

Diseño, elaboración e implementación de un prototipo híbrido para la obtención de agua del medio ambiente haciendo uso de un sistema atrapa niebla rotatorio con un sistema basado en efecto Peltier

Enlógio G. SANTOS DE LA CRUZ, Oswaldo J. ROJAS LAZO, Rosmeri A. MAYTA HUATUCO,
 Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Código Postal 15081, Perú

Carlos SANCHEZ MARQUEZ,
 Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Lima, Código Postal 15314, Perú

Ezzard O. ÁLVAREZ DÍAZ
 Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Código Postal 15081, Perú

RESUMEN

La captación de agua del medio ambiente basada en células Peltier y su aplicación en riego por goteo para el cultivo de *Lavándula angustifolia*. El sistema cuenta con una cámara hermética para captación de agua, donde las caras de las células Peltier que producen frío se encuentran expuestas en el interior y las caras que producen calor y que tienen un sistema de ventilación, se hayan en el exterior. Se logró obtener temperaturas desde los 4 °C, considerando una temperatura ambiente máxima de 28 °C, y una humedad relativa del ambiente, en promedio 60 %. Este sistema trabaja tanto con una fuente de corriente continua DC, como con baterías recargables alimentadas con paneles solares. Los niveles de agua que se ha extraído están entre los 10 y 20 ml para tiempo de 15 a 20 minutos, con resultados alentadores.

Palabras claves: Riego por goteo, células Peltier, paneles solares, *Lavándula angustifolia*.

1. INTRODUCCIÓN

En estos últimos tiempos, el calentamiento global que afecta a la Tierra ha traído como consecuencia una serie de problemas, de orden ecológico y de salud. El uso sistemático de combustibles fósiles, los productos con aerosol, los gases emitidos por las fábricas, entre otros, han contribuido a la degradación del ecosistema. Por otro lado, la generación de energía eléctrica convencional resulta un proceso muy costoso, ya sea el de tipo nuclear, químico, hídrico o por energía marítima. Como consecuencia del calentamiento global, se han producido sequías y disminución de agua para muchos sectores sociales de la población mundial, por lo que es necesario el desarrollo de sistemas de extracción de agua del medio ambiente, básicamente con tecnologías renovables, y también el cultivo de plantas y árboles para mantener el ecosistema. En ese sentido, este trabajo de investigación busca contribuir con la búsqueda de soluciones a la demanda de agua y al cultivo de plantas y árboles.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Obtener agua del medio ambiente y analizar su aplicación en el cultivo de *Lavándula angustifolia*.

Objetivos específicos

Desarrollar un sistema de extracción de agua del medio ambiente con la tecnología Peltier.

Analizar su aplicación como un sistema de riego por goteo para el cultivo de *Lavandula angustifolia*.

3. REVISIONES SISTEMÁTICAS

El efecto Seebeck

En 1821, el físico alemán Thomas J. Seebeck descubrió que al unir una lámina de cobre con otra de bismuto, en un circuito cerrado, y al calentar una de las uniones se genera una corriente eléctrica que fluye por el circuito en tanto persista la diferencia de temperatura. Este efecto, conocido como efecto Seebeck, se utilizó para realizar mediciones de temperatura con gran sensibilidad y precisión (termopar), así como para generar energía eléctrica para aplicaciones especiales.

En este circuito formado por dos metales distintos homogéneos, A y B (figura 1), con dos uniones a diferente temperatura, T y T+ΔT, aparece una corriente eléctrica J, o bien, si se abre el circuito, hay una fuerza termo electromotriz (f.t.e.m.) E_{AB} que depende de los metales utilizados en la unión y de la diferencia de temperatura entre las dos uniones [1].

