

## ESTRATEGIA PARA UN MAYOR APROVECHAMIENTO DEL JITOMATE EN EL ESTADO DE MORELOS

M. L. Acosta Miranda<sup>1</sup>

J. Mendoza Hernández<sup>2</sup>

L. Angeles Hernández<sup>3</sup>

J. C. Orozco Jaimes<sup>4</sup>

### RESUMEN

La vinculación es una de las acciones fundamentales de las Instituciones de Educación Superior (IES) que tiene como objetivo ofrecer estrategias de desarrollo tecnológico innovador a los diversos sectores de su entorno. En los planteles del Tecnológico Nacional de México (TecNM), lo anterior se ha atendido a través del programa de Residencias Profesionales que consiste en el desarrollo de un proyecto por parte de los estudiantes, en este caso de Ingeniería, con la finalidad de resolver alguna problemática de la Región. Bajo este esquema se desarrolló el proyecto de Diseño de un prototipo de deshidratador solar automatizado de jitomate, realizado con la Asociación de Productores de Hortalizas Santa Bárbara S. P. R. de R. L., en la Región Oriente del estado de Morelos; con el cuál se pretende aprovechar la merma que se genera cuando la producción, en este caso de jitomate, no reúne las características exigidas por el cliente, por lo que en ocasiones ni siquiera es cosechada, generando pérdidas a los productores. El resultado es un deshidratador de tipo colector-armario que desplaza su cama térmica, mediante un mecanismo giratorio con la capacidad de deducir la posición del sol gracias a sensores, logrando una pérdida considerable de humedad en el jitomate y deshidratándolo en 7 horas, a una temperatura ambiente de 25 grados. De esta forma es posible contar con otra opción de comercialización del producto que actualmente solo es deshecho orgánico y apoyar en la reducción de costos a los productores.

### ANTECEDENTES

En la actualidad, las IES tienen el reto de lograr una mayor productividad, calidad, eficiencia, pertinencia, innovación y vinculación con los distintos sectores de la sociedad tanto en sus métodos pedagógicos como en sus procesos de gestión con el objetivo de generar egresados que no solo se incorporen fácilmente al mercado laboral, sino que se conviertan en impulsores de un mejor desarrollo para sus comunidades.

El Programa de Residencias Profesionales de los Institutos Tecnológicos que integran el Tecnológico Nacional de México (TecNM) es una “estrategia educativa de carácter curricular que permite al estudiante emprender un proyecto teórico-práctico, analítico, reflexivo, crítico y profesional; con el propósito de resolver un problema específico de la realidad social y productiva, para fortalecer y aplicar sus competencias profesionales” (TecNM, 2015).

Este esquema permite a los estudiantes que se encuentran a punto de egresar, relacionarse e involucrarse en la problemática del entorno, al mismo tiempo que desarrollan su creatividad, las competencias y habilidades que solo mediante la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en el aula pueden obtener.

---

<sup>1</sup> Coordinadora de Posgrado y docente del Depto. de Ciencias Económico-Administrativas y Posgrado. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cautla. [monica.acosta@cautla.tecnm.mx](mailto:monica.acosta@cautla.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Coordinador del Programa Educativo de Electrónica y docente del Depto. de Metal-mecánica y posgrado. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cautla. [juan.mendoza@cautla.tecnm.mx](mailto:juan.mendoza@cautla.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Encargada del Archivo de Trámite y docente del Depto. de Sistemas y Computación. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cautla. [leonor.angeles@cautla.tecnm.mx](mailto:leonor.angeles@cautla.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Estudiante Residente del Programa Educativo de Ingeniería Electrónica. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cautla. [13680106@cautla.tecnm.mx](mailto:13680106@cautla.tecnm.mx)

A través de este programa se desarrolla el presente proyecto, en el cual colaboraron un grupo de estudiantes y docentes de los programas educativos de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas Computacionales y Contador Público junto con la Asociación de Productores de Hortalizas Santa Bárbara S. P. R. de R. L., constituida en 2004 y ubicada en la Región Oriente del estado de Morelos, en los municipios de Jantetelco, Temoac, Jonacatepec y Tepalcingo; quienes se dedican, principalmente, a la producción de jitomate de invernadero en una superficie de aproximadamente 50 hectáreas, con una producción de 15 a 23 toneladas en cada uno de los ciclos de 6 meses.

