



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE LA REGIÓN SIERRA
INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

**CAPACITAR EN TÉCNICAS DE DESHIDRATADO
SOLAR Y USO DE DESHIDRATADORES
SOLARES A LOS PRODUCTORES INDÍGENAS DE
HUEYAPAN, MORELOS, MÉXICO.**

Que presenta
JOSE VICTOR SANCHEZ LOPEZ

Como requisito para obtener el título de
INGENIERO EN ENERGÍAS RENOVABLES

Asesor interno:
Mtro. ÁNGEL TORRES TORRES

Asesor externo:
Dr. OCTAVIO GARCÍA VALLADARES

Teapa, Tabasco, México. Septiembre del 2022



Índice

Agradecimiento	4
Resumen	5
Capítulo I	7
Generalidades del proyecto	8
1.1 Introducción	8
1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante	10
1.3 Problemas a resolver, priorizándolos	11
1.4 Objetivos	11
Capítulo II	17
2.1 Marcos teórico	18
2.2 Tipo de deshidratado	19
2.3 Proceso de secado	22
2.4 Mecanismos de transferencia de calor para e deshidratado solar	28
2.5 como aprenden los adultos	30
Capítulo III	33
Desarrollo	34
Estrategias de enseñanza e implementación	34
En el siguiente temario se marcó de forma consecutiva el proceso de cada actividad realizadas	36
Temario	36
Cronograma de actividades	39
Capítulo IV	59
Resultado y evaluación del impacto	60
Conclusión	65
Experiencia personal	67
Competencias desarrolladas	68
Fuentes de información	70
Bibliografía	70

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres a quienes agradezco por darme alientos para terminar mi carrera y me dieron el empuje necesario, de igual manera a mis hermanos por apoyarme en la parte económica para sacar este proyecto adelante, ellos son las personas más valiosas que tengo en la vida junto con toda mi familia cercana le agradezco a ellos infinitamente por estar a mi lado en los momentos buenos y en los malos, que mi futuro y el éxito de mi carrera se lo dedico en especial a ellos.

Agradecimiento

Agradezco Especialmente a Dios quien me dio la vida y que con su voluntad y su fuerza me dio la entereza necesaria para concluir con éxito este proyecto.

Agradezco a mi compañero Jesús Gabriel Ocaña Osorio, Jose Ramón Lara Ramos, a Nayeli López Salas por aventurarnos a salir de nuestra zona de confort y poder trabajar junto en coordinación con la IER de la UNAM y el Tecnológico.

Le agradezco al Dr. Octavio García Valladares por darme la oportunidad de poder trabajar con él en este proyecto, así mismo a todas las personas que en un momento dado me colaboraron con la consecución de la información. Dr. Alfredo Domínguez Niño: Especialista en química de alimentos y deshidratación de alimentos Dr. Octavio García Valladares: Especialista en tecnología de calentamiento solar y procesos térmicos Ing. Ana Lilia César Munguía: Especialista en proceso de secado solar a nivel industrial y su comercialización.

Gracias a todo ese grupo disciplinario por hacer posible el proyecto 319188 (“Centro comunitario para el deshidratado solar de productores agropecuarios de pequeños productores indígena de Hueyapan Morelos”)

Resumen

Una de las metas del proyecto 319188 “Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas de Hueyapan, Morelos” es el desarrollo de programas de capacitación donde una de las actividades es capacitar en usos y técnicas de deshidratado solar a las y los productores indígenas de la comunidad.

Esta actividad la llevo a cabo un equipo multidisciplinario de estudiantes de licenciatura, posgrado e investigadores de diferentes instituciones. Mediante trabajo de campo previo y durante los talleres, el equipo social generó y acompañó al equipo técnico para lograr las condiciones sociales que permitieran a las personas participantes, la apropiación y el reconocimiento del proyecto.

Es por ello la importancia de la explotación de los recursos naturales renovables, en particular la inmensa energía que radia nuestra estela solar, energía barata y fácil de extraer, en esta proyecto se muestra una de tantas formas de explotar la energía solar, como es el caso de los colectores solares, que transforman la radiación solar en calor, en este proceso se puede calentar y/o evaporar agua y utilizarlo para uso doméstico, comercial e industrial, y en la generación de energía eléctrica.

Los talleres tenían por objetivo compartir y construir conocimiento junto con las y los productores indígenas de Hueyapan vinculando los saberes de producción agrícola con los conocimientos teóricos y prácticos del secado solar para que se apropiaran de la tecnología ya que es importante que cuenten con los conceptos básicos para el desarrollo del centro comunitario de deshidratación solar en un contexto de economía circular.

En la actualidad la necesidad de tener un colector solar didáctico, que sea capaz de obtener datos técnicos y físicos es de gran importancia ya que con este equipo las y los productores comprenderán fácilmente el funcionamiento, operación y la recolección de datos mediante instrumentos de medición esenciales para el funcionamiento y operación de los secadores solares.

A lo largo de las 5 sesiones de capacitación no sólo las y los productores adquirieron conocimiento, sino también los talleristas e investigadores tuvieron la oportunidad de aprender temáticas de áreas diferentes a su especialidad, así como comprender la cultura y tradiciones narraciones de los productores con respecto al uso y valor de sus recursos naturales.

Capítulo I

Generalidades del proyecto

1.1 Introducción

El presente trabajo pretende exponer el origen, desarrollo y evolución que ha experimentado el proceso de capacitar en técnicas de deshidratado solar y uso de deshidratadores solares a los productores indígenas de Hueyapan, Morelos, México.

La importancia del cuidado del medio ambiente y la conservación de nuestro planeta radica prácticamente en poder aprovechar todos los recursos naturales que existen y exportarlo al máximo. De acuerdo con Mauro Valdés Barrón investigador responsable del Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM señaló que, de acuerdo con sus propias estimaciones, un cuadrado de únicamente 50 kilómetros cuadrados podría recibir durante el año la suficiente energía solar para satisfacer las necesidades de una población de 120 millones de habitantes, utilizando solamente el 0.15% del territorio nacional. (Naix'ieli Castillo García, 2013)

No solo podemos explotar la energía que proviene del sol, México es un gran país con la cual tenemos mucha tela de donde cortar, por ejemplo, otras de las grandes tecnologías que podemos explotar es la del viento “Energía Eólica” En México Actualmente, el 6% de Energía se obtiene de la energía eólica la cual equivale a abastecer a 6 millones de mexicanos. La secretaría de Energía estima que para el 2029 alrededor del 16% de la electricidad de México será generada por la tecnología eólica. De acuerdo a la revista tech4 CDM publicado al final del 2018.

En México se han identificado diferentes zonas con potencial para la explotación eólica para la generación eléctrica, entre ellas destacan la zona del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, La Rumorosa en el estado de Baja California, así como en los estados de Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Sinaloa, y en la Península de Yucatán. A finales de 2009, la capacidad instalada en generación eólica superaba los 250 MW de potencia, mientras que la capacidad autorizada está en torno a los 2,300nMW, por lo que existe parte de la capacidad que aún están en desarrollo. (Revistatech, 2018)

México es uno de los países con diferentes tipos de clima y por esa sencilla razón podemos generar energía por múltiples fuentes siempre respetando la naturaleza nuestro planeta.

El presente proyecto se enfocado en el aprovechamiento del sol como una fuente de energía para el deshidratado de producto de Hueyapan Morelos, dicho proyecto se llevó en coordinación con CONACYT (Consejo de Ciencia y Tecnología) ,IER (Instituto de Energía Renovables), Universidad de Guadalajara y la Universidad Internacional.

1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante.

El Instituto de Energías Renovables de la UNAM nos dice que la “misión del Instituto es realizar investigación científica básica y aplicada en energía, con énfasis en energías renovables, que coadyuven al desarrollo de tecnologías energéticas sustentables; llevar a cabo estudios, asesorías y capacitación a los distintos sectores de la sociedad; formar recursos humanos especializados, y difundir los conocimientos adquiridos para el beneficio del país. Somos un referente nacional y la principal institución de México activa en la investigación, innovación, divulgación y formación de especialistas en tecnologías energéticas sustentables.” (IER.UNAM)

Estamos ubicados en la ciudad de Temixco, Morelos. Surgimos como Instituto en enero del 2013 como una transformación del Centro de Investigación en Energía (CIE) y pertenecemos al Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM. (IER.UNAM)

1.3 Problemas a resolver, priorizándolos.

Reducir el desperdicio de alimentos por medio de las capacitaciones en el uso y técnicas de deshidratado de alimentos por medio de los deshidratadores solares, buscando contribuir en la disminución del impacto ambiental, incrementar el desarrollo económico comunitario de la región, así como una mayor producción y disposición de productos nutritivos en el mercado y en la mesa de las familias de la región.

1.4 Objetivos

- Compartir y construir conocimiento junto con las y los productores indígenas de Hueyapan sobre su producción agrícola para fortalecer su valorización en la comunidad y poder integrar estos saberes al proceso de deshidratación solar.
- Las y los productores comprenderán y aplicarán los conocimientos teóricos y prácticos del manejo de las energías renovables para la transformación de alimentos por medio del secado solar para apropiarse de la tecnología y sean ellos los principales tomadores de futuras decisiones.
- Caracterizar experimentalmente el sistema de deshidratadores solares frente a los agricultores.
- Las y los agricultores comprendan un lenguaje técnico en deshidratado solar.
- Las y los productores podrán comercializar sus productos deshidratado

1.5 Justificación

La realización del siguiente proyecto viene constituida por unas necesidades tanto económicas como medioambientales.

