

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS

ELABORACIÓN DE
TEXTO

GUIA PARA APROVECHAMIENTO
DE PIÑA (*Ananans Comosus*) EN
CHIAPAS MEDIANTE
TECNOLOGIAS APROPIADAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

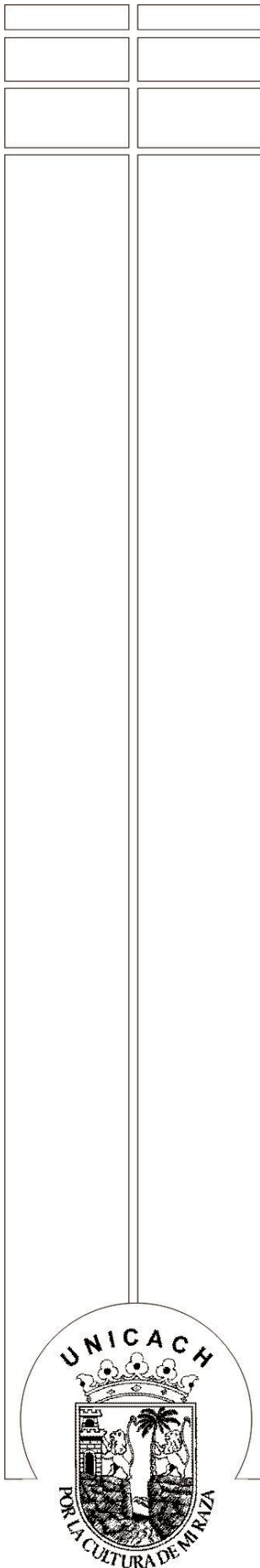
LICENCIADO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTA

LISSETTE GUERRERO MAZA

DIRECTOR DE TESIS

M. EN C. SUSANA GUADALUPE ZEA CALOCA





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACION ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 11 de octubre de 2023

C. Lissette Guerrero Maza

Fasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo receptiva denominado:
Guía para aprovechamiento de piña (Ananás Comosus) en Chiapas mediante
tecnologías apropiadas

En la modalidad de: Elaboración de Texto

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

Revisores

Mtra. Miriam Izel Manzo Fuentes

Mtra. Mayra Ruby Méndez Bautista

Mtra. Susana Guadalupe Zea Caloca

ATENTAMENTE



Firmas

(Handwritten signatures and blue ink stamp)

Cop. Expediente

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
MARCO TEÓRICO.....	6
PIÑA.....	6
BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA PIÑA	6
PIÑA EN CHIAPAS.....	8
TECNOLOGÍAS APROPIADAS.....	8
TECNOLOGÍAS APROPIADAS APLICABLES A LOS FRUTOS DE PIÑA.....	9
DESHIDRATACIÓN SOLAR DE ALIMENTOS.....	10
Beneficios de la deshidratación.....	10
Proceso para la deshidratación de frutas	11
Rebanado de las frutas.....	12
Madurez de los frutos de piña para deshidratar.....	12
DESHIDRATADORES SOLARES	14
Deshidratador solar directo.....	14
Deshidratador solar indirecto.....	14
Tiempo de la deshidratación.....	15
CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS	15
TEPACHE	17
Fermentación de las cascaras de piña	17
Receta básica de tepache.....	18
DESHECHOS AGROINDUSTRIALES.....	18
COMPOSTAJE.....	19
Compost.....	19
BENEFICIOS DEL COMPOSTAJE.....	19
FASES EL COMPOSTAJE	19
Fase mesófila.....	20

Fase termófila.....	20
Fase de enfriamiento	21
FASE DE MADURACIÓN	21
INDICADORES SENSORIALES DE LA MADUREZ.....	21
SISTEMAS DE COMPOSTAJE: EN PILAS.....	21
FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE	22
BENEFICIOS DE LA ELABORACIÓN DEL COMPOST CON RESIDUOS ORGÁNICOS	23
COMPOST CON DESECHOS DE PIÑA.....	24
METODOLOGÍA	25
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	25
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
POBLACIÓN	25
TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	25
RESULTADOS: GUÍA.....	26
REFERENCIAS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de piña.....	6
Figura 2. Procedimiento general aplicado a las frutas para su deshidratado (Cabrera, 2021).....	11
Figura 3. Esquema de un sistema de secado indirecto. (De la Vega, 2017).....	15
Figura 4. Construcción de un deshidratador.....	16
Figura 5. Deshidratador indirecto.....	16
Figura 6. Volteo manual de pilas de compost.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la piña (<i>Ananas C.</i>) según diferentes autores.....	7
Tabla 2. Color externo de la piña.....	13
Tabla 3. Parámetros óptimos de los factores que afectan el compostaje.	23

INTRODUCCIÓN

En esta investigación se ha presentado el problema de la baja producción de piña en Chiapas aun cuando México creció un 16.2 % de la producción de piña a nivel mundial en 2020. Chiapas desde hace varios años se encuentra sin crecimiento significativo, incluso en 2020 presentó una ligera disminución de la cosecha informó el SIAP (2020). Lo que ha llamado la atención es que según el estudio técnico realizado en 2020 por Vélez (2020) Chiapas ocupa el segundo lugar con mayor superficie potencial del país con 115 998 hectáreas y de acuerdo a las características de la zona un rendimiento promedio de 71 ton/ha.

Se ha identificado limitantes de comercialización en el sector primario pues las plantaciones luego de tres años producen frutos pocos atractivos, lo que impide colocarlas en el mercado pero al mismo tiempo produce contaminación por los desechos y pérdidas económicas.

En esta investigación se tiene como objetivo orientar a los productores de Chiapas al aprovechamiento de los frutos de piña mediante tecnologías que estén a su alcance, sean amigables con el ambiente y ayuden a suprimir las limitantes que impiden el crecimiento de áreas de cultivo. Por ello, se ha realizado esta investigación de tipo documental basada en fuentes bibliográficas digitales como tesis, libros y base de datos reconocidos por su aporte científico. Además, análisis de datos estadísticos proporcionados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

El resultado de esta investigación es una guía de carácter aplicativo dirigida principalmente a los productores de piña en Chiapas. En la guía se describen tecnologías apropiadas; como la deshidratación de la pulpa de piña, la fermentación a partir de las cascara de piña para crear una bebida llamada tepache, y el compostaje con residuos orgánicos que incluyen los desechos de la piña.

Los subproductos obtenidos de estas tecnologías apropiadas se caracterizan por tener un mayor valor agregado que el producto, por ejemplo; de la piña o piñas que no cumplen con estándares del mercado se obtiene piña deshidratada con mayor conservación; de las cascara de piña mediante la fermentación se obtiene tepache, una bebida refrescante que comúnmente se consume en México (Martínez, *et al.*, 2019). Ahora bien, a los desechos resultados de estos dos

procesos se le aplica la tecnología de compostaje para que mediante desechos de distintos orígenes se obtenga el compost, un abono orgánico asimilable para las plantas.

La aplicación de estas tecnologías descritas en la investigación reduciría las pérdidas poscosecha, daría valor agregado al producto y además, garantizaría la eficiencia de las producciones agrícolas.

JUSTIFICACIÓN

El consumo de piña es general en todo el país, por esta razón la producción de esta fruta ha ido en aumento en México. En 2017 se alcanzaron 945 mil toneladas; en 2018 sumó un millón de toneladas, y un año después alcanzó un millón 041 mil 161 toneladas, señala el SIAP. Para el 2020 México se ubicó como el noveno productor mundial de piña (*Ananas Comosus*) pues generó un millón 209 mil toneladas del fruto, informó la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2021).

En el país es el estado de Veracruz el que ocupa el primer lugar en actividad piñera, derivado de la superficie de siembra y los rendimientos de cosecha que tiene. Tan solo en el 2019 dos terceras partes de la producción nacional de piña se concentraron en Veracruz, seguido de Oaxaca, Tabasco, Nayarit y Jalisco.

Ahora bien, aunque la producción de piña está creciendo en el país, en el estado de Chiapas no ha crecido en absoluto, incluso se ha observado en los últimos años una ligera disminución del cultivo, en 2019 SIAP reporto 7765 toneladas en 357 hectáreas cultivadas y en 2020 Chiapas obtuvo 7763 toneladas de piña en 357 hectáreas cultivadas y 366 ha sembradas.

Es importante destacar que en 2020 se realizó un estudio técnico mediante el uso del modelo de simulación agroecológicas Soil and Water Assessment Tool (SWAT) el cual permitió identificar áreas con potencial para el establecimiento de plantaciones de piña en siete estados del sureste de México; Chiapas indicó una superficie potencial de 115 998 hectáreas y un rendimiento promedio de 71 ton/ha; obteniendo una producción simulada de 1633.774 ton. (Vélez, 2020).

Esto indica que en Chiapas existen limitantes de orden técnico, social y de comercialización que evitan el crecimiento de las áreas de cultivo. Uno de los problemas encontrados son la renuencia o falta de información de los principales productores adultos mayores de 50 años a la adopción de nuevas tecnologías desde la cosecha hasta para la transformación de nuevos productos secundarios de la piña. (Espinoza y Pérez, 2020).