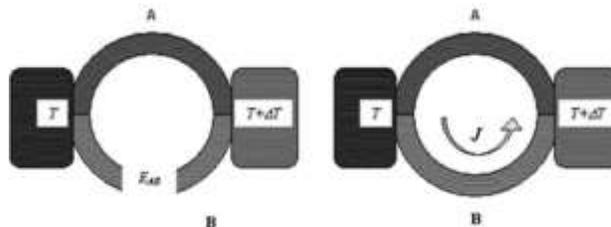


Figura 1. Dos metales distintos homogéneos, A y B, con dos uniones a temperatura, T y T+ΔT

Fuente: Luca, <https://core.ac.uk/download/pdf/30045096.pdf>

Según Rowe, matemáticamente, la relación entre la f.t.e.m., E_{AB}, y la diferencia de temperaturas entre las uniones, ΔT define el coeficiente Seebeck, α_{AB} [2]:

$$\alpha_{AB} = \frac{dE_{AB}}{dT} = \alpha_A + \alpha_B \dots\dots\dots(1)$$

Donde, α_A(T) y α_B(T) son, respectivamente, las potencias termoeléctricas absolutas de A y B y son características de cada metal. La potencia termoeléctrica α_{AB} no es constante, depende de la temperatura T.

El efecto Peltier

Jean-Charles A. Peltier fue un físico francés que se dedicó a la investigación científica en el campo de la electricidad e investigó sobre los contactos metálicos y sus fenómenos termoeléctricos.

En 1834, Peltier descubrió el efecto de bombeo de calor termoeléctrico en estado sólido, conocido como efecto Peltier. El cual en la actualidad es muy utilizado en mecanismos de refrigeración no contaminantes.

El efecto Peltier hace referencia al cambio en la temperatura producido por una unión entre dos metales o semiconductores

distintos cuando una corriente eléctrica atraviesa la unión. Sucede cuando una corriente pasa por dos metales o semiconductores conectados (tipo-n y tipo-p) (figura 2), por lo que depende de la composición y temperatura de la unión. La unión de los metales debe ser en contacto íntimo, pero no necesariamente soldada.

Según Biel J. G., la potencia calorífica intercambiada en la unión entre A y B [3]:

$$Q_p = \pm \pi_{AB} J = \pm JT (\alpha_B - \alpha_A) \dots \dots \dots (2)$$

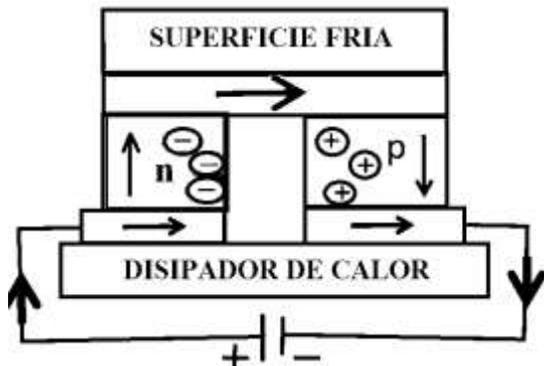


Figura 2. Arreglo de celda de Peltier
Fuente: Elaboración propia

Dónde π_{AB} es el llamado coeficiente Peltier, que se define como el calor intercambiado en la unión por unidad de tiempo y de corriente que circula a través de esta:

$$\pi_{AB} = \frac{Q_p}{\int_S J \cdot dS} = T (\alpha_B - \alpha_A) \dots \dots \dots (3)$$

J: flujo de corriente eléctrica

S: superficie

T: temperatura absoluta (K)

α_A, α_B : coeficiente Seebeck de los materiales A y B, respectivamente

Lavándula angustifolia

Según Stoltz Denner, la lavanda (variedad *Lavandula angustifolia*) es un pequeño y fragante arbusto, oriundo de las montañas del Mediterráneo, de la península arábiga y se cultiva en Rusia, África, sur de Europa, Reino Unido, Estados Unidos y Australia, entre otros [4].

Este arbusto tiene entre 50 y 80 cm de altura, tallos leñosos ramificados y ramas herbáceas profusamente cubiertas de hojas opuestas, angostas y alargadas, de 2 a 5 cm de longitud. Sus flores pequeñas, de color azul grisáceo o violáceo, forman espigas cuyos pedúnculos tienen entre 10 y 20 cm (figura 3). Florecen desde mediados de verano hasta principios de otoño.



Figura 3. Lavandula angustifolia
Fuente: www. dreamstime.com [12]

La planta de la lavanda es una de las más aromáticas por excelencia y es perfecta para cultivarla en casa. Esparce un aroma con olor a verano, a naturaleza, y es una fuente de remedio medicinal natural [5].