Los productores de la Asociación han trabajado en el combate de las plagas que normalmente atacan al producto logrando que este reúna las características de calidad, tamaño, color, forma y vida de anaquel; pero esto no siempre puede lograrse al cien por ciento, ya que, existe pérdida de los productos que no reúnen las características requeridas por el cliente en cuanto a tamaño y apariencia, lo que en muchas ocasiones hace más alto el costo de recolección que el beneficio de la venta y genera pérdida a los productores. Este producto, ahora deshecho, se convierte en basura orgánica, que se suma a las grandes cantidades ya generadas por las actividades cotidianas de la población.

Con este fundamento se trabajó en el Proyecto, con el objetivo de diseñar y construir un deshidratador solar para el excedente de producción de jitomate que se produce en la Región Oriente del Estado de Morelos, con la finalidad de lograr un mayor aprovechamiento agroindustrial, evitando la pérdida de los productos, disminuyendo la cantidad de desechos orgánicos, ampliando la oferta y mejorando la calidad de vida de los productores mediante la vinculación escuela-empresa, que permite a docentes y estudiantes relacionar las actividades cotidianas en el aula con la problemática que enfrenta el sector productivo de la Región y, en la búsqueda de soluciones, desarrollar en los estudiantes, a punto de convertirse en ingenieros, habilidades, competencias y nuevos conocimientos así como una conciencia de participación y responsabilidad social.

### **Justificación**

La pérdida de alimentos se refiere a cualquier alimento que se pierde en la cadena de suministro entre el productor y el mercado debido a problemas previos a la cosecha, como plagas, o problemas en la recolección, manejo, almacenamiento, empaquetado o transporte. A su vez, el desperdicio de alimentos se refiere al desecho o uso alternativo (no alimentario) de alimentos que son seguros y nutritivos para el consumo humano.

Según la FAO (2017), existen tres maneras en las que se pueden desperdiciar los alimentos:

- Los comerciantes y consumidores muchas veces descartan los alimentos que están próximos a su fecha de caducidad o que la han superado.
- Los productos frescos (vegetales y frutas), a menudo se eliminan de la cadena de suministro durante las operaciones de clasificación o porque su precio se tasa por debajo de los costos de producción y cosecha, lo que no lo hace redituable para su venta.
- Existe un gran desperdicio de alimentos, debido a las grandes porciones de alimentos que se ofrecen en restaurantes o no se usan en las cocinas domésticas.

Los productos agrícolas son los más desperdiciados en el planeta. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), mil 300 millones de toneladas se desperdician anualmente, lo que equivale al 44 por ciento de la producción (Guerrero, 2018).

Prácticamente todas las cadenas productivas tienen mermas, pero la tecnología ha buscado mecanismos para hacer más eficientes los procesos en el cultivo y lograr un mejor aprovechamiento de los productos, permitiendo al agricultor tener mayor precisión en las fechas de corte y generar más productos que puedan circular de forma más conveniente en el mercado, de esta forma se tiene mejor control de los alimentos y se evita el desperdicio, tanto en los eslabones de la cadena de producción, distribución y comercialización, hasta su aprovechamiento en los hogares.

Cada vez más personas, empresas y gobiernos toman conciencia sobre los graves efectos de la pérdida y el desperdicio de alimentos (PDA). Todos los productos alimenticios no consumidos generan no sólo un gran costo medioambiental y socioeconómico, sino también una enorme oportunidad. Empezar acciones encaminadas a prevenir la PDA ofrece un “beneficio triple”: ganancias económicas, mitigación de los efectos negativos en el medio ambiente y una mejor calidad de vida para las personas que actualmente carecen de alimentos suficientes (Comisión para la Cooperación Ambiental [CCA], 2019).