Unas de las grandes preocupaciones a nivel mundial es la conservación de los alimentos, de acuerdo con la Mariana Jiménez, directora de Alianzas Estratégicas en Innovación de la Red de Bancos de Alimentos de México (BAMX). cada año la pérdida y desperdicio de alimentos asciende a más de 20 millones de toneladas de alimentos, “Esa cifra equivale a 34% de los alimentos que se producen México. Hubo una actualización reciente a finales del 2020, en el que ya se habla de cerca de 24 millones de toneladas de alimentos” (Vega, 2021)

Actualmente, la humanidad enfrenta grandes retos; abatir el hambre y la pobreza, ahorrar y usar eficientemente la energía, priorizando el uso de las energías renovables, mitigar la emisión de gases de efecto invernadero y evitar en lo posible la contaminación del agua y del suelo, que dañan de manera irreversible la estabilidad del planeta y el bienestar de nuestra sociedad. La cadena alimentaria juega un papel preponderante en coadyuvar a resolver los problemas planteados. Los alimentos son los combustibles de todo ser vivo y su suministro suficiente, oportuno, accesible e inocuo, contribuirán a que el abasto alimentario ayude a reducir los riesgos sanitarios, a mitigar el hambre y permitir un crecimiento económico mediante una adecuada y sustentable producción y comercialización (Pérez, 2022)

En las regiones de pobreza extrema, el hambre y la desnutrición se hacen presentes afectando mayoritariamente a la población infantil y de tercera edad, lo que hace impostergable contribuir de manera sustancial a mejorar la alimentación en las personas más vulnerables. A pesar de que hay suficiente alimento para cubrir las necesidades de más de la población mundial actual, los problemas de distribución, originan que no todos tengan acceso a los alimentos básicos; adicionalmente en los países en desarrollo, las pérdidas de alimentos alcanzan hasta porcentajes arriba del 40%, debido, básicamente, a catástrofes naturales (sequías, inundaciones, incendios), a agotamiento de la fertilidad de los suelos, falta de tecnología y/o malas prácticas durante el cultivo, cosecha, almacenamiento y distribución, que merman la producción de alimentos y la economía de los diferentes actores en la cadena de suministro de alimentos, principalmente de los trabajadores del campo. En los centros de acopio, como centrales de abasto y mercados, se presenta el grave problema del intermediario, en donde se imponen precios arbitrarios minando los beneficios de los campesinos. En ocasiones, se recurre a estrategias de mantener baja la oferta de productos agrícolas, para conservar en lo posible un alto precio de venta, lo que origina que una gran cantidad de producto se tire y no se aproveche; y en las ocasiones en las que ya la oferta es grande y los precios bajan, muchas veces a los productores les es más caro cosechar e intentar vender los productos que la cantidad de dinero que recibirán por ellos. Estos factores afectan en mayor medida a los pequeños productores rurales y en particular a las comunidades indígenas. (lifeder, 2022)

Sin embargo, es factible técnica y económicamente la recuperación de las pérdidas de alimentos y parte de la cosecha, otorgándoles un valor agregado por medio de su transformación, en particular su conservación y preservación; sin embargo, la mayoría de estos procesos son caros y/o complejos. Existen diversas tecnologías de conservación, la más antigua es el secado a cielo abierto, en donde se exponen los alimentos directamente a la acción de la energía solar y del viento. Es un sistema muy utilizado en zonas rurales de países en desarrollo; sin embargo, existen grandes pérdidas debidas a infestaciones de insectos, roedores, generación de microorganismos dañinos, afectaciones por lluvia, entre otros factores. Otras desventajas son que requiere de largos tiempos de secado, grandes superficies de exposición, y mano de obra intensiva para manipular adecuadamente el producto, obteniéndose, por lo general, un producto seco de mala calidad e higiene. La reducción del contenido de agua (deshidratación), permite largos periodos de preservación de los alimentos, la pérdida de peso y volumen, lo que hace más económico su transporte y manejo. En general, se mantienen la mayor parte de los nutrientes, en particular las proteínas, azúcares y algunos minerales. En los procesos de secado de alimentos, los constituyentes se concentran como resultado de eliminación del agua; es por eso que un alimento deshidratado presenta un mayor contenido de proteínas, azúcares, sales minerales, vitaminas, carotenoides, antioxidantes, entre otros. La ventaja del proceso de secado solar es que los alimentos son secados a temperaturas bajas lo que evita que haya mayor degradación de sus constituyentes en comparación con los métodos de secado tradicionales (miskiewics, 2014).

Actualmente, se cuenta con tecnologías de secado que utilizan la energía solar como energía primaria, su diseño, materiales de construcción, eficiencia y rentabilidad las hacen adecuadas y viables para su uso en las regiones rurales, en donde no se cuenta o es escaso el suministro de energía convencional, su operación es sencilla y no se requiere de una compleja capacitación, además que se pueden aplicar para una gran diversidad de productos agropecuarios, protegiéndolos de los contaminantes y del medio ambiente (miskiewics, 2014).

La utilización de la energía solar, además del ahorro del consumo de hidrocarburos, permite compartir el recurso con otras fuentes renovables de energía como la biomasa, que podrían complementar el proceso de secado durante la noche o en días de escasa radiación solar, obteniéndose un cuasi proceso continuo, contribuyendo a realizar un proceso sustentable, que podría cubrir desde el control de la calidad de la producción y del proceso, hasta la aplicación de técnicas de preservación de los productos secos (empacado, encapsulado, pulverizado, etc.).

Ante este complejo panorama, consideramos imprescindible y estratégica la capacitación en técnicas y uso de deshidratado solar a los pequeños productores indígenas, con el fin de fortalecer el desarrollo del sector agrícola, aumentar el uso de energías renovables y mejorar la calidad y diversidad del contenido educativo de estas regiones. Con esto se busca el desarrollo sustentable de estas regiones mediante estrategias que impulsen las actividades productivas locales y los sistemas de organización y capacitación para el trabajo comunitario. Dichas

estrategias se adhieren rigurosamente a los usos, costumbres y necesidades de la región. Todo lo anterior creará las bases para el arraigo comunitario y una mayor productividad, trayendo un aumento en el beneficio económico y social que evitará la migración hacia otras sociedades.

Al hacer estos centros de energía y de desarrollo rentables y autosustentables, se dará un impulso a estas comunidades al ser aplicados para la realización de actividades productivas comunitarias. En otras palabras, se trata de efectuar una verdadera organización y capacitación de las fuerzas de trabajo de las comunidades rurales. No limitándose solo a la comercialización de sus productos sino apoyando la educación y capacitación de las nuevas generaciones de jóvenes y niños, dirigiendo los esfuerzos a un arraigo en su comunidad y una superación permanente con una calidad de vida satisfactoria.

Capitolo II

2.1 Marcos teórico

Aunque no se sabe a ciencia cierta desde cuando se comenzó a utilizar la deshidratación, si se tiene noticia de deshidratado de verduras en el siglo XVIII (va ardel y copley, 1663), estos métodos de deshidratado no fueron modificado de forma importante sino hasta la revolución industrial. En 1854 Tomlinson describe técnicas que se utilizaban en esa época para la deshidratación de papel, fibras y alimentos. (García, 2007)

Cuando se crea la oficina alemana de patente en 1877 se hace notar nuevos avances en la deshidratación, tal es el caso de la patente de un secador utilizando radiación y el registro también de un secador al vacío. Un acontecimiento sin duda importante en esta época fue la publicación de Hausbrand “Drying of air and steam”, ya que es considerado como la primera aplicación formal de métodos de ingeniería para el diseño y el cálculo de deshidratadores. (García, 2007)

Así como mucho otro desarrollo tecnológico de deshidratación tuvo una gran aparición en escenario bélicos como en la guerra de Crimea (1854-1856) en la cual las tropas británicas recibieron verduras deshidratadas de su país. Otro escenario en donde aparecieron estas frutas deshidratadas fue en la guerra de los Boers (1899-1902) en donde se llevó verduras secas canadienses a sudafricana, así como Estados Unidos recibió alrededor de 450 toneladas de verduras deshidratadas en la primera guerra mundial, de tal forma que para 1919 en dicho país se deshidrataban frutos tales como ejotes, zanahoria, apio, papas, espinacas y maíz. (García, 2007)

Hueyapan es una región que actualmente apunta comercialmente al cultivo del aguacate, pero al conocer su historia agrícola, se encuentra que los años anteriores, la introducción de nuevos productos es parte de su subsistencia. Distintas frutas como el durazno, la manzana, la pera, entre otras, fueron incorporadas y funcionaron como parte fundamental de sus ingresos y sabores alimentarios.