Usos terapéuticos de la lavanda *Lavandula angustifolia*

Según indica Denner, el aceite esencial de todas las especies de lavanda tiene una aplicación terapéutica, que se acostumbra usar en la medicina tradicional. La *Lavandula angustifolia* es la especie oficial aprobada por la Comisión de Alemania (Comisión E) que se encarga de la guía terapéutica de plantas medicinales. La especie *Lavandula Angustifolia Miller* se emplea para calmar alteraciones del estado de ánimo como la inquietud o el insomnio, el meteorismo, el nerviosismo y el malestar intestinal [4].

Por otro lado, C Ghelardini, N Galeotti, G Salvatore y G Mazzanti hicieron un estudio de la actividad anestésica local del aceite esencial obtenido de *Lavandula angustifolia Mill.*, una planta medicinal empleada tradicionalmente como antiespasmódico [6].

La Agencia Europea del Medicamento (EMA) indica que tanto la flor como el aceite esencial se emplean tradicionalmente para aliviar síntomas leves de estrés mental y agotamiento, y para ayudar a dormir.

Forma de riego

Para su correcto crecimiento, esta planta aromática y medicinal requiere un sustrato alcalino; es decir, un pH elevado. Asimismo, es muy importante que la planta cuente con un buen drenaje, que facilite la evacuación de agua y evite que haya cualquier rastro de humedad. La forma de riego se muestra en la figura 4.



Figura 4. El aceite esencial
Fuente: www.pixabay.com [13]

Este procedimiento es muy importante, porque sus raíces no toleran un suelo muy húmedo en ninguna estación del año, especialmente en invierno, época con exceso de agua en las raíces que puede matar a la planta.

Requerimiento de agua

En la página web de Agromática, de España, Mula [7] explica que la lavanda soporta bien los periodos de sequía, clima típico del mediterráneo. Sin embargo, solo con el aporte de la lluvia logra sobrevivir y es habitual su crecimiento en montes y praderas solo con 300 mm (litros) de agua por año. Sin embargo, en caso de cultivarla en el jardín, se propone instalar un sistema de riego por goteo con un alimentador por planta.

En cuanto a la frecuencia de riegos, esta debe ser uno por semana, o dos en verano, que resultan suficientes para conseguir una lavanda bien desarrollada. Se establece un tiempo de riego para sistema por goteo de entre 40 y 50 minutos para emisores habituales de 4 L/h.

Para el riego de las macetas, se debe dejar el sustrato prácticamente seco entre riego y riego. El regado debe tener 1/3 del volumen de la maceta, drenando entre un 10 y 20 % del agua por los agujeros del macetero y con una frecuencia suficiente que permita secar el sustrato. Si pasan 15 días y la tierra sigue húmeda, la recomendación es no regar [7].

Riego por goteo

Según Cisneros, el riego por goteo ocurre cuando el agua se suministra en forma de gotas directamente a la zona radicular de cada planta [8].

Cantidad de agua en cada riego en floricultura

La cantidad de agua que se debe suministrar en cada riego depende de la cantidad de agua consumida del riego anterior.

El suelo tiene una capacidad de almacenamiento hasta la capacidad de campo, el riego debe completar el agua actual, basta restituir de nuevo el contenido a capacidad de campo.

Lo anterior lleva a concluir que si las condiciones climáticas imperantes son similares día tras día, los requerimientos de riego son iguales, pero si ellas son variables los requerimientos de riego también lo son. En días nublados, se recomienda aplicar menos cantidad de agua que en días brillantes.

Según Amézquita, en producción de flores utilizan como criterio la aplicación de 1 m³ por cama (30 m.x1.3 m.) por semana (figura 5). Aunque esto ha dado buenos resultados, carece de un análisis más profundo de utilización y eficiencia de uso de agua y de solución con nutrientes. Posiblemente, esa cantidad sea buena para algunos suelos y algunos cultivos, pero no para todos los suelos y cultivos. Cuando se aplica semanalmente (7 días) 1 m³ de agua, se está haciendo una aplicación equivalente aproximada de 143 litros/día/cama 03.96 mm/día, 10 que equivaldría a la evapotranspiración diaria [9].