La pérdida y el desperdicio de alimentos afectan en lo económico, medioambiental y social, pero también puede solucionarse en los mismos aspectos:

- **Económico:** Actualmente la pérdida económica de alimentos se considera parte del costo de producción agregando a esto los costos generados por la eliminación o disposición final de los productos perdidos o desperdiciados. Sin embargo, los productores podrían obtener ganancias económicas buscando usos redituables a esos alimentos, en lugar de destinarlos al flujo de residuos.
- **Medioambiental:** Al perder o desperdiciar alimentos también se desaprovechan los insumos utilizados en su producción: la tierra, el agua, los fertilizantes, los combustibles y otros recursos empleados para producir, procesar o transportar un alimento se desperdician cuando estos productos terminan en la basura. Por otra parte, los alimentos desperdiciados enviados a los rellenos sanitarios generan todo un impacto en el medio ambiente: contaminación atmosférica y del agua, erosión del suelo, emisiones de gases de efecto invernadero y pérdida de biodiversidad. Con la disminución del desperdicio se disminuye la problemática.
- **Social:** Los productos comestibles excedentes pueden destinarse a segmentos de la población que carecen de ellos a través de bancos de alimentos, organismos dedicados al rescate de alimentos y otras instancias de beneficencia, con lo que los productos se aprovechan en vez de que ser enviados a disposición final, convirtiéndose, la donación o redistribución de alimentos, en una actividad de responsabilidad social corporativa ya que los alimentos destinados al consumo humano no son considerados como perdidos ni desperdiciados. Otra opción es su transformación y comercialización mediante otro tipo de procesos como la deshidratación, con lo que es posible recuperar costos de producción disminuyendo los costos de toda la producción.

Por estas razones y buscando alternativas para el aprovechamiento de la producción, que por alguna razón no se comercializa, es que se propone la utilización de un deshidratador solar automatizado enfocado, en este caso, a utilizar la merma o excedentes de producción de jitomate de la Sociedad de Productores de jitomate “Santa Bárbara”, permitiendo un mejor aprovechamiento de la producción, abatiendo los costos y generando una diversificación de productos, lo que puede convertirse para los productores en una ventaja competitiva.

Para los estudiantes y docentes participantes, esto se convierte en un reto, ya que, si bien existen deshidratadores en el mercado, se trata de diseñar aquel que responda de manera más eficiente a las necesidades de los productores, obligando con esto a la realización de una investigación detallada, el uso del ingenio y la creatividad, la asimilación de nuevos conocimientos y destrezas, así como la aplicación de los conocimientos previos; todo esto en un ambiente y problemática real que, al poder resolverse, apoya al sector productivo de la Región.

### **METODOLOGÍA**

La deshidratación es uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos conocido por el hombre. El proceso involucra la remoción de la mayor parte del agua del alimento para evitar la actividad enzimática y el desarrollo de microorganismos. La deshidratación genera estabilidad microbiológica y química, disminuye el peso y volumen, reduce el empaque, costos de almacenamiento y transporte, además permite el almacenamiento del producto a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo. Al deshidratar se producen dos fenómenos: 1) Transmisión del calor del medio gaseoso externo al medio interno del alimento y 2) Transferencia de la humedad interna del alimento al medio externo (Grammer Solar, 2018).

Las principales ventajas que ofrece la deshidratación es que extiende la vida útil de los alimentos, obteniendo productos con mayor valor agregado. Esto permite disponer de frutas y hortalizas durante todo el año y evita la pérdida de los excedentes de producción y consumo. Asimismo, favorece los microemprendimientos familiares y las economías regionales. Existen diversas técnicas para la deshidratación de alimentos: de forma natural al sol, o de forma mecánica. La deshidratación solar se puede decir que es una combinación de ambos, al utilizar la energía solar para el secado, como en el secado natural, pero calentando una corriente de aire para acelerar el deshidratado como en el deshidratador mecánico (Ingeniería sin Frontera, s.f.).