2.2 Tipo de deshidratado

2.2.1 deshidratación por osmosis

La Deshidratación Osmótica (ver figura 1) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua



Figura 1. Deshidratación osmosis del durazno

en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal. Estas son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto. (Lenart y Flink, 1996)

Este método permite obtener productos de humedad intermedia, los cuales pueden ser tratados posteriormente por otros métodos. Esta combinación permite, aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales de los productos tratados (Levi et al., 1983; Molano et al., 1996). Requiere equipos de

bajo costo y las sustancias utilizadas como solutos, son de origen natural y de fácil adquisición del mercado (sacarosa, glucosa, fructosa, entre otras) permitiendo que pequeños procesadores puedan acceder a ella por los bajos costos de inversión. En algunos casos es posible el consumo inmediato del producto, según el tipo de soluto utilizado como agente osmodeshidratante. (Quintero, 1997)

2.2.2 Deshidratación por secado al sol

La energía llega del sol como radiación, las paredes del colector se calientan por conducción. El aire fresco que entra se calienta,



Figura 2. Secado de tomate al aire libre.

y circula hacia el área de secado por un proceso de convección (ver figura2). El agua contenida en los productos se evapora y sale por la parte superior del área de secado. Finalmente, el aire cargado de humedad sale por el área de evacuación y se disipa en el ambiente. El proceso constante de convección conlleva al secado de los frutos en lapsos de tiempo que dependen de las condiciones climáticas y micro climáticas del día y el sitio donde se encuentre funcionando el deshidratador. (IIES, s.f.)

2.2.3 deshidratación por liofilización

Llamada anteriormente criodesecación, es un proceso de secado que se basa en sublimar el hielo de un producto congelado (ver figura 3). El agua del producto pasa, por tanto, directamente



Figura 3. Deshidratación por liofilización

de estado sólido a vapor sin pasar por el estado líquido, para lo cual se debe

trabajar por debajo del punto triple del agua, 0.01°C y 4.5 mmHg. Como proceso industrial se desarrolló a mediados del siglo XX, pero sus principios eran ya conocidos y empleados por los incas. El procedimiento ancestral consistía en dejar que los alimentos se congelasen durante la noche por la acción del frío de los Andes y gracias al calor de los primeros rayos de sol de la mañana y la baja presión atmosférica de las elevadas tierras andinas se producía la sublimación del agua congelada. Este proceso es conocido como liofilización natural. (granada, 2012)

2.2.3.1 Etapas del proceso

- Acondicionamiento de la materia prima
- Congelación
- Sublimación
- Ruptura de vacío
- Almacenamiento
- Rehidratación

2.2.4 deshidratación por congelación

Se refiere al almacenamiento de un alimento a temperaturas menores a -18 °C.

El agua libre del alimento es congelada por completo y se vuelve inutilizable para la reproducción de los microorganismos. Este método no mata los microorganismos y, una vez que se descongele el alimento, seguirán degradándolo. (CCH, s.f.)

2.2.5 deshidratación por convección

La capacidad del aire para eliminar el agua de un alimento depende de su temperatura y del agua que contiene este, que se expresa como (humedad absoluta), (HA) en kg; humedad relativa (HR) en porcentaje, que representan la

relación existente entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de vapor de saturación a la misma temperatura multiplicado por cien. El proceso implica simplemente el hacer pasar alrededor del alimento una corriente de aire caliente la cual elimina el agua que se encuentra dentro y en la superficie del alimento, en este proceso se debe tener presente que cada alimento presenta sus características especiales de trabajo y que sus índices de difusión del agua varían por lo cual hay ciertos productos que tardan bastante en secarse hasta un porcentaje óptimo de conservación; este tipo de estructuras y proceso es el menos complejo y uno de los más baratos por eso se hace tan aplicable a muchos tipos de producciones. (ARIAS, 2007)

2.3 Proceso de secado

2.3.1 higiene personal y de instalación

La higiene personal es uno de los puntos más importantes al momento de manipular cualquier alimento, al momento de hacer este sencillo paso nos ahorramos muchas enfermedades y de igual manera damos un mejor servicio cuando de vender se trata.

Algunos puntos que debemos considerar son:

- Usar cofia, bata y/o mandil, cubrebocas, cubre barba, guantes.
- No llevar pulseras, collares, aretes, relojes, perfume
- Uñas cortadas
- Lavarse las manos
- Usar utensilios limpios
- Usar trapos limpios
- Instalaciones limpias
- Revisar clima días previos
- Organizar personal

2.3.2 Selección de materia prima

Los alimentos de calidad tienen su origen en ingredientes de calidad y es responsabilidad del productor cerciorarse de que aquellos que integran sus alimentos sean sanos y seguros. Es por eso que en este apartado se toma el tiempo de poder seleccionar la materia prima y eliminar aquellas que no son de calidad o que no cumplan con lo requerido.

Algunos de los puntos que se deben considerar son:

- Pesaje inicial
- Realizar inspección física y biológica
- Clasificar producto en aceptable (consumible) o no
- Producto no debe estar dañado más de $\frac{1}{3}$ de su cuerpo
- Saber la procedencia del producto

2.3.3 Lavado y desinfección

Es necesario tener una buena seguridad alimentaria para gozar de una buena salud. La seguridad alimentaria se refiere al proceso para conseguir y conservar a los alimentos inocuos y libres de microorganismos. La desinfección de los alimentos es un proceso físico o químico que mata a todos los microorganismos presentes en los alimentos.

Los niveles de cuidado de los alimentos son:

- Esterilización química donde los microorganismos y sus esporas son eliminados por tiempos de exposición prolongados.

El cuidado de los alimentos puede ser:

- de alto nivel en la cual los microorganismos son eliminados excepto un alto número de esporas.
- nivel medio en la cual son eliminadas las micobacterias, las bacterias vegetativas y gran número de esporas durante un tiempo de exposición corto.

- de bajo nivel en la cual la mayoría de las bacterias, virus y algunos microorganismos mueren en un corto periodo de tiempo por ejemplo 10 minutos. (Pozo, 2021)

Algunos de los puntos que se deben considerar son:

- Usar utensilios limpios
- Lavar con jabón grado alimenticio
Quitar tierra, polvo.
- Enjuagar
- Desinfectar (gotitas de cloro desinfectantes comerciales)
- Usar agua potable.

2.3.4 pelado y rebanado

El pelado es una de las operaciones preliminares del procesado de alimentos, con este se busca propiamente eliminar la cáscara o piel de la materia prima ya que se busca dar una mejor presentación al producto, evitar que algunas sustancias presentes en la cáscara se mantengan hasta el final del proceso.

Algunos de los puntos que se deben considerar son:

- Eliminar secciones dañadas del producto (Hongo, aguado, plaga, manchado.)
- Precaución con objetos filosos
- Uso de rebanadora
- Rebanadas delgadas (3-5 mm de espesor) para un proceso más rápido
- Medir humedad y actividad inicial del agua
- Aplicar pretratamientos (sólo en caso necesario)
- Pesaje de residuos orgánicos
- No consumir la materia prima
- No recoger materia prima del suelo

2.3.5 montaje y limpieza

Podemos definir montaje como “un proceso de producción sistemático que divide el flujo de trabajo en muchas etapas diferentes realizadas por diferentes trabajadores. Es una técnica de fabricación basada en pequeñas tareas realizadas en secuencia.” (Ricardo, s.f.)

En el proceso del deshidratado se usará una técnica muy parecida a la que uso Ford en 1913 una “línea de producción”, tratando en que cada persona se especialice en una zona y de esta forma poder trabajar todos. Cuando hablamos de limpieza, nos referimos usualmente al acto de limpiar, o sea, de eliminar la suciedad y los residuos que haya en un ambiente, una superficie o un objeto cualquiera. Al mismo tiempo, nos podemos referir al grado de pulcritud que tenga dicho espacio, ambiente u objeto. (Concepto, 2021)

Debemos considerar la siguiente lista para el montaje y limpieza del proceso de deshidratado solar:

- Aprovechar la mayor área posible de las charolas
- No encimar rebanadas en charolas
- Revisar que la cámara de secado esté limpia
- Colocar mallas sobre la bandeja
- Las mallas tienen un recubrimiento de teflón para evitar que los alimentos se peguen y tengan una buena presentación final
- Considerar que a la entrada del aire en la cámara de secado es la zona donde el aire está más caliente y el secado es más rápido
- Llenar primero en la zona de entrada de aire caliente con los productos de mayor ancho o de mayor tiempo de secado por sus propiedades estructurales
- Para evitar la contaminación cruzada, los estantes deben llenarse con el mismo producto en la proximidad
- Limpieza de utensilios y equipos
- Limpieza de mandiles

2.3.6 secado

El secado es un método de conservación de alimentos, consistente en extraer el agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro ha sido practicado desde antiguo. En el proceso del secado solar en la cuestión del tiempo dependerá de que frutas nosotros queramos deshidratar y de igual manera del grosor de las rebanas.

Algunos del punto que podemos tomar la cuenta al momento de secar son los siguientes:

- Revisar que los secadores estén limpios
- No cubrir el panel fotovoltaico del ventilador
- Orientar e instalar los secadores hacia el sur
- Colocar malla-sombra si no queremos afectación en el color
- Empezar a deshidratar a más a tardar las 10:00 am
- Revisar el secado cada hora
- Máximas temperaturas alcanzadas entre las 12:30 y 14:00 dependiendo del día y mes
- Hay aire más caliente a la entrada del secador
- El secado es más rápido de los productos a los que les incide el sol
- Rotar las charolas de ser necesario
- Estar pendiente de la temperatura de los secadores
- El proceso de secado en alimentos con alto contenido de humedad (mayor a 80%) llevará más tiempo que aquellos cuya humedad inicial es baja (menor a 80%).