Otro problema principal es que el precio se rige por la oferta y la demanda. Los primeros años las plantaciones producen fruto grande con estándares del mercado; después de aproximadamente tres años la fruta obtenida cambia de apariencia porque la planta ha alcanzado

la senescencia, volviéndose poco atractiva para el consumidor. Esto ha dificultado colocar en el mercado la producción que se viene generando. (Camacho, 2006).

Al no lograr comercializar tal producción de piñas y no aplicar algunas de las tecnologías de barrera, los frutos de piña se convertirían en pérdidas poscosecha, generando deshechos y pérdidas económicas para el agricultor o productor. En general las pérdidas poscosecha exceden el 30 por ciento en muchos países en desarrollo. Lo que contribuyen a estas pérdidas es el alto costo de las tecnologías de procesamiento y la falta de información o de un apropiado conocimiento técnico de los procesos. (Alzamora, 2004).

Esta guía se ha diseñado con un enfoque práctico para promover el aprovechamiento de la piña poscosecha minimizando el impacto ambiental mediante tecnologías apropiadas para los productores, esto añadiría valor a la piña al crear nuevos productos, minimizará las pérdidas poscosecha (deshechos), asimismo se eliminarán limitantes de orden técnico, social y de comercialización que evitan el crecimiento de las áreas de cultivo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una guía para orientar a los productores de Chiapas al aprovechamiento de la piña mediante tecnologías apropiadas que reduzcan el impacto ambiental y que estén a su alcance.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar la definición de tecnología apropiada.

Describir las tecnologías apropiadas para crear subproductos a partir de piña.

Organizar las tecnologías apropiadas en un proceso integral para el aprovechamiento de los frutos de piña.

MARCO TEÓRICO

PIÑA

La piña es una fruta tropical perenne de nombre científico *Ananas Comosus L.* Forma parte del grupo de las monocotiledóneas y pertenece a la familia “*Bromeliaceae*”, compuesta de 46 géneros y 2,000 especies aproximadamente, pertenece al género *Ananas* y especie *comosus*. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).



Figura 1. Planta de piña.

BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA PIÑA

Se puede disfrutar de la piña fresca todo el año y disfrutar de sus beneficios, pues la piña ha sido considerada como una buena fuente de macro y micronutrientes. El principal componente de la piña es el agua, que constituye el 86 % de su peso, mientras que el principal nutriente corresponde a los carbohidratos, aproximadamente el 13 % de su peso y tiene un bajo aporte de lípidos y proteínas a la dieta. Además, esta fruta contiene cantidades considerables de potasio, calcio, magnesio, resaltando un alto contenido de fibra dietética y vitamina C también es un alimento con bajo contenido en sodio y en grasas. (Hernández *et. al.*, 2021).

Del 13 al 19% de sólidos totales que quedan se encuentran disacáridos como la sacarosa y monosacáridos como la glucosa y fructosa, en conjunto los carbohidratos representan hasta el 85% de los sólidos totales y la fibra del 2 al 3%. Contiene glicina (32.2%), serina (32%) y ácido aspártico (29.8%) en niveles altos, mientras que histidina (1.3%), metionina (5.8%) y fenilalanina (8%) están presentes en niveles más bajos. En cuanto a minerales destacan el yodo, potasio, magnesio, cobre, manganeso y calcio. Las vitaminas más abundantes son la vitamina A y C y en menor cantidad la tiamina (B1) y la piridoxina (B6). (Cantú, *et al.*, 2019).

La composición nutricional del fruto de piña se puede ver afectada por la variedad o especie, grado de madurez y la región donde se cultive. Por eso diferentes autores describen la composición química distinta.

Tabla 1. Composición química de la piña (Ananas C.) según diferentes autores.

COMPOSICION		Biale	Camargo	Dull	Kadans	Morales	Young
Agua	%	85.00	85.58	86.20	--	85.40	85.00
Acidez	%	0.70	0.64	0.60	--	0.50	0.45
Azúcar total	%	14.00	9.90	--	13.70	13.70	13.57
Proteína	%	0.40	0.44	--	0.40	0.40	0.50
Grasa	%	0.20	0.09	--	0.20	0.20	--
Fibra	%	--	0.51	--	--	0.40	--
Cenizas	%	0.40	0.36	0.30	--	0.30	--
Calcio	Mg/100 g	16.00	19.49	16.00	16.00	18.00	17.00
Hierro	Mg/100 g	0.30	0.65	0.30	3.00	0.50	0.50
Fosforo	Mg/100 g	11.00	10.12	21.00	11.00	8.00	7.80
Potasio	Mg/100 g	--	187.65	333.00	150.00	--	247.00
Sodio	Mg/100 g	--	--	14.00	--	--	1.60
Magnesio	Mg/100 g	--	16.96	11.00	--	--	16.90
Azufre	Mg/100 g	--	--	7.00	--	--	2.60
Cloro	Mg/100 g	--	--	46.00	--	--	28.50

Vitamina A	Mg/100 g	--	--	--	130.00		71.00
Vitamina B1	Mg/100 g	0.08	--	0.13	0.08	0.08	0.08
Vitamina B2	Mg/100 g	0.03	--	0.09	0.02	0.04	0.03
Niacina	Mg/100 g	0.20	--	0.28	0.20	0.20	0.20
Ácido ascórbico	Mg/100 g	17.00	35.18	25.00	61.00	61.00	17.00

Fuente: Montevilla de Bravo *et. al.*, 1997.

PIÑA EN CHIAPAS

De acuerdo con el SIAP (2020), Chiapas ocupa el octavo lugar nacional en superficie sembrada de piña con 366 hectáreas y también, el octavo en producción con un total de 7763 toneladas, distribuidas en la siguiente forma: Las Margaritas, 180 ha; Maravilla Tenejapa, 121 ha; Frontera Hidalgo, 41 ha y Mazatán, 20 ha.

TECNOLOGÍAS APROPIADAS

La tecnología es la aplicación de herramientas y de información para construir cosas o para solucionar problemas. En su libro, Esteves y Román (2003) declaran las características específicas que las tecnologías deben reunir para ser consideradas apropiadas:

- Suficientemente baratas para armonizar con los recursos materiales y humanos locales
- Simpleza en la organización
- Alta adaptabilidad a una sociedad particular o ambiente cultural

Veronica M. Javi (2006) ha incluido:

- Creación de trabajo local
- Producción local y controlada
- Uso de materiales locales
- Uso de energía descentralizada y de energías renovables.
- Protege el medio ambiente.

Un concepto más actual es el de Muñiz (2018); indica que las tecnologías apropiadas se les denomina así porque son apropiadas para un determinado tipo de uso o para quien las usa. Y al observar los criterios que deben cumplir dichas tecnologías se observa que deben adecuarse con por lo menos tres ejes importantes; el ambiente, el problema a resolver y la gente. Para ser

apropiadas al ambiente tienen que utilizar recursos renovables y no sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas en los que se insertan. Para ser apropiadas para la tarea tienen que dar respuesta al problema productivo o doméstico de que se trate de manera eficaz, eficiente y generando riqueza. Finalmente, para ser apropiadas para la gente, tienen que ser de bajo costo, de fácil manejo y manutención, de sencilla comprensión y reproducibles a escala local.

En otro artículo más reciente, Muñiz (2019) explica que las tecnologías apropiadas facilitan o mejoran el trabajo destinado a las actividades productivas y al mismo tiempo proporcionan un valor agregado a un producto, además incluye características a las tecnologías apropiadas:

- No contamina, o no provoca impactos negativos en el ambiente.
- Toma en cuenta contexto del usuario y sus conocimientos.

TECNOLOGÍAS APROPIADAS APLICABLES A LOS FRUTOS DE PIÑA

Sánchez (2015) hace alusión a autor que afirma que el proceso productivo de los alimentos, además del producto deseado, se generan subproductos, residuos y productos fuera de norma.

Con relación a Méndez (1995) citado se concluye que en el proceso de producción agrícola (cosecha y cultivo) se genera el producto deseado; frutos de piña. Sin embargo, también se obtienen residuos de la cosecha. Ahora bien, de la piña pueden generarse subproductos para consumo humano con la ayuda de tecnologías apropiadas; que a la vez generan residuos. Mientras tanto, a los productos fuera de la norma se les considera residuos.

Se consideran tecnologías postcosecha para el aprovechamiento de los frutos de piña;

1. La deshidratación solar de alimentos; de la cual se obtendrá un alimento deshidratado con mayor conservación.
2. Del proceso anterior se obtendrán cascaras y otros residuos. Con las cascaras de los frutos de piña se puede preparar el tepache; comúnmente en México se prepara a base de cáscaras de piña y agua purificada, a la cual se le añade piloncillo granulado para mejorar su sabor e inducir el proceso de fermentación. (Martínez, *et. al.*, 2019).
3. Para el resto de los residuos, los desechos de las cascaras de los frutos de piña, o los frutos fuera de la norma serán destinados para compostaje.

La deshidratación solar de la piña se considera una tecnología apropiada pues está en armonía con los tres ejes; 1) es apropiada para el productor, pues se usan materiales al alcance para la construcción del desecador de alimentos y es de fácil manejo, 2) es apropiada para darle solución al problema de la falta de comercio de frutos de piña o piñas no atractivas para el consumidor, 3) es apropiada con el ambiente pues no daña al ecosistema y se hace uso de recursos renovables.