El deshidratador o secador solar es un aparato que permite aprovechar la energía solar para secar alimentos, tiene resultados similares o superiores a los que se obtienen mediante el secado natural y en menor tiempo, con mejores condiciones de higiene. En un deshidratador solar la energía del sol se transforma en calor útil mediante efecto invernadero, este calor eleva la temperatura del aire contenido en una cámara donde se encuentra el producto, convenientemente dispuesto sobre rejillas.

El proceso de secado se realiza por acción del aire caliente que circula entre el jitomate, causando la evaporación del agua. Existen diversos tipos de deshidratadores solares (Ordaz, 2016):

- Deshidratadores solares de gabinete. Su forma es compacta de caja. El área de captación solar es la misma que la de secado. Cuenta una pequeña apertura en la parte inferior que es por donde entra el aire fresco, mientras que, por otra apertura, en la parte superior, es por donde sale el aire cálido con un cierto nivel de humedad.
- Deshidratadores solares de colector y armario. Constan de un colector solar donde el aire se calienta y asciende hasta el armario donde se sitúan los elementos para deshidratar.
- Deshidratadores solares de colectores y silo. Es similar al de panel y armario, pero con dimensiones más grandes. Cuenta con un silo para deshidratar y un sistema de circulación forzada debido a que una cantidad mayor de producto a deshidratar dificulta el movimiento del aire.
- Deshidratadores de invernadero. Consiste en invernaderos similares a los que se emplean en la agricultura. El calor generado en el invernadero es utilizado para secar productos. En si representa el mismo esquema que el modelo de gabinete solo que con las proporciones y los materiales que se emplean en los cultivos de invernadero.
- Deshidratadores con colectores indirectos. Cuentan con los colectores solares de aire y la cámara de desecado por separado. El aire caliente pasa de los colectores a la cámara a través de unos conductos de aire adecuados. Cuenta con un sistema de circulación de aire forzado de mayor potencia.

En este caso, se decidió diseñar y construir un deshidratador solar automatizado del tipo de colector y armario, que consta de un colector solar donde el aire se calienta y asciende hasta el armario donde se sitúan los productos a deshidratar. Cuenta con un sistema para el control del motor y el control automático se lleva a cabo mediante la tarjeta de adquisición de datos Arduino que controla dos motorreductores con una capacidad de 21 kilogramos de fuerza. Este deshidratador gira en torno al posicionamiento del sol a lo largo del día, lo que ayuda a que el proceso de deshidratación sea más rápido evitando la pérdida de producto. El proceso se dividió en las siguientes etapas: 1) Diseño, 2) Construcción, 3) Automatización y 4) Pruebas de funcionamiento.

## RESULTADOS

**Etapa 1. Diseño:** El diseño del prototipo se realizó mediante el programa Solidworks para modelado mecánico en 2D y 3D y se dividió en 3 partes elaboradas con madera: 1) Caja para la zona de secado, 2) Rampa o cama térmica y 3) Soporte inferior, todo con el fin de lograr su movilidad para girar sobre sí mismo, así como también tener la posibilidad de intercambiar diferentes tamaños de cada pieza del deshidratador ampliando su flexibilidad de adaptación a los diversos espacios y necesidades de los productores. El prototipo cuenta con la característica particular de desplazar su cama térmica girando de acuerdo con la posición del sol para el aprovechamiento de este tipo de energía, lo que le permite capturar los rayos solares el mayor tiempo posible y en mayor cantidad, gracias al mecanismo giratorio que se encuentra en su interior. También presenta la capacidad de detectar la posición del sol gracias a los sensores de luz que se encuentran en la parte superior del aparato.