2.3.7 desmontaje y selección

Podemos definir el desmontaje como la operación de desmontar las piezas de una máquina, instalación o estructura. Cuando se habla de desmontaje y selección es el hecho de limpiar el lugar que se empleó para dicha actividad y recuperar lo que aun sirve. (dictionary)

El desmontaje y selección del proceso de deshidratado solar es poder limpiar el área de trabajo, acomodar las mesas, las rebanadora, cuchillos, charolas, que se

ocuparon y el proceso de selección es poder determinar las charolas que aún le hace falta el proceso de secado.

- Medir humedad y actividad del agua final
- Cuando la muestra seca tiene un contenido de humedad final menor al 10%, será microbiológicamente estable.
- Limpiar mesas para desmontar
- Conteo de charolas utilizadas
- No comerse la producción
- No recoger la materia prima que cae al suelo
- Inspección del producto deshidratado (producto que continúa húmedo se retira para finalizar el proceso de deshidratación)

2.3.8 Empaquetado y limpieza

El empaquetado es el proceso que permite almacenar o disponer un producto para su traslado y/o comercialización. Se trata de la acción que lleva a guardar o a recubrir el producto en cuestión, de manera tal que quede preparado para el transporte, la exhibición o el consumo. (Pérez Porto, 2021)

Podemos decir que el empaquetado y la limpieza de los productos deshidratado nos referimos a la acción de aguardar el producto y limpiar el área de trabajo.

- Definir la presentación final del producto seco
- Pulverizar, cortar, etc.
- Pesaje para unidad de venta
- Embolsar
- Sello térmico
- Etiquetar con fecha de producción (lote) y caducidad
- Etiquetar tipo de producto de acuerdo a la presentación final deseada
- Limpieza final de utensilios
- Conteo de unidades de venta
- Inspección final
- Limpieza final de las instalaciones

2.4 Mecanismos de transferencia de calor para e deshidratado solar

2.4.1 conducción

El fenómeno de transferencia de calor por conducción es un proceso de propagación de energía en un medio sólido, líquido o gaseoso, mediante la comunicación molecular directa o entre cuerpos a distintas temperaturas. La segunda ley de la termodinámica establece que la transferencia de calor se lleva a cabo desde la región de mayor temperatura hacia la de menor temperatura. Se dice que el flujo es proporcional al gradiente de temperatura. Ver la ecuación 1.

$$\text{Es decir, } q'' = -k \frac{\partial T}{\partial x} \dots \dots \dots \text{ecuación 1}$$

Donde q'' denota el flujo de calor por unidad de área o densidad de calor en la dirección x y k es la conductividad térmica del material. El signo en la ecuación es introducido de tal manera que la ley segunda de la termodinámica sea satisfecha, es decir, que el calor debe fluir de mayor o menor temperatura. Esta ecuación se conoce como la ley de Fourier de conducción de calor. (Zapata, 2020)

2.4.2 Convección

Es un proceso de transporte de energía que se lleva a cabo como consecuencia del movimiento de un fluido y está íntimamente relacionado con el movimiento de éste. Ver la ecuación 2

$$q'' = h(T_s - T_\infty) \dots \dots \dots \text{ecuación 2}$$

Donde h es el coeficiente de transferencia de calor o coeficiente de película. Se conoce como la ley de Newton de enfriamiento. El fenómeno de transferencia de calor por convección usualmente se clasifica como convección forzada y

convección libre o natural. En la convección libre el movimiento del fluido resulta como una consecuencia de los gradientes en densidad que experimenta éste, al estar en contacto con una superficie a mayor temperatura y en presencia de un campo gravitacional. En la convección forzada el fluido se hace pasar sobre un sistema mediante la acción de algún agente externo, como un ventilador, una bomba o agentes meteorológicos. (Física-uns, 2021)

2.4.3 Radiación

Un cuerpo negro es aquel que emite energía radiante de su superficie a una razón proporcional a su temperatura absoluta elevada a la cuarta potencia. Ver la ecuación 3

Es decir, $q'' = \sigma T^4$ecuación 3

Donde σ es una constante que adquiere un valor igual a $5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ en el Sistema Internacional de Unidades y se conoce como la constante de Stefan Boltzman. De la ecuación se deduce que la superficie de todo cuerpo negro emite radiación, si es que se encuentra a una temperatura diferente del cero absoluto, independientemente de las condiciones de los alrededores.

Un cuerpo real no satisface las características de un cuerpo negro, dado que emite a una temperatura dada, una fracción constante de la emisión correspondiente a un cuerpo negro, a cada longitud de onda se conoce como cuerpo gris. La cuál se puede expresar mediante la ecuación: ver la ecuación 4

$q'' = \epsilon \sigma T^4$Ecuación 4

Donde ϵ es la emitancia de la superficie gris. La radiación emitida por un cuerpo gris a una temperatura absoluta T_1 hacia la misma envoltente a temperatura T_2 , puede calcularse el flujo neto de energía radiante entre ellos mediante la ecuación: ecuación 5

$$q = \sigma F A_1 (T_1^4 - T_2^4) \dots \dots \dots \text{ecuación 5}$$

Donde F es una función que no solo depende de las características superficiales de ambos cuerpos, sino también del arreglo geométrico que guardan entre sí. Es decir, la función F depende de la emitancia de ambos cuerpos y de la fracción de energía radiante emitida por el cuerpo 1 que es interceptada por el 2. (Connor, 2019)

2.5 como aprenden los adultos

Para poder dirigirnos a los adultos en cuestiones de enseñanza-aprendizaje, hay que tener presentes las siguientes peculiaridades:

- Las participantes, en general, estarán conscientes de sus necesidades de capacitación; tienen alguna o suficiente experiencia a través de la vida y el trabajo, lo cual les permite valorar y aplicar reconocimientos particulares a su rango de experiencia. Son capaces de discriminar cuándo y dónde estudiar y aprender. Al día han internalizado los conocimientos y/o los aprendizajes adquiridos, que de alguna manera deben actualizarse. (Santana, 2007)
- En cuanto a la experiencia, les sirve ésta como recurso de aprendizaje y como referente para relacionar aprendizajes nuevos cuya orientación se centra en la vida. Por lo tanto, lo pertinente para el aprendizaje son

situaciones reales para analizarlas y vivirlas de acuerdo con su proyecto personal de vida y las experiencias acumuladas.

- los adultos, cabe conceptualizar la experiencia como un embudo gigante de conocimientos por cuya parte superior entra la nueva información, que a veces "se derrama" a menos que se "adhiera" a alguna información anterior. En muchas disciplinas se reconoce que la experiencia de los adultos tiene un efecto intenso en el proceso de aprendizaje. Por una parte, las experiencias ayudan a obtener nuevos conocimientos si se presentan de tal manera que se relacionen con los conocimientos anteriores y con los modelos mentales. Por otra parte, esos mismos modelos mentales llegan a levantarse como barreras gigantes cuando los nuevos conocimientos los ponen en tela de juicio, todo aprendizaje puede verse como un reaprendizaje. (Ledo, 2015).
- Los adultos se disponen a aprender lo que necesitan saber o poder hacer para cumplir su papel en la sociedad, de ahí la prontitud en aprender; ellos miran la capacitación como un proceso para mejorar su capacidad de resolver problemas y modificar positivamente lo que les rodea. Se motivan internamente y el papel del facilitador en este sentido es animarlos a aprender, orientar su aprendizaje y crear las condiciones que promuevan lo que ya existe en los adultos. El aprendizaje adulto se fomenta mediante conductas y actividades de capacitación, en las que se demuestre respeto, confianza y preocupación por el que aprende. Los adultos serán más

receptivos cuando perciban que los objetivos del curso responden a sus necesidades y expectativas, así el éxito del alumno se basa en aprender: a conocer, a aprender, a hacer, a ser. Lográndose así un aprendizaje activo, que se ajustará a las condiciones sociopolíticas del país para una contribución cada vez más y mejor en el desempeño de sus actividades. (Fernández Sánchez, UNAM. 2001)

Capítulo III

Desarrollo

Durante el periodo de junio a noviembre de 2022 se capacitó a los productores en el técnicas y uso de los deshidratadores solares. Se comenzó con los talleres y capacitación a los productores sobre secado solar con el objetivo de que conozcan la tecnología y se apropien de ella.

Estrategias de enseñanza e implementación

Para diseñar e impartir los cursos a los productores agrícolas se plantearon estrategias de comunicación desde un enfoque de la andragogía. El equipo multidisciplinario, en especial el equipo social, generó las condiciones para que el equipo técnico logrará comunicarse con los productores para el cumplimiento de las metas propuestas, tomando en consideración la perspectiva de género, social y cultural de los productores, y asumiendo que todos aprendemos al compartir experiencias y saberes.

La orientación social del proyecto fue la relación basada en la colectividad, el trabajo colaborativo, y el reconocimiento de las diferentes formas de resolver problemas para la consolidación de un ambiente laboral sustentado en el respeto y en la atención a la diversidad.

Las estrategias educativas se diseñaron con base a los siguientes marcos pedagógicos y de inclusión social:

1. El diálogo para generar un proceso de educación para adultos, se definió desde el sustento del autodescubrimiento para que el esquema de

capacitación fuera la oportunidad de comprender las necesidades de los productores y la visión para alcanzar sus metas de producción agrícola.