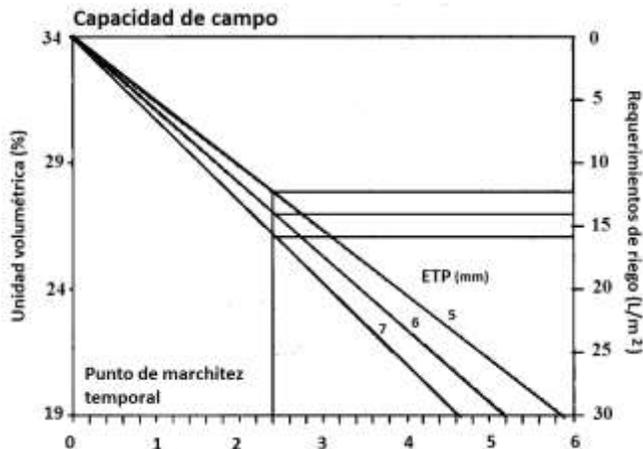


Figura 5. Requerimiento de riego Fuente: Edgar Amézquita, CIAT [9]

Cantidad de agua evapotranspirada

En agricultura tecnificada bajo riego, se han desarrollado una serie de formulaciones que correlaciona la evaporación en tanque con algunos de los parámetros climáticos que la detienen. Así, se ha detenido la evapotranspiración potencial para todos los sistemas de riego en el mundo.

La demanda de agua del cultivo o evapotranspiración del cultivo (ETc) depende del estado de desarrollo en que se encuentre el vegetal, en este caso, el brote, el desarrollo de frutos, la cosecha; de las condiciones climáticas, como la temperatura, la humedad relativa y el viento; de las características del suelo, como la profundidad, la textura, la infiltración, la pedregosidad, las estratas, y de la disponibilidad de agua que se tenga [10].

4. METODOLOGÍA

En el procedimiento metodológico, se efectuaron consultas a quince revistas científicas e instituciones relacionadas con el cultivo de plantas e investigaciones respecto de la *Lavándula angustifolia* y las aplicaciones de las células Peltier. De cada una de las fuentes revisadas se seleccionaron manualmente todos los artículos relacionados con la tecnología Peltier, la *Lavándula*

angustifolia, los sistemas y los cálculos de riego de plantas, así como de las aplicaciones de la *Lavándula angustifolia*, de las bases de datos de la nube, donde figuran artículos y publicaciones entre los años 2010 y 2021; se extrajeron del ámbito de desarrollo tecnológico y geográfico, la versión e impacto de las tecnologías, la fuente de obtención de los datos y el diseño según las necesidades aplicativas y el seguimiento.

Para responder la pregunta ¿es posible utilizar el sistema de riego por goteo basado en células Peltier, en el cultivo de *Lavándula angustifolia*?, se evaluaron las variables relacionadas con el diseño. Se revisaron los artículos científicos encontrados en *Productividad del agua en el cultivo de nopal con riego por goteo en la comarca Lagunera; Local Anaesthetic Activity of the Essential Oil of Lavandula angustifolia [6]; Estimación de la demanda de agua en los cultivos; Requerimientos de agua y nutrición de cultivos de flores; de Centrotianfu, Lavandula angustifolia; Efecto Peltier y desarrollo de posibles aplicaciones*. Según el modelo de manipulación, los estudios se clasificaron en observacionales y experimentales. Los primeros se clasificaron en descriptivos y analíticos. Los estudios descriptivos incluyen series de eventos, estudios descriptivos de eficiencia y utilidad, correlaciones temporales, correlaciones tecnológicas, estudios de utilización de aplicativos y estudios de diseño electrónico. Por su parte, los estudios analíticos incluyen estudios de los planteamientos efectuados en los artículos revisados. Por otro lado, los estudios experimentales incluyen ensayos del sistema, para la extracción de agua del medio ambiente. Según el momento, los estudios se clasificaron en retrospectivos y prospectivos. Según el seguimiento, los estudios se clasificaron en longitudinales y transversales. Los datos se clasificaron en una portátil Core i3, con Windows 8.2 y Office 365. Se estimó el nivel de agua extraído del medio ambiente por unidad de tiempo, en ml/min, con humedad relativa y el requerimiento de riego por goteo, además del tiempo de aplicación por planta de *Lavandula angustifolia*.

5. RESULTADOS

A continuación, se describen los ensayos respectivos, las observaciones, las mediciones, las tablas de datos y las etapas del circuito.