**Etapa 2. Construcción.** El cuerpo del deshidratador esta hecho de madera. Las dimensiones de la caja de secado proporcionan un espacio lo suficientemente amplio para la colocación de 4 charolas de rejilla en su interior, cada una con su propia puerta. En la parte frontal de la

caja de secado se encuentra una abertura para ensamblar la cama térmica mediante un soporte acoplable facilitar su movilidad. En la parte frontal izquierda se colocó el escape que permite circular el aire a la vez que retira la humedad de los jitomates. La parte inferior permite acoplar la caja con el soporte de la mesa. En este espacio se colocó un compartimiento para el mecanismo que genera el movimiento rotatorio al deshidratador y el sistema electrónico. El prototipo se ilustra en la Figura 1.



*Figura 1.* Prototipo de deshidratador solar automatizado. Elaboración Propia

La base de soporte inferior para la caja tiene en la parte superior una pieza circular que permite ensamblar con la caja de alimentos. Esta pieza se mantendrá estática y es la encargada de soportar las otras 2 piezas. A su vez, la cama térmica, una vez montada, tiene una altura de 85 cm de alto con un ancho de 100 x 45 cm y un ángulo de inclinación de 35° de acuerdo con lo recomendado en la página del Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica de la Comisión Europea (CE, 2019), con la finalidad de captar la mayor cantidad de energía solar en el deshidratador, debido a que los paneles solares, al estar posicionado en un ángulo perpendicular a los rayos del sol, se vuelven más eficientes en la generación de energía eléctrica, logrando hasta un 15 o un 20 por ciento más de energía en comparación de otros paneles solares con diferentes ángulos de inclinación. En la parte superior presenta una abertura que permite el flujo de aire a la cama de productos.

**Etapa 3. Automatización.** En la estructuración del mecanismo de automatización se utilizaron los siguientes componentes: una tarjeta de control Arduino mega, módulos de control y sistemas fotovoltaicos que permitieron capturar los datos de los rayos solares, creando un sistema fotovoltaico que reguló y alimentó a estos dispositivos a la vez que permitió a estos controlar el mecanismo que se encuentra en el interior del prototipo.

El funcionamiento del deshidratador se basó en la alimentación eléctrica que ofrecen los paneles solares donde el voltaje, al pasar por dos módulos reguladores de voltaje, permitieron una alimentación de 12v y 9v. La alimentación de 12v se conectó hacia un controlador de carga, encargado de gestionar la carga de una batería de 12v. Esta batería permitió alimentar al puente H, que a su vez controló los motores, mientras que la alimentación de 9v se conectó

a un módulo controlador de carga encargado de gestionar una batería de 9v, cuya función fue alimentar el Arduino mega, encargado de recoger las señales de las fotorresistencias, evaluar los datos y controlar los motores mediante el módulo puente H.

Se decidió emplear motorreductores de tipo cónico-espiral o de velocidad de engranaje cuya función es generar la fuerza necesaria para el giro del mecanismo. Los criterios de selección fueron: Presentan mayor torque, menor velocidad y el voltaje y peso que se necesita es el indicado. En el caso de las tarjetas de adquisición de datos se seleccionó la tarjeta Arduino por ser fácil de adquirir, económica y fácil de programar sin limitar sus funciones. Su función es controlar el funcionamiento del controlador puente H, tomar datos de los sensores y mandar las señales correspondientes. El dispositivo para detectar los rayos solares tiene un diámetro de 18 cm y una altura de 12 cm con 10 aberturas para las 10 fotorresistencias con medio centímetro de separación entre cada una. Su forma es cónica. Su funcionamiento se muestra en la Figura 2.