2. La realidad compleja de trabajar con personas, requiere de la sensibilidad, el respeto para reconocer las diferencias y las necesidades de cada persona. En este sentido, la diversidad social en cuanto a edad, salud y género fueron visibles, por lo que se realizaron adaptaciones que permitieron la inclusión social y se evitó la exclusión. Las condiciones materiales, se adaptaron de manera sencilla:

- a. Se rentaron sillas que permitieran la comodidad para los adultos mayores ya que uno de ellos presenta una discapacidad motriz.
- b. Los contenidos de los cursos, además de presentarse por computadora en un proyector, se entregaron impresos a los productores para facilitar el aprendizaje y la discusión de los temas abordados en cada sesión. Debido a que se detectaron personas con problemas de visión y su nivel de lectura.

3. Un lenguaje descriptivo, durante las primeras sesiones de los talleres se comenzó a explicar con un lenguaje sencillo y coloquial, con el fin de que las y los productores entendieran los conceptos básicos de la deshidratación solar de alimentos. Sin embargo, en las sesiones finales se empezó a usar un lenguaje más técnico, para que los productores se familiaricen con estos términos y se vayan integrando en su lenguaje y sean parte de sus saberes cotidianos. Estos términos técnicos y científicos se

relacionaron con lo previamente aprendido para que este conocimiento se fuera internalizando.

En el siguiente temario se marcó de forma consecutiva el proceso de cada actividad realizadas.

Temario

1. Inocuidad del procesamiento de alimentos
2. Propiedades de los alimentos frescos y deshidratados
3. Pretratamientos
 - a. Blanqueo
 - b. Jugo de limón
 - c. Salado, enchilado y azucarado
4. Secado solar de alimentos
 - i. Conceptos básicos, ventajas y desventajas
 - ii. Proceso de secado solar
 - iii. Tipo de secadores (pequeña, mediana y gran capacidad)
 1. Pequeña capacidad: domésticos (Drybox mini)
 2. Mediana capacidad: gabinete y de tipo túnel
 3. Gran capacidad: planta piloto de secado solar en Xochitepec, Morelos
5. Tecnologías de aprovechamiento de la energía solar
 - a. Captador solar
 - b. Secadores solares
 - c. Paneles fotovoltaicos

6. Equipamiento tecnológico
 - a. Equipo de laboratorio
 - b. Equipo de producción (pesaje, rebanado, empacado, etc.)
 - c. Equipo de secado y calentamiento
 - d. Estación meteorológica

7. Panorama general
 - a. Emprendimiento y emprendimiento social
 - i. Herramientas (Canvas social, mapa de empatía, validación de hipótesis)
 - b. Organización, comunicación y trabajo en equipo
 - i. Producción y logística
 - ii. Ventas, marketing y comercialización
 - iii. Finanzas
 - c. Experiencias de emprendimiento en secado solar

Los temas uno y dos se dieron ya que son parte de la base del conocimiento del procesamiento de alimentos. La inocuidad se requiere para tener un producto de calidad y es la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman de acuerdo con el uso a que se destinen.

El tema de pretratamientos se dio porque fueron los productores quienes tenían preguntas de cómo mantener las propiedades de algunos productos, sobre todo el color. Se impartieron durante la clase algunos pretratamientos como el jugo de limón para evitar que se oxide el producto, o el bicarbonato para preservar el

color verde de algunos productos. En cuanto a las hierbas aromáticas se sugirió colocar una malla sombra sobre los secadores en los que la irradiación solar incide al interior de la cámara de secado sobre los alimentos. Es importante mencionar que las temáticas vistas en las sesiones fueron, tanto la base teórica y práctica de secado, como también temas que los productores solicitaban aprender.

Se dieron las bases completas sobre lo que es el secado solar de alimentos, las ventajas y desventajas, el proceso de secado y los tipos de secadores. Para estos dos últimos puntos se realizaron dos prácticas. Para conocer el funcionamiento de los secadores de pequeña capacidad se hizo una práctica con los secadores domésticos (Drybox mini) y para los de mediana y gran capacidad se realizó una práctica y visita guiada a la planta piloto de secado solar en Xochitepec, Morelos y al IER-UNAM. Todo esto con el objetivo de que las y los productores tengan una base sólida sobre el tema, ya que es lo que se estará realizando a lo largo de todo el proyecto. También para que conocieran los secadores que se trasladarían en su momento a Hueyapan para su uso y que de forma provisional se instalaron para pruebas en Xochitepec y en el IER-UNAM.

Se impartió el tema de tecnologías de aprovechamiento de la energía solar y equipamiento tecnológico para que las y los productores conozcan las ventajas y beneficios que nos brinda el Sol. Además de saber cómo funciona cada equipo que se usa a lo largo del proceso de secado, y como darle mantenimiento.

Una de las temáticas que fue bastante importante e interesante fue la del panorama general del secado solar. Esta sesión se dio con el objetivo de que visualicen que se requiere de una gran comunicación y trabajo en equipo, ya que están por iniciar a lo que se le llama actualmente un emprendimiento social. Se les hizo ver que el secado solar no sólo es el deshidratar alimentos, sino que también con lleva una serie de conocimientos, que se verán a profundidad más adelante, pero son igual de importantes que el proceso de secado, como la comercialización, las ventas, la logística, el marketing, etc. Mismos que se requieren para obtener un producto de calidad y poder introducirlo en el mercado con mayor potencial.

Cronograma de actividades

Se realizaron 5 sesiones donde se impartieron los diferentes temas del temario.

En la siguiente tabla se muestra el cronograma de actividades llevado a cabo durante el curso de capacitación.

Tabla 1. Tabla de sesiones realizadas durante la capacitación

Fecha	Sesión	Número de asistentes
6 de agosto 2022	1. Inocuidad y secado solar con práctica de secado con secadores solares domésticos (Drybox Mini)	Talleristas: Ayudantes: Productores: Total:

27 de agosto 2022	2. Secado solar y práctica de secado con secadores de mediana y gran capacidad en la planta de deshidratación solar en Xochitepec, Morelos	Talleristas: 4 Ayudantes: 8 Productores: 17 Total: 29
24 de septiembre 2022	3. Panorama general de la deshidratación solar de alimentos desde su planeación y producción hasta su comercialización. Experiencias de emprendimiento en secado solar (Solar4eat)	Talleristas: 2 Ayudantes: 7 Productores: 9 Total: 18
1 de octubre de 2022	4. Repaso de inocuidad y secado solar. Propiedades de los alimentos	Talleristas: 2 Ayudantes: 9 Productores: 11 Total: 22
15 de octubre de 2022	5. Tecnologías de aprovechamiento de energía solar Equipamiento tecnológico	Talleristas: 3 Ayudantes: 9 Productores: 12 Total: 24

Sesión 1. Inocuidad y secado solar con práctica de secado con secadores solares domésticos (Drybox Mini)

En esta sesión se introdujo a los productores el tema de secado solar. Se les mostró el funcionamiento de los secadores solares de tipo doméstico y el principio básico de secado solar. Posteriormente se explicaron los requerimientos

de higiene personal y los elementos de vestimenta que se tienen que colocar para evitar contaminar el producto y tener un proceso inocuo (Fig. 1)



Figura 1. Sesión uno, introducción al secado solar

Se explicó a las y los productores los pasos de secado y cada uno eligió una estación, formando una pequeña producción en serie, la cual se puede observar en la figura 2. Comenzando por el lavado y desinfección, seguido del pelado y rebanado, para montar el producto en las charolas y colocar en los secadores solares (Fig. 3)



Figura 2. Proceso de secado solar (producción en serie)



Figura 3. Fotos de cada parte del proceso previo a deshidratar

Mientras se deshidratava el producto se vieron más conceptos básicos sobre secado solar y se dio seguimiento a temas pendientes de la conformación de la figura jurídica de la cooperativa. Una vez pasadas entre 4 y 5 horas se recogieron los secadores solares y se pudo observar que algunos productos ya estaban deshidratados, principalmente las hierbas aromáticas y medicinales como se muestra en la figura 4. Las y los productores degustaron los productos mostrando asombro de la velocidad de secado de las hierbas y el avance de la deshidratación de otros productos como la pera, manzana y zanahoria.

Fueron bastante observadores y detectaron como fue que los limones y algunas hierbas aromáticas perdieron su color verde característico. Se les explicó que es debido a que la radiación incide sobre ellos y que existen tratamientos químicos o se puede colocar una malla sombra para evitar la decoloración.



Figura 4. Degustación de productos deshidratados

También pudieron ver la diferencia de las que secaron en la parte superior o inferior del secador. Observaron también como las rebanadas más delgadas en comparación con otras tardaron menos en deshidratarse. Al preguntarles si les habían gustado, la mayoría comentó que sí con gran emoción.

Sesión 2. Secado solar y práctica de secado con secadores de mediana y gran capacidad en la planta de deshidratación solar en Xochitepec, Morelos

Esta sesión se llevó a cabo en la planta piloto de deshidratación solar en Xochitepec, Morelos con el objetivo de que vieran y probaran los equipos que les serían entregados en Hueyapan más adelante. Además de que se familiarizaran con un proceso de secado a mayor escala, donde ya se requiere de cierta logística y un mayor trabajo en equipo y comunicación. No se deshidrató en el túnel de media tonelada, sin embargo, se les dio la explicación de su funcionamiento.

Las y los productores llegaron temprano en la mañana, y se dividieron en 3 equipos ya que también teníamos visitas de los concejales del municipio de Hueyapan y otros productores del estado de Guerrero.

Específicamente, las y los productores de Hueyapan llevaron a cabo la práctica de secado solar, se deshidrataron hierbas aromáticas, manzana, membrillo, carambolo, y naranja. Al igual que en la práctica con los Drybox mini cada productor seleccionó una estación de trabajo, lavado, pelado, rebanado, montaje en charolas, y acomodó en secadores solares para llevar a cabo el proceso de secado solar como se ve en las figuras 5 y 6.