El proceso de fermentación en la elaboración del tepache se consideró una tecnología apropiada pues; 1) está al alcance de los productores pues las herramientas y materiales para uso son locales, 2) el uso de esa tecnología no contamina ni provoca impactos negativos en el ambiente; pues en su producción usa deshechos como la cascara de piña y proporciona valor agregado el producto; resultando en una bebida fresca.

El compostaje se considera una tecnología apropiada pues es una tecnología de bajo costo y con herramientas al alcance de los productores. Además, es apropiada para el ecosistema pues proporciona la posibilidad de transformar de manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. (Román, *et. al.*, 2013).

DESHIDRATACIÓN SOLAR DE ALIMENTOS

El secado a través del sol, es el sistema de secado más antiguo y el más económico que existe, pues la energía que emplea es totalmente gratuita y disponible. Los secadores solares se pueden emplear para un proceso de secado controlado, resultando en un producto de calidad, estos secadores realizan el proceso de deshidratado a través del secado convectivo, en donde el aire se calienta con la energía del sol a través de un colector solar y de manera natural o forzada circula a través del alimento para evaporar la humedad en él. (Ortiz, 2003).

Beneficios de la deshidratación

Cabasgon (2018) enlista ventajas de la conservación por deshidratación:

- Mantiene las propiedades nutricionales del alimento
- Reduce el espacio del almacenamiento, manipulación y transporte
- Se aprovecha la energía solar
- Añade valor a los subproductos

Valencia *et al.* (2023) explica que el secado solar favorece la conservación del alimento, en algunos casos hasta por cinco años, sin afectar sus propiedades nutrimentales. Además, añade que la deshidratación dificulta la contaminación bacteriana, ya que el alimento seco no cuenta con un contenido de agua que pueda ser aprovechado por los microorganismos.

Proceso para la deshidratación de frutas

Se considera el proceso general aplicado a las frutas para deshidratar:

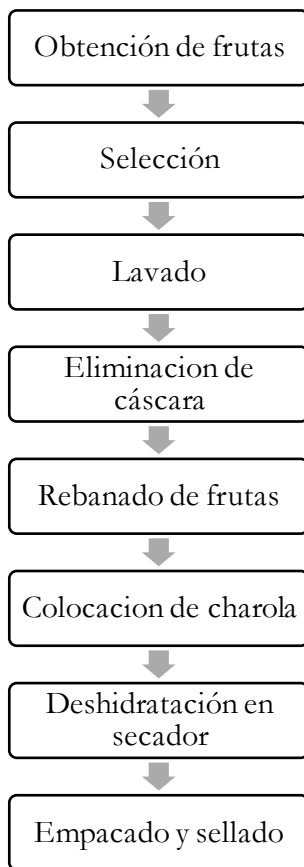


Figura 2. Procedimiento general aplicado a las frutas para su deshidratado (Cabrera, 2021).

El procedimiento general aplicado a las frutas para deshidratar es el siguiente:

1. Obtención de las frutas.
2. Seleccionar frutas preferentemente madura, se concluye que el estado de madurez ideal para la deshidratación de la pulpa de piña es con $\frac{1}{2}$ de madurez, piña con $\frac{3}{4}$ de madurez,

piña madura y piña sobre- madura; según con la clasificación por color externo de la Norma Mexicana NMX-FF-028-SCFI-2008. (Chávez, 2010)

3. Lavar las frutas con agua corriente y cepillar en caso de ser necesario
4. Eliminación de la cascara. Para facilitar su rebanado posterior.
5. Rebanado de las frutas. Se cortan en rebanadas para facilitar su deshidratación.
6. Deshidratación en el secador.
7. Empacado y sellado

Al iniciar el secado, los alimentos pierden humedad rápidamente, el movimiento del aire es más importante que la temperatura y la humedad de la atmósfera. Sin embargo, en la fase final de secado, cuando la humedad de los alimentos ha disminuido hasta alrededor del 30%, la eliminación del agua es lenta, requiriendo baja humedad del aire y las altas temperaturas del medio día para completar el proceso de secado. (Hernández, *et. al.*, 2017).

Rebanado de las frutas

Las frutas deben de cortarse en rebanadas homogéneas menores a 7 mm de espesor las rebanadas deben de estar uniformes como sea posible, de lo contrario el secado será desigual y el producto seco resultara de baja, este procedimiento de la fruta se realiza para los diferentes tipos de deshidratadores solares. (Burgoa, 2017).


Madurez de los frutos de piña para deshidratar

De acuerdo con el los resultado obtenidos de Chávez (2010) el rendimiento de pulpa fresca a pulpa deshidratada, se da un menor rendimiento en los frutos verdes 3.004% y se incrementa en los frutos maduros 4.478% y pintones maduros 10.766 %. Ahora bien, los resultados obtenidos en su análisis sensorial reportan que los frutos maduros tienen mayor porcentaje de aceptación, seguido por los frutos pintones maduros, luego los frutos pintones y al final los verdes. Sus datos fueron sometidos a un análisis de varianza, encontrándose significancia entre los tratamientos, por lo que se realizó una prueba de promedios de SNK ($p \leq 0,05$), encontrándose aceptación entre los frutos maduros y pintones maduros.

Observando los resultados de rendimiento de pulpa deshidratada y análisis sensorial obtenido de Chávez (2010) se concluye que el estado de madurez ideal para la deshidratación de la pulpa de piña es con $\frac{1}{2}$ de madurez, piña con $\frac{3}{4}$ de madurez y piña madura; según con la clasificación por color externo de la Norma Mexicana NMX-FF-028-SCFI-2008:

Tabla 2. Color externo de la piña.

Rango de color amarillo en cáscara	Código	Nombre comercial
Inicio de color	0	Sazona
1 % - 12%	1	“de ojo”
13% - 37%	2	¼ color
38 % - 62 %	3	½ color
63 % - 87 %	4	¾ color
88 % - 100 %	5	Madura
100 % inician anaranjados	6	Sobre - madura

Codigos de color					
					
1	2	3	4	5	6

Además, las piñas seleccionadas para el proceso de deshidratación deberán cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales de la Norma Mexicana NMX-FF-028-SCFI-2008:

- a) estar enteras;
- b) tener consistencia firme y aspecto fresco;
- c) ser de forma y color característico de acuerdo a la variedad;
- d) estar sanas interior y exteriormente;

- e) estar exentas de magulladuras pronunciadas;
- f) estar exentas de daños causados por plagas o enfermedades;
- g) estar limpias, exentas, de materia extraña visible (tierra, manchas o residuos de materia orgánica);
- h) exentas de humedad exterior no propia de la fruta;
- i) exentas de cualquier olor y/o sabor extraño;

DESHIDRATADORES SOLARES

Los deshidratadores solares son dispositivos que utilizan la radiación solar para calentar aire y así retirar el agua de los tejidos de productos como frutas, verduras, semillas, carne, hierbas o madera. (Ortiz, *et. al.*, 2014).

Deshidratador solar directo

En este tipo de sistemas, se tiene el colector y la cámara de secado juntos, en la cual, la cámara también funcionaría como colector porque recibe la radiación solar. En estos deshidratadores parte de la radiación se transmite al interior de la cámara, elevando la temperatura del aire. Se debe tener en cuenta que parte de la radiación solar lo absorbe el producto, ayudando a acelerar la evaporación del agua. Estos secadores pueden proporcionar temperaturas entre 20°C y 25°C superiores a la temperatura ambiente. (Alcarazo, *et. al.*, 2020).

Deshidratador solar indirecto

El colector solar y la cámara de secado van unidos de tal manera en que el aire caliente ingrese por la parte inferior de la cámara, fluye a través de las bandejas dispuestas y es expulsado por una salida en la parte superior. Estos sistemas pueden llegar hasta una temperatura superior de 30°C más con respecto a la temperatura ambiente. (Alcarazo, *et. al.*, 2020).

En la deshidratación solar indirecta la radiación solar es captada por un colector por donde circula cierta cantidad de aire (realiza efecto invernadero: deja entrar energía, pero no que salga), este flujo de aire se calienta e ingresa al cámara de secado en donde se encuentra el producto a ser secado. El aire caliente pasa el producto eliminando el contenido de humedad de la cámara. (De la Vega, 2017).

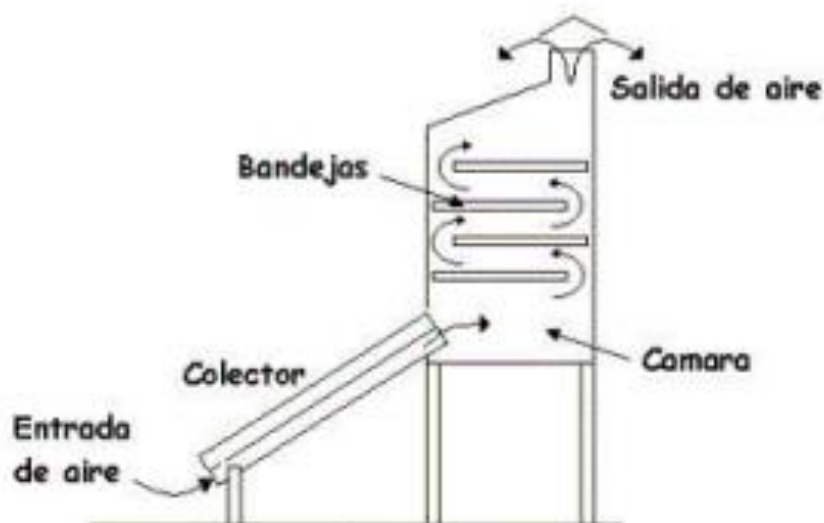


Figura 3. Esquema de un sistema de secado indirecto. (De la Vega, 2017).