Diagrama del sistema

El sistema está compuesto por las etapas de alimentación eléctrica que, a su vez, se dividen en una forma de alimentación directa por medio de la red eléctrica a través de una fuente de poder DC y en otra mediante baterías alimentadas por paneles solares. Otras secciones son la cámara de extracción de agua, los circuitos de control y temporización y los sensores (figura 6).

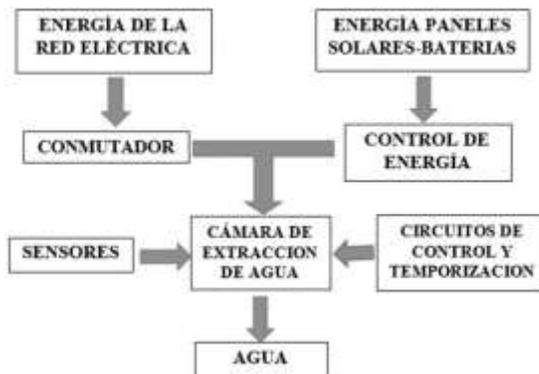


Figura 6. Diagrama general del sistema Fuente: Elaboración propia

Cámara de extracción de agua

En la investigación, se experimentó la extracción de agua del medio ambiente, mediante el uso de las estructuras Peltier. Con ese propósito se diseñó y se construyó un prototipo eléctrico con un arreglo de células Peltier dentro de una cámara cerrada o conservador de frío, para la obtención del agua del medio ambiente, seguido de observaciones y mediciones de la cantidad de agua generada por el sistema, según el arreglo mostrado en la figura 7. Para las pruebas se utilizaron dos fuentes de energía: la primera con baterías alimentadas por paneles solares y la segunda por una fuente de voltaje DC. Según las ecuaciones presentadas (de 1 a 3), el parámetro influyente es la temperatura en el sistema, lo cual se refleja en la capacidad del aire para retener el vapor de agua según varía la temperatura de él y la humedad. Cuanto más cálido es el aire, más vapor de agua puede contener. El aire húmedo se bombea primero al tubo, por lo que el lado frío de la célula Peltier ayuda a disminuir la temperatura del aire. La célula utilizada es el modelo TEC 12705, de Todomicro (figura 7), cuyas especificaciones técnicas más importantes son las siguientes:

- Modelo: TEC1-12705
- Voltaje de Operación: 0-15VDC (12V nominal)
- IMAX (A): 5A
- Temperatura de trabajo: -30 ° C a 83 ° C
- Dimensiones: 4,0 cm x 4,0 cm x 0,4 cm

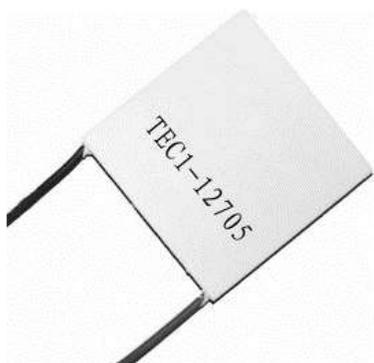


Figura 7. Célula peltier, modelo TEC 12705
Fuente: www.todomicro.com.ar [14]

Para la cámara de extracción de agua, el diagrama de conexión (figura 8), en donde son mostrados los arreglos de las células Peltier, la posición de los coolers, el sensor de temperatura y la fuente de alimentación DC (figura 9).

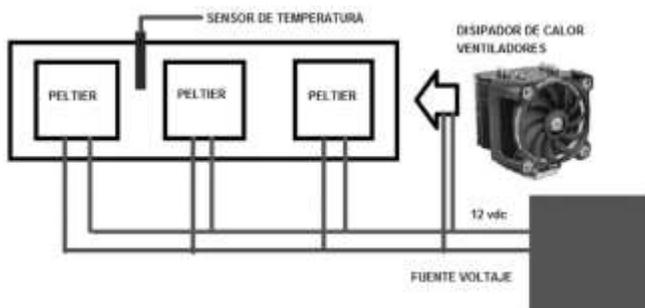


Figura 8. Diagrama de la cámara de extracción
Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Cámara de extracción de agua
Fuente: Elaboración propia

Circuitos de control y temporización

Esta etapa está compuesta básicamente por un microcontrolador con una tarjeta Arduino UNO (figura 10). En esta etapa se efectúa el proceso de temporización del tiempo de enfriamiento de la cámara, por unos 10, 20 o 30 minutos, y un tiempo de parada entre 5 y 10 minutos, en función de las observaciones y la recopilación de datos. Este efecto de activación y desactivación de la cámara de frío ha hecho posible la extracción más eficiente de agua del medio ambiente.

