992. The complete book of the greenhouse. 4ª edición. Ed. Ward lock. British.



- [10]. SIEBRING. HTML, 2003. Siebring steam N air.
<http://www.usgr.com/soilsterilization/siebring.html>
- [11]. ORTIZ-CANAVATE J. 1995. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ed. Mundi-Prensa. España. 465 pp.
- [12]. KR 20220002177A. High-temperature heat eco-friendly soil disinfection device using an electric heater in addition to compressed air energy. December 06, 2021.
- [13]. KATAN J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: status and prospects. Plant Disease 64, 450-454.
- [14]. CN 101258796 A. Device and method for disinfecting soil by using solar energy. April 14, 2018.
- [15]. CN 111527817A. Method for improving soil solar disinfection effect by using mechanized farming machine. May 18, 2020.
- [16]. Rangelov GG. 2003. Method and system for exterminating pests, weeds and pathogens. Patent Application Publication. Pub. No. US 2003/0037482 A1. Date: Feb. 27, 2003.
- [17]. Minobe TK, Mikami S, Yamaguchi H, Kanmura H, Kato Y. 2003. Microwave continuous heating equipment with workpiece transport path having a meandering shape. Patent Applications Publication. Pub. No. US 2003/0057204 A1. Pub. Date Mar. 27, 2003.
- [18]. Velázquez-Martí B, Gracia-López C, Jordá C, Savall P. 2003. Tratamiento de sustratos destinados a semilleros por radiación de microondas. Phytoma España 149: 43-46
- [19]. US2003/0215354A1. Systems and methods for in situ soil sterilization, insect extermination, and weed killing. October 04, 2002.



[20]. Division of Plant Sciences. Soil steaming to reduce the incidence of soil-borne diseases, weeds, and insect pests (Ramón Arancibia) [Internet]. Missouri.edu. <https://ipm.missouri.edu/MPG/2020/11/steaming-RA/>

[21]. Greenhouse Management: A guide to structures, environmental control, materials handling, crop programming and business analysis". Halcyon Press of Ithaca; 1990.

[22]. Alpi Ac Tognoni F, 1999. Cultivo en invernadero. 3ª edición. Ed. Mundi-Prensa. España. Versión española por Cerisola C.I. y Domínguez. Castillo E. 347 pp.

[23]. JP 2005295852A. Heating source apparatus for sterilization of soil. April 8, 2004.

[24]. JP 2004033039A. Soil sterilization apparatus. June 28, 2002.

[25]. JP 2011239754A. Apparatus and method for weeding or soil disinfection. May 21, 2010.

[26]. CN 203243763U. Soil medium steam sterilization integration device. May 30, 2005.

[27]. CN 108377817A. Packaged type sterilizing soil by steam machine. April 18, 2018.

[28]. Bartok JW JR. 1994. Steam sterilization of growing media. Proceedings, Forest and conservation nursey associations. Williamsburg, VA. gen. tech. rep. rm-gtr-257. For Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 163-165. Available at: <http://www.fcnet.org/proceedings/1994/bartok1.pdf>.