Tiempo de la deshidratación

En general, los procesos de secado solar tienen una duración de 1 a 3 días dependiendo de los rayos solares, el movimiento del aire, la humedad y por supuesto la característica del producto a secar. (Hernández, *et. al.*, 2017).

CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR SOLAR DE ALIMENTOS

En su manual CONAFOR (2018) describe la información necesaria para la construcción de un deshidratador solar de alimentos, tecnología que utiliza al sol como recurso energético y promueve la conservación de alimentos por métodos naturales.

El deshidratador funciona al utilizar los rayos del sol para calentar el aire que sube, secando las rebanadas de alimentos que se encuentran en charolas.

1. La estructura se puede construir de madera o metal. Se unen las piezas para formar una "L". La parte horizontal llamada colector, capta los rayos del sol. La parte por debajo de la estructura se forra de plástico negro para absorber el calor. Como se muestra en la figura:



Figura 4. Construcción de un deshidratador.

La parte horizontal o colector de rayos de sol mide 2 m. x 1.05 m

2. En la parte vertical se acomodan charolas con malla de mosquitero, a manera de repisas. El colector tendrá una inclinación que resulte en 5 cm. más de altura en la parte de la cabecera. Por lo tanto, las patas del frente deben medir 35 cm. y las de la base, 40 centímetros. Las charolas se colocan a cada 15 centímetros. Cada charola mide 1 metro por 30 centímetros.
3. Finalmente, se forra toda la estructura con plástico transparente, para evitar la salida del aire caliente y el ingreso de insectos o polvo.

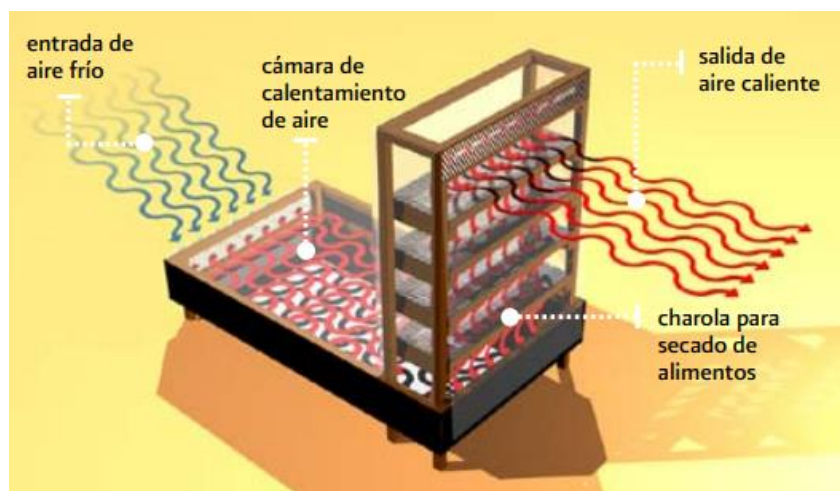


Figura 5. Deshidratador indirecto.

TEPACHE

El tepache es una bebida fermentada que se puede preparar con cáscaras de diversas frutas como piña, manzana, naranja y guayaba. Comúnmente en México se prepara a base de cáscaras de piña y agua purificada, a la cual se le añade piloncillo granulado para mejorar su sabor e inducir el proceso de fermentación anaerobia. También se caracteriza por ser una bebida muy refrescante de bajo contenido alcohólico, que se consume principalmente durante las épocas cálidas del año. (Martínez, *et al.*, 2019).

Fermentación de las cascaras de piña

Esta bebida se deriva de un proceso de fermentación natural en condiciones ambientales desconocidas, en las distintas regiones en donde se elabora y consume. También se desconoce los microorganismos involucrados en la fermentación del tepache, que le confieren a esta bebida las características particulares en cada región, dado que no existe un control o norma para su elaboración. (Lucas, *et al.*, 2023).

Existe poca información sobre las diferentes especies de levaduras y bacterias asociadas al tepache con cascaras de piña. Se han reportado levaduras de *S. cerevisiae*, *Hanseniaspora/Kloeckera*, y *Candida*. Entre las especies de bacterias esta *Leuconostoc mesenteroides*, varias especies de *Lactobacillus*, bacterias acéticas del género *Acetobacter*, la enterobacteria *E. aerogenes*. (Villalobos, 2014).

Almezola (2021) sostiene que la cascara de piña le confiere los microorganismos que va a realizar la fermentación alcohólica y acética en la cual actúan diferentes microorganismos como lo son bacterias (lácticas: *Lactobacillus lactis* spp; Acéticas: *Acetobacter* y *Enterobacteriaceae*) y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) por lo que le confiere un interés biotecnológico.

De todas las especies de levaduras que se han reportado en el tepache de cascaras de piña, *Saccharomyces cerevisiae* se ha mencionado como la levadura con mayor participación en la elaboración de esta bebida. (Cerón, 2007).

Receta básica de tepache

Ingredientes:

- La cascara de una piña grande madura (alrededor de un kilo y medio).
- 3 litros de agua
- 600 g de piloncillo (panela) u otro dulce natural
- 1 rama de canela de unos 8 cm.
- 3 clavos de olor

Pasos:

Lavar bien la piña, quitar el tallo, pelar la cascara y cortarla en trozos.

Colocar la cascara en un recipiente grande (si es de barro mejor) y agregar 2 litros de agua, el piloncillo, la canela y los clavos. Tapar y dejar reposar en un sitio caliente durante 48 horas. Colar el líquido resultando (el tepache). Agregar un litro de agua y opcionalmente, medio litro de cerveza. Dejar reposar otras 12 horas y colar. Para conservarlo hay que refrigerarlo. (Lázaro, 2014).

DESHECHOS AGROINDUSTRIALES

Los residuos derivados del procesamiento de frutas y hortalizas, que incluye la elaboración de jugos, pulpas, mermeladas, conservas, deshidratación, congelación, confitado y fermentación de frutas y hortalizas, generan importantes cantidades de residuos líquidos (sólidos suspendidos, materia orgánica disuelta, pesticidas, insectos, lechada soluble, jugos, hojas, tallos, etcétera) y sólidos (restos de fruta y hortalizas, frutas en mal estado, semillas, etcétera) con alta carga de material orgánico, pueden ser transformados en compost. (Hernández, *et. al.*, 2016).

Todo proceso productivo desarrollado en la agroindustria, sin importar la escala, genera residuos agroindustriales a diferentes niveles de acuerdo a sus características. Cuando estos residuos no son debidamente dispuestos o adecuadamente manejados provocan alteraciones adversas en el ambiente que son perjudiciales y afectan de modo negativo el desarrollo de los seres vivos. Sin embargo, los residuos agroindustriales bien aprovechados previenen la contaminación de diversos ecosistemas y podrían recuperar las condiciones del ambiente alteradas por las diversas actividades humanas. Así que se puede declarar que la presencia de residuos agroindustriales puede generar impactos negativos y positivos en el ambiente. (Vargas y Pérez, 2018).

COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso biológico en condiciones aeróbicas, donde la humedad y la temperatura juegan un papel fundamental, pues en forma adecuada aseguran una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Durante el compostaje se generan un conjunto de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el N y el C presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. (Román, *et. al.*, 2013).

El compostaje intenta recrear las condiciones que podrían ocurrir en un sistema no perturbado, donde la materia orgánica se acumula sobre la superficie del suelo. Dependiendo de las variaciones en la temperatura del sistema el proceso puede ser dividido en cuatro etapas; tres fases del compostaje y una de maduración. (Garrido, 2014).

Compost

Por lo tanto, compost es un abono de elevada calidad obtenido de la práctica del compostaje.

BENEFICIOS DEL COMPOSTAJE

Moreno y Moral (2008) indican que un proceso de compostaje, bien controlado, y aplicado a los materiales adecuados, reducen, la humedad, el peso, el volumen de los residuos tratados y conduce a un producto estabilizado, almacenable, transportable y utilizable en un suelo agrícola. Este compost al ser aplicado en un suelo puede:

- Mejorar la infiltración y retención del agua.
- Disminuir las fluctuaciones de temperatura.
- Reducir la erosión.
- Mejorar la calidad de los cultivos al favorecer un control natural de plagas.
- Aportar nutrientes para el sustento de las plantas.

FASES EL COMPOSTAJE

Bohórquez (2019) describe las tres fases del compostaje:

Fase mesófila

Al inicio del proceso la temperatura se encuentra en valores medioambientales. Debido a la actividad microbiana, posteriormente la temperatura aumenta considerablemente hasta alcanzar en pocos días los 40°C.

El *manual del compostaje del agricultor* de la FAO menciona que este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

Fase termófila

La temperatura alcanza 70 a 80°C, debido al aumento de la actividad microbiana. La mayor parte de la celulosa es degradada. Los microorganismos presentes son termófilos. A partir de los 60°C, los hongos termófilos detienen su actividad y las reacciones de oxidación se llevan a cabo por bacterias formadoras de esporas y por actinomicetos. Los microorganismos mesófilos presentes en la fase anterior son reemplazados en su mayoría por bacterias termófilas que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube.