Figura 5. Pre-proceso semi industrial de deshidratación solar de hierbas aromáticas





Figura 6. Pre-proceso semi industrial de deshidratación solar de frutos

Una vez colocados los productos en los secadores solares, se trasladó a todo el equipo al Instituto de Energías Renovables para que pudieran realizar una visita guiada y conocer más sobre las energías renovables, principalmente las de energía solar (Fig. 7).



Figura 7. Visita de los productores indígenas de Hueyapan al Instituto de Energías Renovables

Después de comer se regresó a la planta de secado solar para ver los productos ya deshidratados, desmontarlos y empacarlos como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Post-proceso semi industrial de deshidratación solar de frutos

Los productores pudieron visualizar como es el proceso de secado a gran escala y desde el lavado hasta el empaclado de los productos. La mayoría de los productos se deshidrataron en las 6 y 7 horas que se tuvieron disponibles desde el montaje en los secadores hasta después de comer. Por el poco tiempo disponible no se tuvo la posibilidad de pesar a un gramaje específico cada producto, sin embargo, se empacó para poder conservar el producto durante un tiempo prolongado.

Los productores se mostraron muy motivados de poder ver las cantidades de producto que se podrían procesar y obtener deshidratadas, logrando reducir sus mermas (Fig. 9). Los productos que deshidratamos en su mayoría eran mermas de sus cultivos y comentaban que el poder verlas deshidratadas y empaquetadas los emocionaba mucho porque les permitiría tener un mayor ingreso y aportar a su economía familiar, y en un futuro poder incluso emplear gente de su

comunidad y aprovechar al máximo la merma de los demás productores de la región.



Figura 9. Foto final del día de secado

Sesión 3. Panorama general de la deshidratación solar de alimentos desde su planeación y producción hasta su comercialización. Experiencias de emprendimiento en secado solar (Solar4eat)

La sesión 3 se realizó ya que se observó la inquietud de las y los productores para comenzar con el diseño del empaque y la comercialización de sus productos. Este interés se detonó ya que en la sesión anterior pudieron ver sus productos desde otra perspectiva, pasando por un proceso de transformación, empackado, con mayor valor agregado, etc. Posterior a la sesión del día 27 de agosto (visita a Xochitepec) los productores estuvieron en contacto con el equipo técnico preguntando sobre qué precio se podría poner a su producto, pensaron en un nombre de marca y slogan del mismo, hubo diseños aislados del producto, etc. (Fig. 10).



Figura 10. Propuestas para la marca e imagen de los productos deshidratados de la cooperativa

Observar esta motivación por parte de los productores fue muy grato, sin embargo, se vio la importancia de explicarles la relación de todas las áreas multidisciplinarias que participan para lograr que un producto ingrese con éxito al mercado. El objetivo de esta sesión fue darles un panorama general de todo lo que requieren tomar en cuenta para tener un producto mínimo viable y como la comunicación y trabajo en equipo son la pieza clave para salir adelante en un mercado tan competitivo.

La sesión comenzó hablando sobre lo que es emprender y a lo que ahora se le conoce como un emprendimiento social. Se les dieron consejos cuando uno decide emprender un negocio y se mostraron rápidamente algunas herramientas para el diseño del modelo de negocio, encontrar a tus clientes, etc. Posteriormente se platicó la experiencia de la Ing. Ana Lilia César Munguía en su emprendimiento social, llamado Solar4eat® que busca reducir las mermas de

productos agropecuarios mediante sinergia con los productores y distribuidores mexicanos y la tecnología de secado solar (Fig. 11).



Figura 11. Sesión de panorama general

Durante la sesión se hizo énfasis en que de un producto fresco pueden surgir muchos productos deshidratados o muchas formas de usarlos y por ende diferentes nichos de mercado. Un ejemplo claro fue la manzana como se muestra en la figura 12. Se les invitó a que sean ellos los que experimente deshidratar diferentes productos en diferentes presentaciones, etc., para que sean ellos mismos los que motiven a otras personas a consumir este tipo de productos.



Figura 12. Diapositiva usada para visualizar que de un producto pueden surgir muchas ideas

Se les dio un vistazo a lo que realiza cada área que integra un emprendimiento, como lo es la producción, la logística, las ventas, la mercadotecnia y publicidad,

las finanzas, etc. Esto se dio de manera muy sencilla ya que será en la etapa 2, donde se fortalezca, sin embargo, se decidió mostrar a los productores para que empiecen a visualizar las condiciones que se requieren para su auto organización en la operación de una planta de deshidratado solar y hacerles sentir seguros de que se están dando pasos firmes para que tengan un producto que ingresará con éxito al mercado. Enfatizando en que el objetivo de los talleres de esta etapa es que aprendan los conceptos básicos de secado solar.



Figura 13. Diálogo con productores del área donde les gustaría participar

Con el objetivo de tener un conocimiento preliminar de cuál es el área donde les gustaría participar a las y los productores se realizó una actividad donde comentaron que área les llamó más la atención, que les gustaría hacer, por qué y su contacto como se muestra en la figura 13.

Sesión 4. Repaso de inocuidad y secado solar. Propiedades de los alimentos

Uno de los principales objetivos de los talleres de deshidratación solar en esta etapa es que los productores aprendan y se apropien del conocimiento impartido durante las clases, sintiéndose con la confianza de realizar por su cuenta el proceso de secado y experimentar en sus casas o con los secadores entregados.

Por esto, la sesión cuatro fue dar un repaso general a los temas de inocuidad, propiedades de los alimentos y proceso de secado.

El Dr. Alfredo comenzó explicando conceptos clave de la inocuidad y de las propiedades de los alimentos, como humedad, actividad del agua, color, azúcares, vitaminas, proteínas, y grasas (Fig. 14). En esta ocasión únicamente se dieron los conceptos ya que la sesión práctica de conocer los equipos para determinar estas propiedades sería la siguiente. Durante esta parte de la sesión se hizo uso de un lenguaje más técnico, sin perder de vista una explicación que fuera entendible para todos. Sin embargo, se solicitó a los productores que escribieran en sus libretas las definiciones completas, con todo y los términos técnicos para que los vayan utilizando en su lenguaje cotidiano. Se dieron además los pretratamientos que los productores estuvieron insistiendo en aprender.



Figura 14. Impartición de taller de inocuidad y propiedades de los alimentos

Una vez que se terminó esta parte de la sesión, se comenzaron dos dinámicas que diseñó el equipo técnico integrando múltiples estrategias de enseñanza desde una perspectiva social. Dichas estrategias fueron impartidas al equipo de talleristas por la especialista en educación, la Mtra. Rocío Cortés Popoca.

El objetivo de las dinámicas fue generar autonomía y procesos de trabajo creativos y colaborativos entre los integrantes de la cooperativa, y con el equipo de ingenieros en energía. Todo esto por medio de la generación de diálogo y discusión para que los participantes amplíen sus niveles de autonomía y se sientan responsables de sus funciones dentro de la planta de deshidratación.

Las dos dinámicas se sustentan en el aprendizaje significativo para fortalecer la calidad de la tarea y la ejecución.

1. La primera dinámica se dejó de tarea y consistió en que le platicaran y explicaran a sus amigos, familiares, personas de la comunidad lo que es el proyecto. Esto con el objetivo de que se vayan apropiando del mismo y generen esa seguridad en sí mismos para platicar del proyecto y explicar a otros como funciona la tecnología.
2. La segunda dinámica fue una práctica de simulación que permitió plantear una situación del proceso de secado para tomar decisiones adecuadas. A continuación, se describe como procedió la sesión con esta dinámica.

Se realizaron dos tipos de tarjetas, los encabezados (tarjetas grandes de colores) que se agruparon para describir el proceso de secado de la figura 15 y otras tarjetas donde venía información útil para cada parte del proceso, tanto de realizar durante el proceso como de planear previamente.



Figura 15. Proceso de secado completo

Se les dieron a las y los productores todas las tarjetas revueltas, ellos tenían que ordenar los encabezados en el orden correcto y de ahí colocar las tarjetas chicas en cada estación de trabajo. Fue muy interesante observar cómo se generó dialogo entre ellos y entre unos y otros se apoyaron para tomar decisiones de dónde colocar cada tarjeta.

La actividad se basó en el aprendizaje significativo para fortalecer sus conocimientos en secado solar y darles la seguridad de realizar las actividades de cada área y saber que pueden ejecutar ellos solos el proceso. Los talleristas apoyaron en la discusión y dudas que surgieron entre el grupo sin embargo al momento de la actividad no se les dijo la respuesta directamente, se buscó que fueran las y los productores quienes reflexionaran e interiorizaran los conocimientos adquiridos en sesiones previas.



Figura 16. Productores en dinámica del mural

Una vez que colocaron todas las tarjetas, una integrante del equipo técnico (Ing. Ana Lilia) paso a explicarles cada parte del proceso y revisar que las tarjetas estuvieran en el lugar adecuado. Las tarjetas que se encontraron en un lugar diferente se movieron a la estación adecuada pero siempre comentando y dialogando con los productores la razón por la que ellos la pusieron ahí y qué ventajas tiene también en el otro sitio.