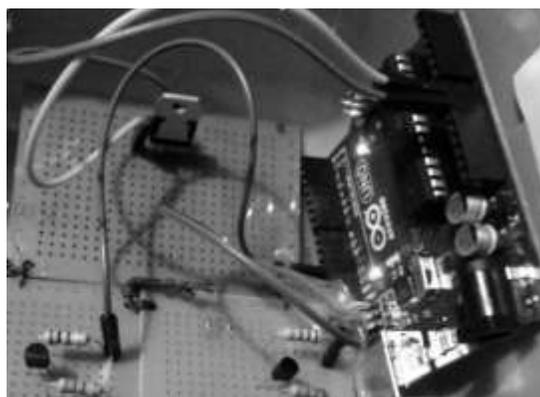


Figura 10. Etapa de control y temporización
Fuente: Elaboración propia

El sistema cuenta con un panel de control (figura 11) en donde están instalados un conmutador de encendido, un par de llaves térmicas, un led, y un *display*.

Es necesario indicar que se elaboró un programa en Arduino UNO para la temporización de la activación de la cámara de captación de agua. Este es un programa que físicamente se ejecuta mediante la conexión de los cables de salida de los puertos digitales de la tarjeta controladora, en este caso la del modelo Arduino UNO.



Figura 11. Panel de control con *display* que muestra 9.2 ° C
Fuente: Elaboración propia

Red de alimentación eléctrica

Como se indicó, la red de alimentación es un sistema híbrido, compuesto por la red eléctrica y por un banco de baterías de 12v dc/20 Ah, alimentado por dos paneles solares de 85 w/ 18 vpm, y un controlador pwm digital.

Ha sido muy importante haber tenido en cuenta las conexiones y el aislamiento correcto del sistema. Los arreglos de las instalaciones son mostrados en las figuras 12 y 13.

Programa en Arduino UNO

Es un programa de temporización que controla la salida de potencia, compuesta por circuitos con relays. Hace uso de dos salidas digitales, D8 y D7. Utiliza el comando Delay para el tiempo de retardo y activación.

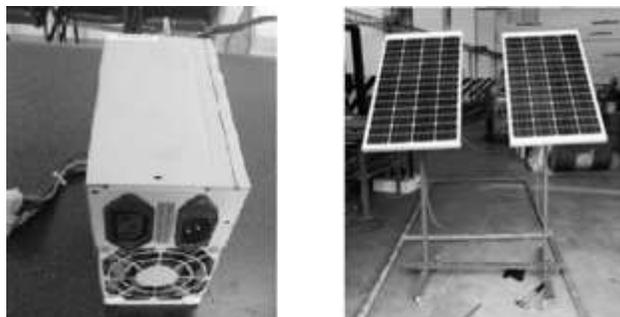


Figura 12. Alimentación continúa DC y paneles solares
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Controladores digitales y baterías de acumulación
Fuente: Elaboración propia

Sensores y medidores

Se ha utilizado un minisensor de temperatura digital (figura 14), cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

- Rango de temperatura: -50 ~ +70 grados
- Temperatura de utilización: -10 ~ +50 grados
- Uso de humedad: 5 % ~ 80 %
- Precisión: +/-01 grados



Figura 14. Minisensor de temperatura digital
Fuente: www.dhgate.com [15]

Asimismo, se ha utilizado un medidor de humedad relativa y temperatura ambiente (figura 15), cuyas especificaciones son las siguientes:

- Rango de medición: -20 a +60°C
- 0 a 100 % RH
- Precisión: ±0,3°C / ±0,6°F

- ±2% RH Típico
- Tasa de registro: entre 10 segundos y 12 horas
- Batería: Batería recargable



Figura 15. Medidor de humedad relativa
Fuente: www.directindustry.es [16]

Niveles de agua obtenidos

El sistema de extracción de agua del ambiente es una secuencia temporizada. En ese sentido, los consecuentes ensayos efectuados han permitido obtener datos del nivel de agua logrado, tiempo de uso, humedad relativa, temperatura de la cámara y temperatura ambiente.