El mismo manual de la FAO indica que esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

Bohórquez (2019) en su recopilación de datos indica que temperaturas cercanas a 55 °C permite una máxima tasa de degradación de los residuos dentro del compost, y en 70 °C la degradación disminuye. Además, encontró que en 67 °C se produce una máxima liberación de amoníaco, disminuyendo, de esta manera la concentración de nitrógeno en el producto final y produciendo contaminación ambiental.

Por lo tanto, se sugiere de manera práctica, monitorear la temperatura al menos de dos veces por semana la pila del compost, y cuando la temperatura alcance los 70 °C, se debe voltear inmediatamente con el objetivo de incorporar oxígeno y disminuir la temperatura.

Fase de enfriamiento

Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje inicia la disminución de temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente. Posteriormente, se produce una colonización por microorganismos mesófilos que reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

FASE DE MADURACIÓN

Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

INDICADORES SENSORIALES DE LA MADUREZ

Moreno y Moral (2008) explican algunos criterios implicados comúnmente que dan una idea aproximada del grado de maduración del compost:

- **Temperatura:** La temperatura de la curva se estabiliza definitivamente, no variando con el volteo del material.
- **Olor:** Presenta un olor característico similar al de tierra húmeda (producido fundamentalmente por la excreción de geosmina, metabolitos secundarios producidos por actinomicetos mesófilos, microorganismos predominantes durante la fase de maduración del compost).
- **Color:** Después de un adecuado periodo de maduración, el producto final ha de presentar un color pardo oscuro o casi negro.

SISTEMAS DE COMPOSTAJE: EN PILAS

Es el sistema de compostaje más común y considerado como el más antigua, en la cual los residuos orgánicos introducidos en la pila se voltean de manera periódica para controlar algunos factores como la humedad, y temperatura. Se caracteriza por homogenizar la mezcla de manera que se pueda mantener el equilibrio de degradación dentro del proceso de compostaje. (Tsukanka, 2023).



Figura 6. Volteo manual de pilas de compost.

El compostaje en pilas; la altura de las pilas afecta directamente al contenido de humedad, oxígeno y temperatura. Pilas de baja altura y de base ancha, a pesar de tener buena humedad inicial y buena relación C:N, hacen que el calor generado por los microorganismos se pierda fácilmente, de tal forma que los pocos grados de temperatura que se logran, no se conservan. El tamaño de una pila viene definido por la cantidad de material a compostar y el área disponible para realizar el proceso. Normalmente, se hacen pilas de entre 1,5 y 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1,5 y 3 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manejo. (Román, *et. al.*, 2013).

Ya que el compostaje es un proceso exclusivamente biológico, puede afirmarse que resulta afectado por todos los factores que influyen directa o indirectamente en el metabolismo microbiano; así los aspectos más importantes que deben ser considerados para llevar a cabo un buen compostaje son: El sustrato, la aireación, la temperatura, la humedad, el pH y la relación C/N.

FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Moreno y Moral (2008) clasifican los factores que afectan a los sistemas de compostaje pueden en dos tipos de parámetros en los que hay que establecer un control: parámetros de seguimiento

(aquellos que han de ser medidos, seguidos durante todo el proceso y adecuados en cada fase del proceso); temperatura, humedad, pH, aireación y espacio de aire libre, y parámetros relativos a la naturaleza del sustrato (aquellos que han de ser medidos y adecuados a su valores correctos fundamentalmente al inicio del proceso); tamaño de partícula, relaciones C/N. Los valores o intervalos óptimos están influenciados por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar y el sistema de compostaje elegido.

Tabla 3. Parámetros óptimos de los factores que afectan el compostaje.

Factor	Rango optimo
(Saturación de oxígeno) Aireación	5% - 15 %
Humedad	45% - 60 % de agua en peso en material base
Bajas temperaturas	<35 ° C
Altas temperaturas	<70 ° C
pH	4.5 – 8.5
Relación carbono/nitrógeno	15:1 – 35:1
Tamaño de la partícula	5 – 20 cm

Fuente: (Román, *et. al.*, 2013).

BENEFICIOS DE LA ELABORACIÓN DEL COMPOST CON RESIDUOS ORGÁNICOS

Con la elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos se evita que se consideren como basura, se reducen sus volúmenes y por ende, se disminuyen los costos por traslados a los sitios de disposición final; o que se quemem, disminuyendo la generación de gases contaminantes, una de las causas principales del cambio climático. (Gallego, 2022).

Bueno (2021) enlista los materiales orgánicos comportables sin problemas:

- Plantas del huerto o jardín (restos de cosecha y flores viejas y marchitas)
- Estiércol y camas de corral de animales de cría ecológica
- Ramas trituradas procedentes de la poda de árboles frutales
- Matorrales procedentes de la limpieza de bosques
- Hojas caídas de los arboles
- Césped
- Cascara de frutas
- Restos orgánicos de comidas
- Cascaras de huevo trituradas
- Servilletas de papel
- Pelo

COMPOST CON DESECHOS DE PIÑA

Los residuos derivados de esta agroindustria, que incluye la elaboración de jugos, pulpas, mermeladas, conservas, deshidratación, congelación, confitado y fermentación de frutas y hortalizas, generan importantes cantidades de residuos líquidos y sólidos (restos de fruta y hortalizas, frutas en mal estado, semillas, etcétera) con alta carga de material orgánico, pueden ser transformados en compost. (Hernández, 2016).

Basado en los resultados obtenidos de humedad, dureza y densidad de la cascara de piña, indica que se pueden utilizar como parte de la materia prima para la obtención de compostaje. (Jurado, 2023).

Además, el *Manual del compostaje del agricultor* señala que el material compostable incluye los restos orgánicos de cocina en general (frutas y hortalizas), alimentos estropeados, cáscaras de huevo (preferible trituradas), restos de café, restos de té e infusiones, cáscaras de frutos secos, cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocos y troceadas), papas estropeadas, podridas o germinadas.

Estas referencias indican que si es posible obtener compost a partir de desechos de piña; la cascara; aunque muy bien troceada y en pocas cantidades dentro del compostaje.

METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo documental basada en fuentes bibliográficas, todas escritas y digitales. Además, la investigación es de forma aplicada debido a que la información obtenida ha sido de investigaciones y busca orientar principalmente al sector productivo a través de tecnologías apropiadas. Esta forma de investigación se dirige a una utilización inmediata. (Rodríguez, 2005).

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de la investigación documental realizada se distinguen las siguientes etapas:

- 1) Selección de tema.
- 2) Búsqueda, análisis e interpretación de fuentes documentales.
- 3) Recolección de datos en un orden lógico.
- 4) Realización de resumen de lo consultado en las fuentes documentales acerca del tema y presentarlo en forma de texto, diagramas de proceso y tablas.
- 5) Desarrollo de una guía.

POBLACIÓN

Para el proyecto de investigación se tiene como población a los productores de piña en Chiapas.

TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las fuentes documentales fueron todas digitales con base a las palabras clave asociadas a los temas de aprovechamiento, deshidratación de alimentos, cascara de piñas, bebida fermentada, residuos o desechos y compostaje. Se realizó una búsqueda de información científica contenida en fuentes digitales en línea; bases de datos reconocidas por su aporte científico: Google Scholar, la colección de revistas SciELO-México y biblioteca virtual e-Libro.net.

Los datos estadísticos analizados fueron proporcionados por el sitio web oficial <https://www.gob.mx/> del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

RESULTADOS: GUÍA

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	.....
PROPÓSITO.....	.....
¿Qué son las tecnologías?.....	.....
Características de una tecnología apropiada:.....	.....
Tecnología Apropiada, ¿apropiada para qué o quién?.....	.....
Especificaciones sensoriales para frutos de piña.....	.....
Madurez según el color externo de frutos de piña.....	.....
Conservación de alimentos:.....	.....
Deshidratación solar.....	.....
Deshidratadores solares.....	.....
Tipos de deshidratadores solares.....	.....
Deshidratador indirecto.....	.....
Deshidratador solar directo.....	.....
Construcción de un deshidratador solar de alimentos.....	.....
Frutas deshidratadas.....	.....
Piña deshidratada.....	.....
Beneficios de deshidratar frutas.....	.....
Proceso general aplicado a las frutas para deshidratar:.....	.....
Madurez de la piña para deshidratar.....	.....
¡No tires la cascara de piña! Conoce el uso que le puedes dar.....	.....
Fermentación de cascara de piña: Tepache.....	.....
Receta básica de tepache.....	.....
<i>Beneficios del tepache.....</i>	.....
Impacto del tepache.....	.....
Residuos agroindustriales.....	.....
Impacto de residuos agroindustriales.....	.....
Compostaje.....	.....
Compost.....	.....
Fases del compostaje.....	.....
Indicadores sensoriales de la madurez del compost.....	.....

Beneficios del compostaje.....

Para consultar........

GLOSARIO

REFERENCIAS.....