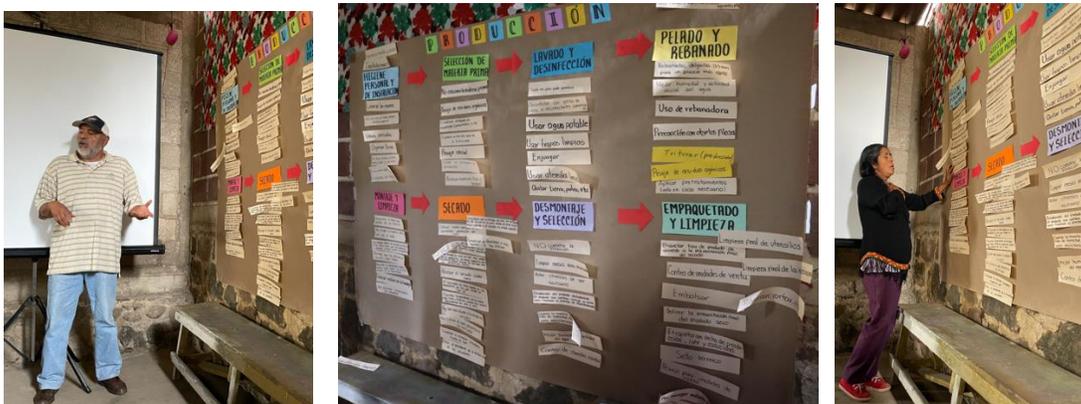


Figura 17. Productores explicando el mural construido por ellos

Una vez completo y corregido el mural se les pidió a los productores que pasaran a explicar a todo el grupo cada parte del proceso como se observa en la figura 17. Ellos se organizaron para determinar quién pasaría a explicar cada estación de secado. Esto se realizó ya que no sólo se buscaba que los productores reforzaran sus conocimientos sobre secado solar, sino también que comenzaran a adquirir y mejorar algunas habilidades como liderazgo, pensamiento crítico, comunicación, y trabajo colaborativo debido a que como emprendedores e integrantes de una cooperativa se enfrentarán a escenarios similares donde será necesario exponer sus ideas, conocimiento y el proyecto frente a un grupo de gente.

Sesión 5. Tecnologías de aprovechamiento de energía solar. Equipamiento tecnológico

La última sesión de los talleres de esta etapa consistió en que las y los productores conocieran sobre algunas otras tecnologías que se pueden usar para el aprovechamiento de la energía solar. Primero se explicó sobre los calentadores de agua, su funcionamiento, los diferentes tipos que hay, las variables que pueden influir en que unos calienten más o menos.

Para que vieran el funcionamiento de los mismos y sus diferencias entre ellos, se llenaron los diferentes captadores que se tenían con agua y se fue monitoreando su temperatura a lo largo del día (Fig. 18). Al finalizar el día se dialogó con los productores sobre las observaciones que se detectaron en cada tecnología.



Figura 18. Práctica de tecnologías de calentamiento de agua

Posterior a las tecnologías de calentamiento se explicó brevemente la energía solar fotovoltaica para generar electricidad. En esta actividad se entregó a cada equipo un ventilador conectado a un panel fotovoltaico para que vieran como se activaba o desactivaba dependiendo de la radiación solar que incidía sobre él como se muestra en la figura 19. Esto fue importante que los productores lo visualizaran ya que dos equipos que les fueron entregados operan con esta tecnología para mover el ventilador con el que cuentan y ser totalmente autónomos en su funcionamiento.



Figura 19. Práctica demostrativa de paneles fotovoltaicos

Posterior a esto se retomó el conocimiento de la sesión anterior de las propiedades de los alimentos para que conocieran los equipos con los que se realizan dichas determinaciones. Una vez que se explicó la teoría de cada equipo, se dejó que los productores hicieran algunas mediciones y comenzaron a sentirse cómodos al maniobrar todo el equipamiento tecnológico (Fig. 20). Se realizaron determinaciones de la humedad de los productos deshidratados con la termobalanza, para que observaran que una vez secos se tienen porcentajes menores al 10% de humedad. Se analizó el azúcar de algunos productos con el refractómetro, así como de actividad del agua.



Figura 20. Práctica de equipamiento tecnológico para el procesamiento de alimentos y obtención de sus propiedades

Una vez que ya sabían para que era cada equipo y lo utilizaron se retomó el uso del mural para que las y los productores reflexionaran sobre que equipos se ocupan en cada parte del procesamiento de alimentos y colocaron una foto de cada equipo en su estación correspondiente (Fig. 21).



Figura 21. Mural completo indicando que equipo tecnológico se usa en cada estación
Este mural se entregó a los productores ya que fueron ellos quienes lo construyeron en conjunto con el equipo técnico. Se espera que les pueda servir de base cuando deshidraten sus productos.

Capítulo IV

Resultado y evaluación del impacto

Durante los meses que se impartieron los talleres de capacitación en secado solar se pudo observar la maduración del conocimiento que adquirieron las y los productores durante las sesiones. De las 15 personas que conforman la cooperativa se tuvo una asistencia constante de entre 9 y 12 productores.

Se encontró que los adultos conocen e interpretan la realidad de su pueblo, y como seres humanos jamás dejan de educarse. Además de que, combinado con la curiosidad e interés de las niñas y jóvenes, que también integran la cooperativa, se logró un equipo diverso que se mostró siempre motivado por aprender y hacer cosas nuevas, como preservar sus productos con tecnología renovable y darles un valor agregado.



Figura 23. Foto de Don Alfredo, Jimena, y Mayra con la felicidad de probar sus productos deshidratados

Los talleres se centraron en generar procesos para aprender a pensar de manera crítica, creativa y ética. Las estrategias educativas utilizadas lograron la reflexión

de las y los productores; y al diseñarse con base al aprendizaje significativo se espera que conserven estas experiencias para toda la vida.

Estos talleres no solo impactaron en la comunidad de Hueyapan sino también en todo el equipo técnico, adquiriendo nuevo conocimiento que se creó en conjunto con los productores. Además de conocimiento, ambas partes adquirieron habilidades como:

- Comunicación, al generarse diálogos entre los integrantes de la cooperativa, pero también del equipo de ingenieros con la cooperativa.
- Liderazgo, las y los productores al saber explicar el proyecto para buscar oportunidades para la comercialización y difundir el proyecto con su comunidad y sus autoridades. El equipo técnico al poder llevar el control del grupo durante los talleres, impartir la clase, etc.
- Pensamiento crítico, al enfrentarse a la toma de decisiones, resolución de problemas, reflexionar y evaluar sobre los conocimientos adquiridos, etc. (ambas partes).
- Trabajo colaborativo, al lograr conformar un gran equipo multidisciplinario, que es capaz de comunicar sus ideas, negociar, llegar acuerdos, ser asertivos, etc. con un objetivo en común.

Capacitar a las personas integrantes de la cooperativa no fue únicamente enseñar, sino un proceso cooperativo para lograr vincular los conocimientos técnicos sobre el cuidado de la tierra y el proceso de deshidratación solar alimentos, con la práctica cotidiana de cultivo y los saberes de la comunidad. Esta

vinculación permitió a los productores y el equipo de ingenieros reconocer el valor de la tierra y apreciar los frutos de la región para apoyar en la calidad alimentaria de la comunidad. Con estos talleres, todas las personas participantes analizan, reflexionan y construyen nuevo conocimiento que tendrá un significado de acuerdo a su cultura y contexto (Fig.24).

Fue muy gratificante ver como la presidenta de la cooperativa Reyna Mejía Maya en conjunto con Florina Maya Pérez lograron platicar de manera continua todo el proceso de deshidratación, desde el tema de inocuidad, hasta los nombres de algunos equipos. Esto se puede visualizar en el vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=kFoVuN5rOMg> en el minuto 4:48 - 5:50. Se puede notar que se logró impactar en las y los productores porque no sólo mencionan el proceso a manera de lista sino mencionan con énfasis en algunos puntos que son cruciales para el proceso de deshidratación, como los espesores de las rebanadas en relación con los tiempos de secado, los tipos de secadores solares, etc. Todo esto mostrando seguridad en lo que dicen.

En esta misma sesión que se realizó para el material audiovisual (22/10/2022), pudimos notar de primera mano que las y los productores ya se habían apropiado de todo el conocimiento que se les había brindado y dominaban las habilidades previamente mencionadas se trabajaron durante los talleres, ya que como se muestra en el video, son ellos los que hablan de todo el conocimiento adquiridos y las capacitaciones, y los beneficios que puede traer, y como dice la señora Esmeralda González, los sueños y metas que surgen a partir de este proyecto.



Figura 24. Entrega de los equipos a la cooperativa

Los deshidratadores solares de pequeña capacidad debido a que son ligeros y fáciles de transportar se han convertido en este proyecto en un equipo fundamental para la capacitación pequeños agricultores de Hueyapan Morelos. Han demostrado que se pueden convertir en una herramienta muy importante del proceso enseñanza-aprendizaje del uso de la energía solar en general y en particular del deshidratado solar de alimentos. Así como un equipo que se pueden llevar los alumnos o personas en general a sus casas para poder continuar con prácticas de secado de diferentes productos de interés y con esto diseminar el uso de estas tecnologías para beneficio propio y de la comunidad.

Para los productores indígenas también se constituyó como una herramienta fundamental para el inicio de la capacitación de los mismos y promover el secado en sus hogares de diferentes productos factibles de secar y de su posterior venta a pequeña escala.