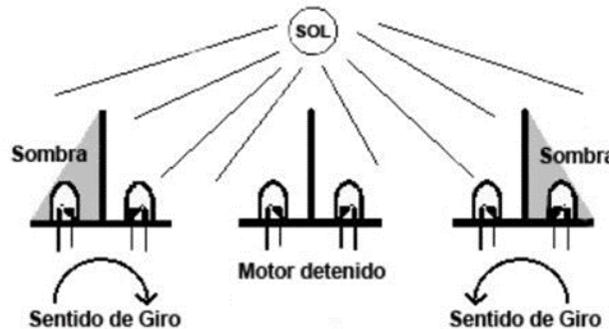


Figura 2. Funcionamiento de los sensores. Elaboración Propia

**Etapa 4. Pruebas.** Las primeras pruebas realizadas fueron las de seguimiento del voltaje para determinar la capacidad de alimentación que ofrece al momento de cargar las baterías. De igual forma se realizaron mediciones de la intensidad de la radiación y la temperatura ambiente.

Las pruebas del funcionamiento del deshidratador se realizaron en el mes de diciembre de 2019 en las instalaciones del plantel con una temperatura ambiente de entre 21 y 29 grados centígrados, en un horario de 10 de la mañana a 5 de la tarde. En este periodo de tiempo los paneles solares arrojaron un voltaje pico de 23.8 volts 1pm. El voltaje general fue de 21 volts, lo que ofrece una buena alimentación para mantener con carga las baterías. Por otra parte, la cama térmica alcanzó entre 1 y 3 de la tarde, una temperatura de 67 grados adecuada para el proceso de deshidratación. La capacidad del deshidratador es de 7.2 kilogramos de jitomate colocados en rodajas de aproximadamente 1 cm. de espesor, empezando a deshidratarse las pequeñas en aproximadamente 7 horas y las más grandes en 10 horas, aprovechando los rayos solares al máximo por el movimiento giratorio del aparato. La Figura 3 presenta las charolas de jitomate durante este proceso.



*Figura 3.* Charolas con jitomate en proceso de deshidratado. Elaboración Propia

### CONCLUSIONES

Con el diseño y desarrollo del prototipo de deshidratador solar se obtuvieron los resultados que se esperaban al iniciar este proyecto. La temperatura se mantuvo adecuada durante la mayor parte del día, se logró una pérdida considerable de humedad en el jitomate, logrando la deshidratación del producto a una temperatura ambiente promedio de 25 grados. Se demostró la eficiencia de los paneles solares que ofrecieron en promedio 21volts que el regulador se encargó de convertirlos a 12 volts. El funcionamiento automatizado funcionó correctamente, activando el giro cada hora, para mantener los rayos solares hacia la cama térmica, Arduino demostró tener un funcionamiento constante durante todo el día.

Si bien por cuestiones de tiempo únicamente se realizaron 3 pruebas en condiciones y con resultados muy similares se considera que los mejores resultados del prototipo se obtendrán en los meses de mayor temperatura en la zona, que son de abril a junio, lo que disminuirá los tiempos del proceso, ya que diciembre es de los meses más fríos en la región. El diseño funcionó perfectamente en todos sus componentes y se logró el resultado esperado. Se continúa con la realización de pruebas, considerando los cambios en la temperatura ambiente, para la comprobación estadística de los resultados.

Con la intención de aprovechar al máximo los resultados del proyecto es necesario diseñar los mecanismos para la conservación de los productos deshidratados. En el caso de las pruebas realizadas se conservaron en refrigeración en herméticos con muy buenos resultados y en envase de cristal al aire libre, notando que después de 5 días el producto recuperó humedad del ambiente para posteriormente entrar en estado de descomposición. Por esta razón resulta importante dar continuidad al proyecto con este tema y el de su comercialización.

Con las actuales dimensiones del prototipo resulta ser muy funcional pero su gran ventaja es que puede escalarse al tamaño más adecuado de acuerdo con el uso que se le pretenda dar, desde más pequeño para uso doméstico o más grande con la finalidad de deshidratar más producto en el mismo tiempo mediante la adaptación de motorreductores con más fuerza para poder mover fácilmente la caja de secado. Otra mejora es encontrar la forma de evitar la

fricción mediante otro tipo de ruedas en la cama térmica para utilizar el aparato en diferentes tipos de suelo como terracería, ya que las pruebas se realizaron en superficies lisas.