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN
Y ALIMENTOS

GUIA DE TECNOLOGIAS APROPIADAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE PIÑA (ANANAS COMOSUS) EN CHIAPAS

Elaborado por:
LISSETTE GUERRERO MAZA
M. EN C. SUSANA GUADALUPE ZEA
CALOCA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Octubre 2023



GUÍA DE TECNOLOGÍAS



Lisette Guerrero
Maza

PIÑA (*Ananas Comosus*)

**GUIA DE TECNOLOGIAS
APROPIADAS PARA EL
APROVECHAMIENTO DE
PIÑA (*ANANAS
COMOSUS*) EN CHIAPAS**

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	4
PROPÓSITO.....	5
¿Qué son las tecnologías?.....	6
Características de una tecnología apropiada:.....	6
Tecnología Apropiada, ¿apropiada para qué o quién?.....	7
Especificaciones sensoriales para frutos de piña.....	8
Madurez según el color externo de frutos de piña.....	9
Conservación de alimentos.....	11
Deshidratación solar.....	12
Deshidratadores solares.....	13
Tipos de deshidratadores solares.....	14
Deshidratador indirecto.....	15
Deshidratador solar directo:.....	15
Construcción de un deshidratador solar de alimentos.....	16
Frutas deshidratadas.....	18
Piña deshidratada.....	18
Beneficios de deshidratar frutas.....	18
Proceso general aplicado a las frutas para deshidratar:.....	19
Madurez de la piña para deshidratar.....	20
¡No tires la cascara de piña! Conoce el uso que le puedes dar.....	21
Fermentación de cascara de piña: Tepache.....	22
Receta básica de tepache.....	23
<i>Beneficios del tepache.....</i>	24
Impacto del tepache.....	25
Residuos agroindustriales.....	26
Impacto de residuos agroindustriales.....	26
Compostaje.....	27
Compost.....	28
Fases del compostaje.....	29

Indicadores sensoriales de la madurez del compost	30
Beneficios del compostaje	32
Para consultar...	32
GLOSARIO	33
REFERENCIAS.....	34

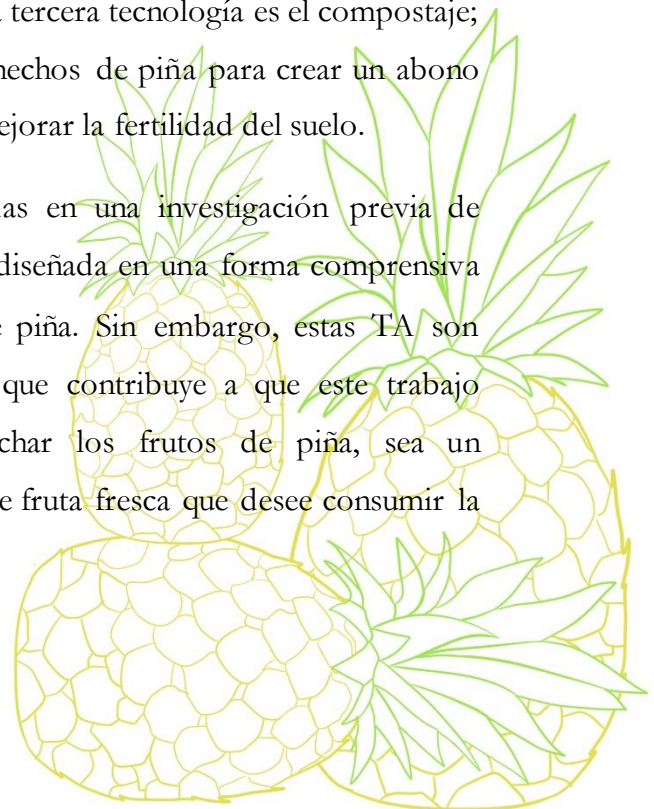
PRESENTACIÓN

Las pérdidas poscosecha exceden el 30 por ciento en muchos países en desarrollo. Un factor importante que contribuye a las pérdidas es el alto costo de las tecnologías de procesamiento y la falta de información o de un propio conocimiento técnico de los procesos (Alzamora, 2004). Esta guía se ha diseñado con un enfoque práctico para promover la conservación de la piña agregando valor a los subproductos y minimizando las pérdidas poscosecha.

Las tecnologías apropiadas (TA) están diseñadas para tener un fácil manejo, un bajo costo y una minimización de los impactos sobre el medio ambiente. Las TA descritas en esta guía tienen la finalidad aprovechar los frutos de piña en un proceso integral, dirigida principalmente a los agricultores.

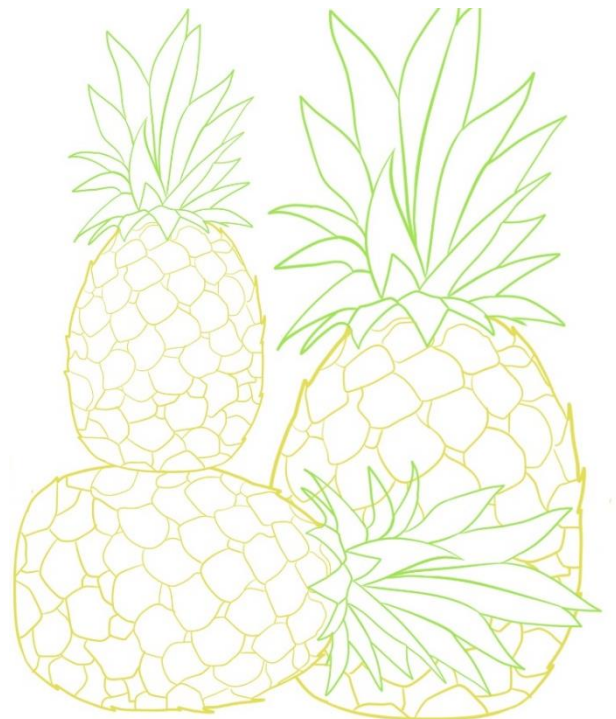
Por sus características se seleccionaron tres TA, la primera es la deshidratación solar de alimentos; que usa energía sustentable para la creación de alimentos con mayor vida de anaquel conservando sus cualidades originales, la segunda es la fermentación de las cascara de piña; que aprovecha lo que se puede considerar desechos para crear una bebida refrescante con prebióticos benéficos para la salud y la tercera tecnología es el compostaje; que aprovecha residuos orgánicos lo que incluye desechos de piña para crear un abono asimilable para las plantas usado comúnmente para mejorar la fertilidad del suelo.

Las TA que se describen en esta guía están basadas en una investigación previa de contribuciones de diferentes autores. La guía ha sido diseñada en una forma comprensiva y práctica, dirigida principalmente a productores de piña. Sin embargo, estas TA son relativamente simples con materiales accesibles, lo que contribuye a que este trabajo beneficie a cualquier persona que quiera aprovechar los frutos de piña, sea un emprendedor, comerciante o el mismo consumidor de fruta fresca que desee consumir la piña de otra manera.



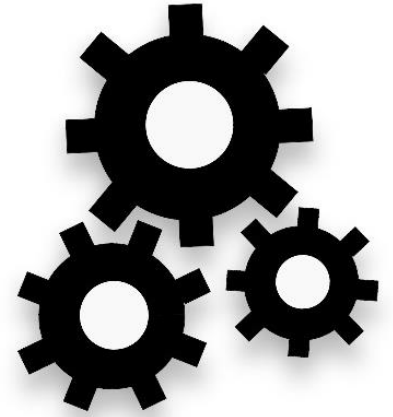
PROPÓSITO

Esta guía tiene el propósito de entregar una visión práctica la posibilidad para crear con herramientas al alcance subproductos para la conservación de los frutos de piña y al mismo tiempo añadir un valor agregado. Además, aprovechar los residuos que se vayan generando en el proceso para crear otros subproductos. La aplicación de estas técnicas puede tener un importante impacto económico-social en Chiapas; pues motivarán a un mayor consumo local y sustentable, se expandirán las áreas de cultivo de piña y Chiapas podrá ocupar los primeros lugares en producción de piña en México.



¿Qué son las tecnologías?

Se entiende por tecnología al conjunto de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento y el desarrollo de una comunidad.



Características de una tecnología apropiada:

Verónica M. Javi (2006) incluye:

- Creación de trabajo local
- Producción local y controlada
- Uso de materiales locales
- Uso de energías renovables.
- Proteger el medio ambiente.



Tecnología Apropiada, ¿apropiada para qué o quién?

Muñiz (2018) indica que deben adecuarse con por lo menos tres ejes importantes; el ambiente, el problema a resolver y la gente.

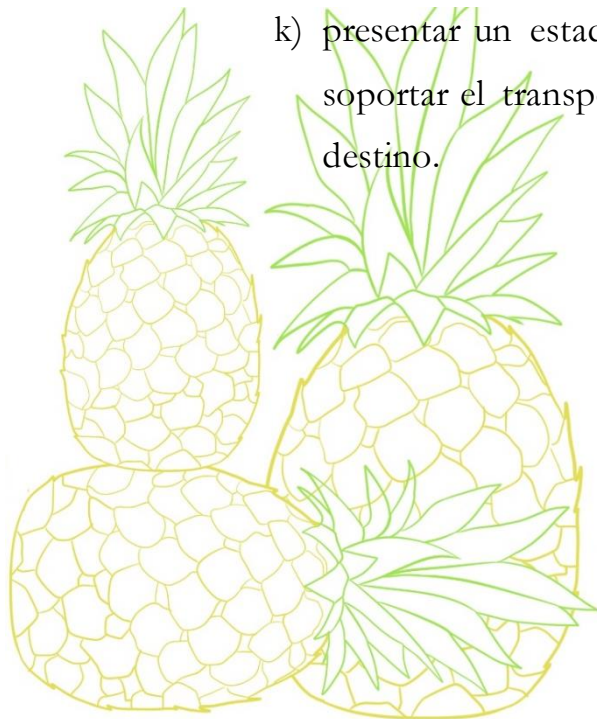
- **Para el ambiente:** Utiliza recursos renovables y no sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas en los que se insertan.
- **Para el problema:** Tienen que dar respuesta o solución al problema productivo o doméstico de que se trate de manera eficaz, eficiente y generando riqueza.
- **Para la gente:** Tienen que ser de bajo costo, de fácil manejo y manutención, de sencilla comprensión y reproducibles a escala local.