Estos pequeños deshidratadores pudieran en un futuro constituir prácticas en escuelas para promover y entender el uso de las energías renovables (en particular la energía solar térmica) en procesos sustentables y diseminar entre la

población estudiantil y público en general una manera de disminuir el impacto ambiental y ayudar a la seguridad alimentaria de diferentes regiones rurales del país.

Link de la página de YouTube [\(310\) Secado Solar - IER UNAM - YouTube](#)

Búscanos en TikTok como: @secado_solar_ier.unam

Instagram como: secado_solar_ier.unam

Conclusión

Las capacitaciones que fueron impartidas a las y los agricultores bajo la ejecución del proyecto “Centro Comunitario para el Deshidratado Solar de Productos Agropecuarios de Pequeños Productores Indígenas de Hueyapan, Morelos”, CONACyT 319188, se sustenta en la aplicación y el intercambio de los saberes entre las personas indígenas y los saberes que resultan del conocimiento científico para establecer las condiciones de auto organización de los productores agrícolas en la operación de una planta de deshidratado solar.

La creación de una cooperativa, generó espacios de educación para que los adultos se capacitaran sobre la deshidratación solar de los alimentos de su región y, por tanto, crear las condiciones de un entorno favorable para la creación del centro comunitario.

A largo de las 5 sesiones se capacitó a los productores con las bases del procesamiento de alimentos por medio de energía solar. Sin embargo, los talleristas e investigadores también tuvieron la oportunidad de aprender temáticas de áreas diferentes a su especialidad, así como comprender el lenguaje y las narraciones de los productores con respecto al uso y valor de sus recursos naturales.

Esta dialéctica entre productores y el equipo técnico propició que los productores conocieran y se apropiaran de nuevos conocimientos sobre el proceso de deshidratación. Se logró que la tecnología de los secadores solares de pequeña y mediana capacidad sea parte de sus saberes cotidianos para alcanzar el

mejoramiento de las condiciones sociales, ambientales, alimentarias, económicas y tecnológicas del pueblo indígena de Hueyapan.

Las personas participantes del proyecto, son parte de una organización comunitaria sustentada en un sistema cultural e histórico. Estos talleres, el trabajo e interacción entre las instituciones participantes y los productores agrícolas, son la base que permitirá que los hombres, mujeres, niños, niñas y adolescentes que se auto organicen para que juntos puedan continuar apropiándose y responsabilizándose del manejo de sus recursos naturales y poner en marcha el centro comunitario de deshidratado solar.

Se prevé que la recién fundada cooperativa, mediante el proyecto "CENTRO COMUNITARIO PARA EL DESHIDRATADO SOLAR DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES INDÍGENAS DE HUEYAPAN, MORELOS", genere un impacto a nivel social, cultural, ambiental y económico beneficiando e impulsando a su comunidad mediante actividades productivas comunitarias que les permitan tener una calidad de vida satisfactoria.

Experiencia personal

El proyecto (“Centro comunitario para el deshidratado solar de productores agropecuarios de pequeños productores indígena de Hueyapan Morelos”) estaba enfocado en cuatros ejes en la cual era la organización local comunitaria, programa educativo y de capacitación, tecnología de secado solar, cadena rentable y justa de comercialización.

Nos capacitaron para poder participar en las capacitaciones de las y los niños de nivel preescolar, primaria y secundaria con el objetivo que ellos comprenda el proceso del deshidratado solar y la importancia de las energías renovable.

Tuve el privilegio de poder participar en los tres niveles de educación básica (preescolar, primaria y secundaria) como parte del proyecto. Fue una experiencia muy bonita por el hecho de poder desarrollar actividades con los niños tales como platicar con ellos, y que ellos pudieran contarnos acerca de su entorno y su cultura desde el enfoque de las y los niños.



Figura 26. Trabajando con las y los niños de preescolar



Figura 27. Niños de primaria Carlos Carrillo Hueyapan Morelos

Competencias desarrolladas

Destrezas académicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Creó que el aprendizaje que todos obtuvimos fue un conocimiento de los agricultores para aprender sobre su vestimenta, alimentación, su lenguaje y todo relacionado con su cultura. ● Mejorar mis formas de comunicar ideas para transmitirla a los agricultores. ● Poder usar mejor la herramienta de PowerPoint para la presentación y de esta forma ser didáctica las actividades. ● Poder explicar temas científicos de acuerdo a las necesidades de los agricultores. ● Ser más responsables y poder estar a tiempo y forma en los horarios ya establecidos.
Destrezas de investigación	<ul style="list-style-type: none"> ● Poder gestionar en tiempo académico confiables fuentes de información sobre los temas de energía renovable y sustentabilidad. ● Localizar fuentes confiables. ● Realizar resúmenes y análisis de información. ● Ordenar información. ● Ahora tengo mayores habilidades para buscar y obtener información mucho más rápido.
Destrezas sociales	<ul style="list-style-type: none"> ● He aprendido a escuchar y a dialogar de una forma concreta con los agricultores y con mis compañeros y compañeras del proyecto. Asimismo, logré fortalecer mi comunicación para aclarar dudas sobre los temas del proyecto con los investigadores responsables del proyecto. ● Participar en el proyecto, me permitió fortalecer mis habilidades de liderazgo para lograr el éxito del proyecto. ● Suelo reír casi por todo, y con ellos pude reconocer que es una fortaleza mía, sin embargo, también asumí la importancia de asumir la seriedad y nivel de responsabilidad de mi trabajo. Solía defender mis ideas con algún dato científico, pero de igual manera siempre respete sus ideas. ● El trabajo se realizó con base a metodologías participativas y una técnica valiosa fue la entrevista, lo cual implica un diálogo constante. Este tipo de metodología me ayudó a identificar la importancia de saber preguntar y el manejo de la confidencialidad de la información, y principalmente analizar los discursos de las y los niños y los adolescentes.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> ● Siempre mostré actitudes favorables para seguir instrucciones y cumplir con mis responsabilidades. Presté atención a todas las indicaciones que me daban y considero

	<p>que lo realicé de manera favorable porque es un proyecto que disfruté de sus aprendizajes y experiencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Prestaba atención y mi tiempo para poder aprender lo más que pudiera. ● Aprendí a usar la cámara fotográfica de una forma básica para lograr analizar la realidad de Hueyapan por medio de la imagen. Cada fotografía me permitió analizar cuál es la situación más importante que puedo captar para dejar evidencia de la situación. ● Siempre tome una actitud positiva para ayudar en lo necesario y facilitar las actividades en lo posible.

Nuestro conocimiento se completó con el proyecto cada experiencia que vivíamos, cada vez que no sabías hacer algo y preguntaremos es un aprendizaje valioso que adquirimos. Gracias por todas toda la paciencia que nos tuvieron para enseñarnos, gracias por permitir que formáramos parte del proyecto y gracias por el conocimiento que nos transmitieron.

Fuentes de información

Bibliografía

- Antecedentes. (s.f.). *Antecedentes*. Recuperado el 27 de octubre de 2022, de <https://antecedentes.org/capacitacion/>
- ARIAS, C. A. (2007). *DISEÑO DE UN DESHIDRATADOR DE CONVECCION PARA FRUTAS Y*. Santiago de Cali: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE.
- CCH, U. (s.f.). *portalacademico*. (CCH) Recuperado el 6 de Noviembre de 2022, de <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica2/unidad2/conservacionAlimentos/tecnicasConservacion>
- Concepto. (5 de Agosto de 2021). *Concepto*. (concepto) Recuperado el 9 de Noviembre de 2022, de <https://concepto.de/limpieza/>
- Connor, N. (15 de septiembre de 2019). *thermal-engineering*. Obtenido de thermal-engineering: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-el-cuerpo-negro-definicion/>
- dictionary, t. f. (s.f.). *the free dictionary*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2022, de <https://es.thefreedictionary.com/desmontaje>
- Física-uns. (2021). *Física*. Obtenido de Física: http://www.fisica.uns.edu.ar/albert/archivos/21/254/2438481309_f1.pdf
- García, J. L. (2007). *Simulación numérica de un deshidratador por convección*. ciudad universitaria, cd, mexico: UNAM.
- granada, U. d. (2012). *secado por liofilización*. ciencia ugr.
- IER.UNAM. (s.f.). *IER.UNAM*. Obtenido de IER.UNAM: <https://www.ier.unam.mx/nosotros/index.html>
- IIES, U. (s.f.). *Ecotec*. Recuperado el 06 de noviembre de 2022, de <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/deshidratadores-solares-2#:~:text=Descripci%C3%B3n%3A,superior%20del%20%C3%A1rea%20de%20secado.>
- Ledo, M. J. (junio de 2015). *Scielo*. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412015000200019
- Lenart y Flink. (1996). *José Edgar Zapata Montoya y Gilberto Castro Quintero*. medellin : Facultad de Química Farmacéutica. Recuperado el 1 de Noviembre de 2022
- lifeder. (30 de agosto de 2022). *lifeder.com*. Obtenido de lifeder: <https://www.lifeder.com/pobreza-extrema/#:~:text=La%20consecuencia%20m%C3%A1s%20directa%20de%20la%20pobreza%20extrema,acrecientan%20por%20la%20frecuente%20falta%20de%20agua%20potable.>
- miskiewics, S. (2014). *Academia*. Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/35288260/CAPITULO_5_PROCESO_DE_SECADO_5_1_SECADO

Anexos