Se realizaron mediciones para varios tiempos de activación y desactivación de la cámara de extracción de agua. Se hicieron ensayos con un tiempo de 10, 15, y 20 minutos de enfriamiento y 5 y 10 minutos de parada. Con este efecto, se produce el descongelamiento inmediato del agua, y se extraen niveles entre 8 ml a 20 ml, según del tiempo de enfriamiento y parada como se ha indicado. Asimismo, en cada ensayo se ha tenido en cuenta la humedad relativa del ambiente.

A continuación, se muestran las tablas N.º 1, 2 y 3 con los datos obtenidos en los ensayos respectivos.

Tabla N.º 1
Niveles de agua obtenidos en te = 20', tp = 10'

Ensayo (Nº)	Tiempo aplicación (minutos)	Temperatura		Humedad relativa (%)	Agua obtenida (ml)
		ambiente (°C)	cámara (°C)		
1	20'	26	5	60	16
2	20'	25	6	62	18
3	20'	26	5	65	20
4	20'	24	4	59	18
5	20'	26	5	62	19
6	20'	25	5	63	20

Fuente: elaboración propia
te: tiempo de enfriamiento; tp: tiempo de parada.

Tabla N.º 2
Niveles de agua obtenidos en te = 10', tp = 5' - A

Ensayo (Nº)	Tiempo aplicación (minutos)	Temperatura		Humedad relativa (%)	Agua obtenida (ml)
		ambiente (°C)	cámara (°C)		
1	10'	24	5	58	7
2	10'	25	5	57	9
3	10'	23	4	63	10
4	10'	26	5	60	9

te: tiempo de enfriamiento; tp: tiempo de parada

Fuente: elaboración propia

Tabla N.º 3
Niveles de agua obtenidos en $t_e = 10'$, $t_p = 5' - B$

Ensayo (Nº)	Tiempo aplicación (minutos)	Temperatura		Humedad relativa (%)	Agua obtenida (ml)
		ambiente (°C)	cámara (°C)		
1	10'	25	5	60	9
2	10'	25	6	62	10
3	10'	26	5	65	11
4	10'	24	4	59	8

Fuente: elaboración propia

t_e : tiempo de enfriamiento; t_p : tiempo de parada.

La evaluación de los datos obtenidos utilizando energía eléctrica se muestran en la figura 16. Se muestra la tendencia a que, por cada unidad de temperatura que se incrementa, el agua captada disminuya en 0.1 ml.

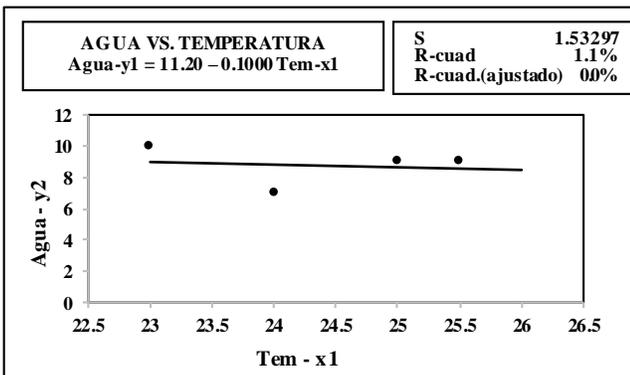


Fig. 16. Obtención de agua utilizando la energía de red eléctrica
Fuente: Elaboración propia

Al utilizar panel solar, la tendencia de los datos es mostrada en la figura 17, donde se observa que, por cada unidad de temperatura que se incrementa, el agua captada aumentará en 1.5 ml. El 90 % de la obtención de agua será explicada por la variable temperatura, la cual es generada mediante paneles solares.

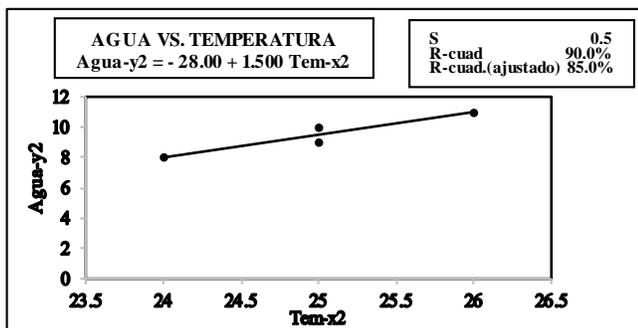


Figura 17. Obtención de agua utilizando la energía mediante paneles solares
Fuente: Elaboración propia

6. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que es posible extraer agua del medio ambiente a través de un sistema compuesto por células Peltier y que este puede ser aplicado al riego por goteo para el cultivo de la *Lavandula angustifolia*, una planta medicinal que, a la vez, es base para elaborar una serie de perfumes.