Especificaciones sensoriales para frutos de piña

La norma mexicana NMX-FF-028-SCFI-2008 establece las especificaciones de calidad del fruto de la planta de piña *Ananas comosus* variedad *comosus*, para ser comercializada en el territorio nacional:

- a) estar enteras;
- b) tener consistencia firme y aspecto fresco;
- c) ser de forma y color característico de acuerdo a la variedad;
- d) estar sanas interior y exteriormente;
- e) estar exentas de magulladuras pronunciadas;
- f) estar exentas de daños causados por plagas o enfermedades.
- g) estar limpias, exentas, de materia extraña visible (tierra, manchas o residuos de materia orgánica);
- h) exentas de humedad exterior no propia de la fruta;
- i) exentas de cualquier olor y/o sabor extraño;
- j) cuando tengan pedúnculos, su longitud no debe ser superior a 2cm;
- k) presentar un estado de desarrollo y madurez suficiente que les permita soportar el transporte, manejo y llegar en condiciones satisfactorias a su destino.



Madurez según el color externo de frutos de piña

La norma mexicana NMX-FF-028-SCFI-2008 clasifica la madurez de los frutos de piña según su color externo:

Piña “de ojo”: Es cuando en la cáscara del fruto, algunas de las bayas adyacentes al pedúnculo aparecen las primeras evidencias de coloración amarilla.

Piña “pintona”: Es cuando en la cáscara del fruto, las bayas adyacentes al pedúnculo presentan una coloración amarilla bien definida y en las bayas adyacentes a éstas aparecen evidencias de coloración amarilla.

Piña con $\frac{1}{4}$ de madurez: Es cuando en la cáscara del fruto, la coloración amarilla se extiende de la base del pedúnculo hacia el ápice y cubre el 25% de la superficie de la fruta.

Piña con $\frac{1}{2}$ de madurez: Es cuando en la cáscara del fruto, la coloración amarilla se extiende de la base del pedúnculo hacia el ápice y cubre el 50% de la superficie de la fruta

Piña con $\frac{3}{4}$ de madurez: Es cuando en la cáscara del fruto, la coloración amarilla se extiende de la base del pedúnculo hacia el ápice y cubre el 75% de la superficie de la fruta.

Piña madura: Es cuando en la cáscara del fruto, la coloración amarilla se extiende de la base del pedúnculo hacia el ápice y cubre el 100% de la superficie de la fruta

Piña sobre-madura: Es cuando en la cáscara del fruto, la coloración amarilla intensa se torna a coloraciones anaranjadas que cubren gran parte o el 100% de la superficie de la fruta. En este grado de madurez, inicia el proceso de senescencia del fruto.

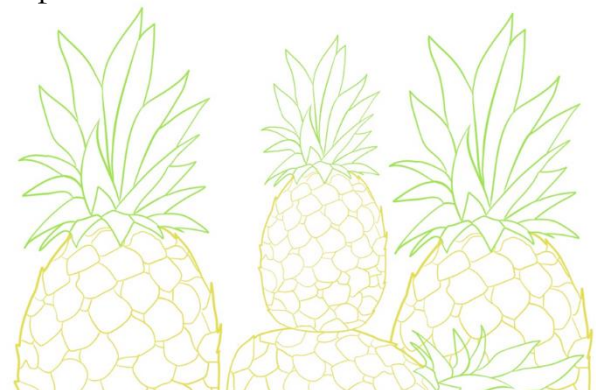




Tabla 4. Color externo de la piña

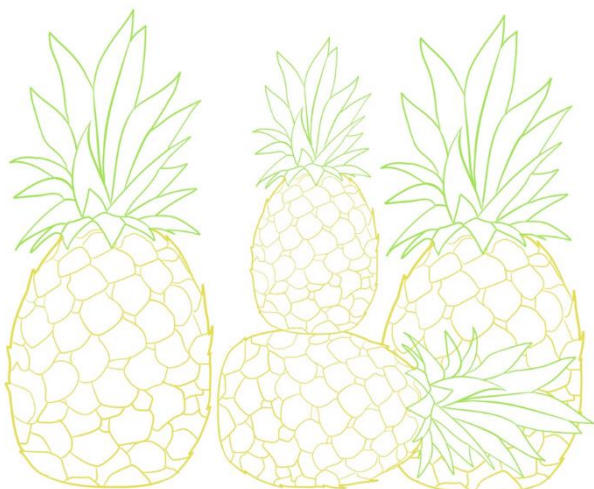
Rango de color amarillo en cáscara	Código	Nombre comercial
Inicio de color	0	Sazona
1 % - 12%	1	“de ojo”
13% - 37%	2	¼ color
38 % - 62 %	3	½ color
63 % - 87 %	4	¾ color
88 % - 100 %	5	Madura
100 % inician anaranjados	6	Sobre - madura

Codigos de color					
					
1	2	3	4	5	6
					

Conservación de alimentos

Los alimentos necesitan tratamiento para que sean más perecederos y requieren de ciertas condiciones para su conservación ya que la principal causa de su deterioro son las bacterias y distintos tipos de microorganismos como los mohos y levaduras. (Par, 2012).

Desde los tiempos más antiguos el hombre ha utilizado la deshidratación de alimentos como un mecanismo de conservación de alimentos, ya que de esta manera prolonga su vida útil generando productos con mayor valor agregado. Esto permite contar con frutas y verduras durante todo el año y evita la pérdida de los excedentes de producción y consumo. Asimismo, favorece la creación de microempresas familiares y las economías regionales. (Acosta, 2021).

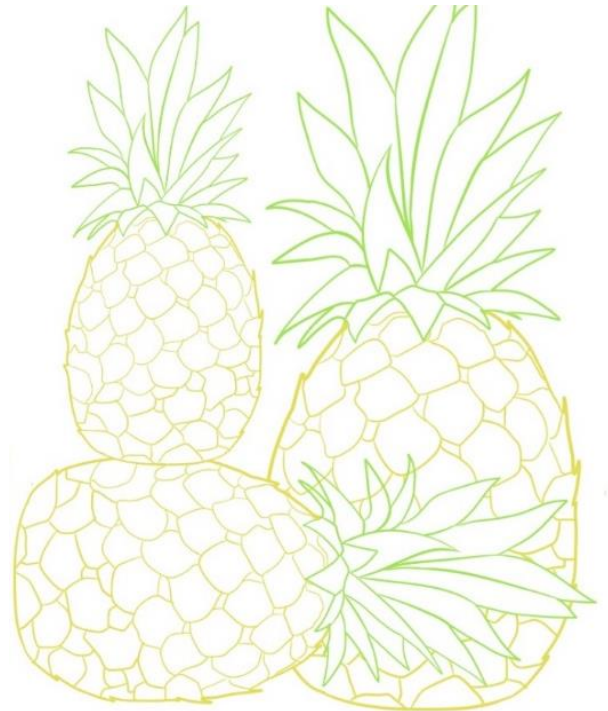


Deshidratación solar

Consiste en extraer una buena parte de la humedad de los alimentos, para que no se descompongan. Por el paso de aire caliente a través del producto se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación de esta. Esto impide el crecimiento de las bacterias, que no pueden vivir en un medio seco. (Peinado *et. al.*, 2013).



La deshidratación en los alimentos 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.





Deshidratadores solares

Los deshidratadores solares son dispositivos que utilizan la luz solar para calentar aire y mediante la transferencia de calor retiran el agua de los tejidos de productos como frutas, verduras, semillas, carne, hierbas o madera. (CONAFOR, 2008).

La deshidratación solar es una alternativa renovable para la micro-industria y un mecanismo de desarrollo económico para pequeños productores hortofrutícolas.