Las tres piezas del prototipo son armables y fáciles de ensamblar, dando la posibilidad de cambiar la cama térmica y la caja de secado en un tamaño más grande o pequeño dependiendo el área y capacidad requeridas y con esto poder lograr una deshidratación más rápida incluso con espacio para más charolas.

Como trabajo a futuro es necesario determinar el mecanismo más adecuado para el registro del prototipo como Modelo de utilidad y de esa forma estar en condiciones de poder comercializarlo o buscar a algún interesado en su producción. De igual forma es importante analizar los esquemas más adecuados de empaque y comercialización del producto deshidratado para poder llevar el proyecto de una manera integral a la práctica.

Los resultados del proyecto fueron sumamente satisfactorios tanto para los estudiantes como para los docentes participantes, ya que, estos fueron los esperados. Se trabajó en un ambiente cordial, con un muy buen trabajo en equipo que permitió dar respuesta oportuna a los detalles que se fueron presentando en la construcción del aparato, lo que aportó nuevos conocimientos, destrezas, habilidades y competencias en cada uno de los integrantes, destacando la seguridad adquirida en los estudiantes participantes. De igual, forma la satisfacción de que esta propuesta puede resolver la problemática planteada no solo a los productores de jitomate, sino a diversos productores de la Región, ya que, es posible deshidratar otro tipo de vegetales y frutas que se producen en la zona como durazno, higo, manzana, fresa, entre otros más, que presentan una problemática similar.

Este proyecto permitió comprobar la importancia de la realización de Residencias Profesionales no solo para los estudiantes, también para docentes, las empresas participantes y la misma institución; al vincularlos en la búsqueda de soluciones a problemáticas reales que requieren respuestas oportunas e innovadoras que, finalmente, repercuten en el desarrollo de los involucrados.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Comisión Europea (2019). *Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica*. Recuperado de: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

Comisión para la Cooperación Ambiental (2019). *Por qué y cómo cuantificar la pérdida y el desperdicio de alimentos: guía práctica*. Recuperado de: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11814-why-and-how-measure-food-loss-and-waste-practical-guide-es.pdf>

ECOTEC (2014). *Deshidratadores solares*. Recuperado de: <http://ecotec.unam.mx/ECotec/ecoteca/deshidratadores-solares-2>

Food and Agriculture Organization (2017). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en América Latina y el Caribe*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i7248s.pdf>

- Grammer Solar (2018). *Sistemas solares de aire caliente para el secado de productos agrícolas en Chile*. Recuperado de: [https://www.grammer-solar.com/images/Chile/develoPPP\\_SecadoSolarChile2018\\_ohne-Anhang.pdf](https://www.grammer-solar.com/images/Chile/develoPPP_SecadoSolarChile2018_ohne-Anhang.pdf)
- Guerrero, A. (2018). La lucha por abatir el desperdicio de alimentos en México. *Ciencia Mx, noticias*. Recuperado de: <http://conacytprensa.mx/index.php/reportajes-especiales/22910-desperdicio-alimentos-iniciativas-mexico>
- Ingeniería sin Frontera (s.f.). *Tecnologías apropiadas para la transformación agropecuaria. Deshidratadores solares*. Recuperado de: <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual-Tecnologia-para-la-Transformacion-Agropecuaria-Deshidratador-Solar-ESF-1.pdf>
- Ordaz, L. (2016). *Tipos de deshidratadores solares, Características, beneficios y desventajas*. Recuperado de: <https://www.scribd.com/doc/312704470/Tipos-de-Deshidratadores-Solares>
- Tecnológico Nacional de México (2015). *Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México*. México: TecNM