De los datos obtenidos, se observa una configuración de $t_e = 20'$ y $t_p = 10'$, se obtiene un aproximado de 20 ml de agua, lo que significa en una hora aproximadamente 40 ml y, en unas ocho horas de trabajo, 320 ml, lo suficiente para poder irrigar por

medio de riego por goteo a cualquier planta medicinal, ya sea en un invernadero o en una vivienda familiar, plantada en una maceta o conjunto de macetas. No hay que olvidar que la *Lavandula angustifolia* requiere 300 ml de agua al año, para poder sobrevivir en el medio ambiente.

Se puede obtener valor agregado de la aplicación de este sistema en el cultivo de la *Lavandula angustifolia* en la producción de perfumes, medicamentos, entre otros.

Los equipos de energía renovable tienen un costo, pero se efectúan por única vez y, una vez instalados, las baterías recargables siempre podrán ser energizadas por los paneles solares hasta cuando presenten algún deterioro o por el uso a través del tiempo.

Este es un sistema básico de extracción de agua y se sabe que existen muchos otros sistemas con una menor o mayor eficiencia; sin embargo, este trabajo representa la sistematización de una innovación y, posteriormente, se podrá diseñar y construir sistemas mejorados y con mayores rendimientos.

7. REFERENCIAS

- Azorín, A. (2018). Efecto peltier y desarrollo de posibles aplicaciones, Universidad Politécnica de Valencia. (20 agosto 2018.) <https://riunet.upv.es/handle/10251/109025>
- Rowe, D. M. CRC Handbook of Thermoelectrics. CRC Press, 1995.
- Biel, J. Curso sobre el formalismo y los métodos de la Termodinámica. Universidad de Granada. Editorial Reverte S.A., 1997.
- Stoltz, S. (2018). Lavándula Angustifolia Miller. Researchgate, Holistic Nursing Practice.(10 Julio 2018). <https://www.researchgate.net/publication/23685847>
- Verdecora. (13 diciembre 2018). <https://verdecora.es/blog/cuidados-lavanda-riego-cultivo-poda-2>
- Gheraldini, C., Salvatore, G... (1999). Local anaesthetic activity of the essential oil of *Lavandula angustifolia*. Instituto de farmacología y farmacognosia. Universidad La Sapienza. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10630108/>
- Aromática. (15 junio 2018). Características y guía de cultivo de lavanda <https://www.agromaticas.es/cuidados-de-la-lavanda/>
- Cisneros, R. (2003). Apuntes de la materia de riego y drenaje. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México <http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>
- Amézquita, E. (1999). Requerimientos de agua y nutrición de cultivos de flores. CIAT. Colombia http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-iii_215.pdf
- Comisión Nacional de Riego, Gobierno Regional de Coquimbo (2000). Estimación de la demanda de agua en los cultivos. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/9851/CNR-0244.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad de Navarra. (02 julio 2018). Introducción a la Termoelectricidad. [http://www.unavarra.es/ets02/Introduccion%20a%20TE\(c\).htm](http://www.unavarra.es/ets02/Introduccion%20a%20TE(c).htm)
- Dreamstime. (18 agosto 2018). Drawing lavender flowers. <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-drawing-lavender-flowers-flower-vector-illustration-isolated-white-background-vintage-engraving-style-image95240728>
- Pixabay. (10 de julio 2018). <https://pixabay.com/es/illustrations/search/aceites%20esenciales/>
- Todomicro. (13 de Julio 2018). Celda Peltier Termoelectrica <https://www.todomicro.com.ar/investigacion-desarrollo-y-prototipado/596-celda-peltier-termoelectrica-tec1-12705-50w.html>
- Dhgate. (12 junio 2018). <https://es.dhgate.com/product/household-mini-digital-electronic-thermometer/464535785.html>
- Directindustry. (01 Julio 2018). <https://www.directindustry.es/prod/lascar-electronics/product-15893-1218435.html>