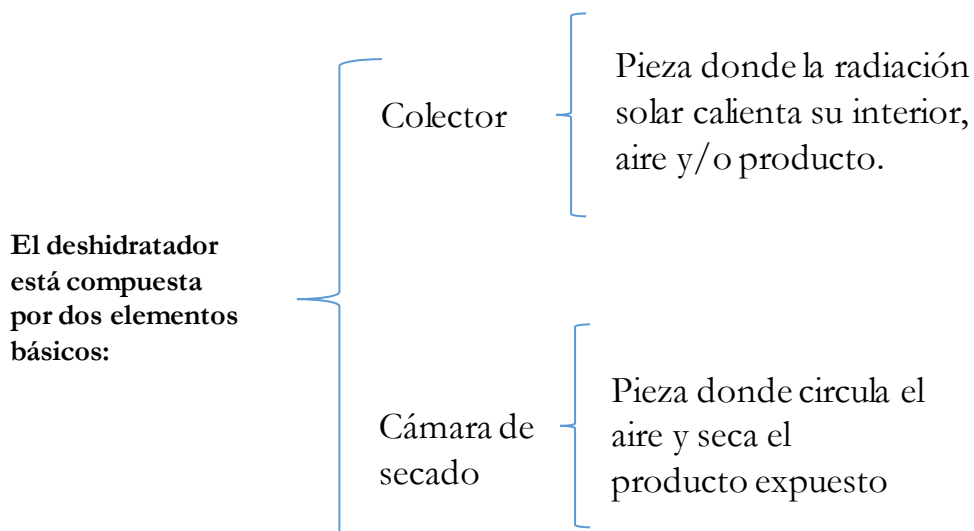
La situación de la merma de productos agrícolas puede disminuirse mediante la deshidratación de aquellos productos que no cumplen con las características que demanda en mercado en su estado fresco, pero si pueden utilizarse una vez deshidratados. (Acosta y Ángeles, 2021).

Los usuarios pueden adquirir un deshidratador solar a través de las empresas que los comercializan o bien existen varios sitios web que ofrecen manuales sencillos de deshidratadores caseros y en algunos incluso se muestran deshidratadores contruidos con materiales locales.

Es factible construir un secador solar de forma artesanal a través de materiales accesibles y sin requerir un entrenamiento especializado en el tema, también es posible adquirir uno comercialmente, aunque esto requiere una inversión entre dos mil y ocho mil pesos mexicanos, según el tamaño del dispositivo (Valencia, *et. al.*, 2023).

Tipos de deshidratadores solares

Existen diferentes formas de conseguir un deshidratador solar pero todas ellas están compuestas de dos elementos básicos:



Deshidratador indirecto

Deshidratador donde el colector y la cámara de secado están separados. La radiación solar calienta el aire del colector que pasa a la cámara de secado, donde está el producto. En la cámara de secado no incide la radiación solar. Es conveniente para productos sensibles a la exposición directa al sol, permite una mejor manipulación del producto y es más fácil incorporar una fuente de energía auxiliar.

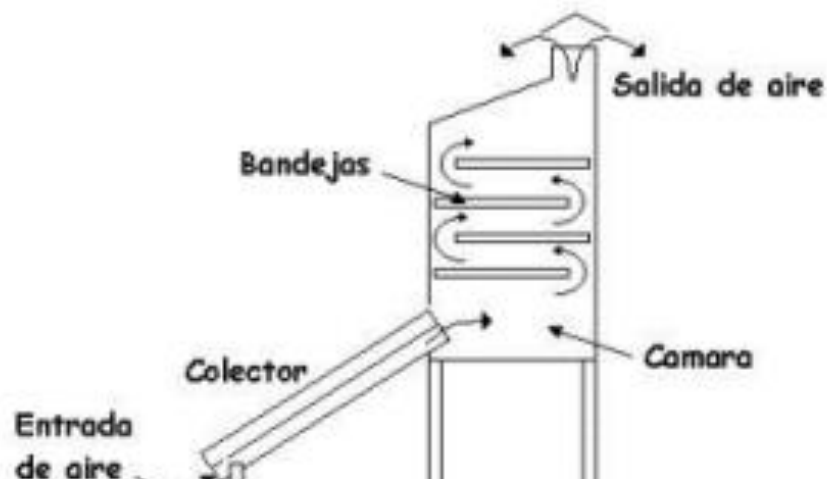
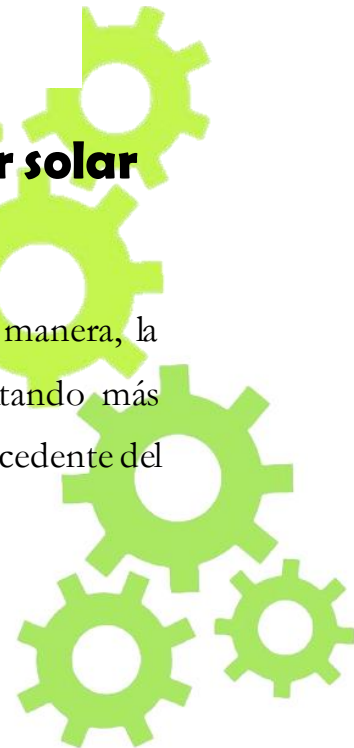


Figura 7. Esquema de un sistema de secado indirecto. (De la Vega, 2017).

Deshidratador solar

directo:

El colector y la cámara de secado son el mismo elemento, de esta manera, la radiación solar incide directamente sobre el producto a secar, resultando más efectiva la evaporación del agua. Esta agua es recuperada por el aire procedente del exterior.



Construcción de un deshidratador solar de alimentos

En su manual CONAFOR (2018) describe la información necesaria para la construcción de un deshidratador solar de alimentos:

1. La estructura se puede construir de madera o metal. Se unen las piezas para formar una “L”. La parte horizontal llamada colector, capta los rayos del sol. La parte por debajo de la estructura se forra de plástico negro para absorber el calor. Como se muestra en la figura:



Figura 8. Construcción de un deshidratador.

**La parte horizontal o colector de rayos de sol mide
2 m x 1.05 m.**

2. En la parte vertical se acomodan charolas con malla de mosquitero, a manera de repisas. El colector tendrá una inclinación que resulte en 5 cm. más de altura en la parte de la cabecera. Por lo tanto, las patas del frente deben medir 35 cm. y las de la base, 40 centímetros. Las charolas se colocan a cada 15 centímetros. Cada charola mide 1 metro por 30 centímetros.
3. Finalmente, se forra toda la estructura con plástico transparente, para evitar la salida del aire caliente y el ingreso de insectos o polvo.

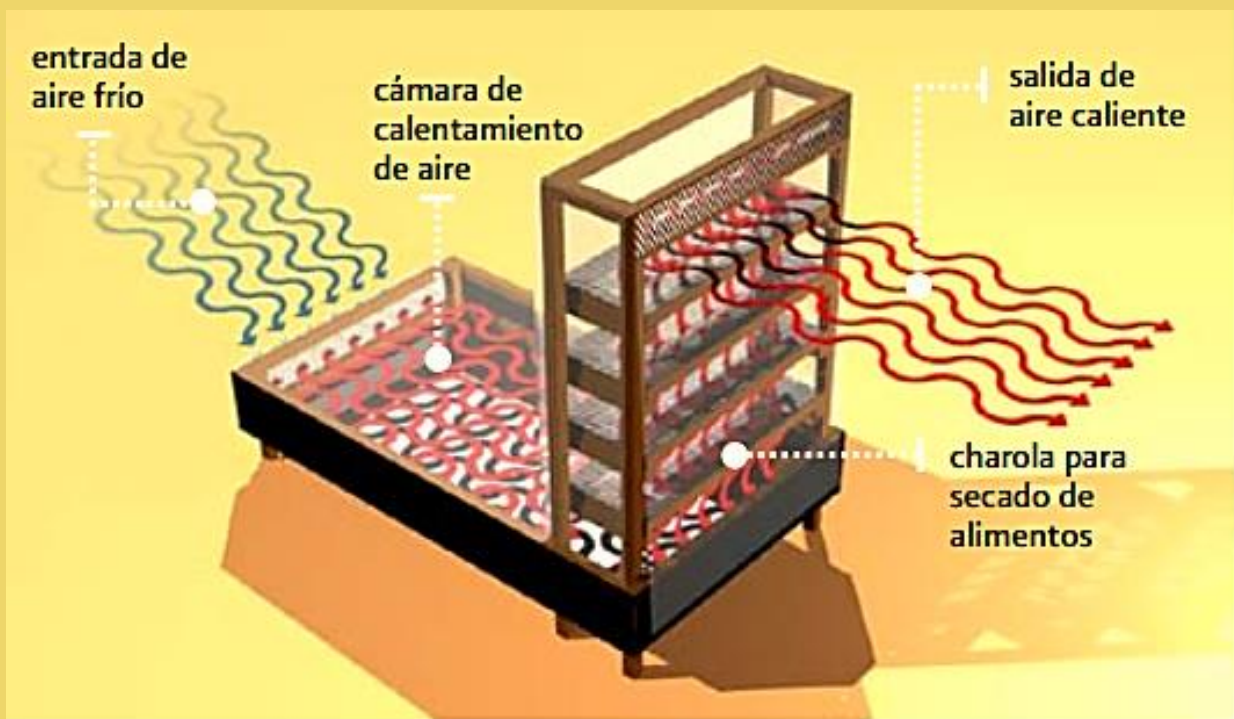


Figura 9. Deshidratador indirecto.



Frutas deshidratadas

Una vez deshidratados, los alimentos pueden conservarse secos sin perder sus propiedades nutritivas, bromatológicas y organolépticas.

Piña deshidratada

Se obtiene de la eliminación controlada de la mayor parte del agua libre de la piña. Por lo general ésta se prepara en trozos o rodajas enteras para tener una mejor presentación y facilitar el proceso.



Beneficios de deshidratar frutas

Cabagon (2018) enlista ventajas de la conservación por deshidratación:

- **Mantiene las propiedades nutricionales del alimento**
- **Reduce el espacio del almacenamiento, manipulación y transporte**
- **Se aprovecha la energía solar**
- **Añade valor a los subproductos**

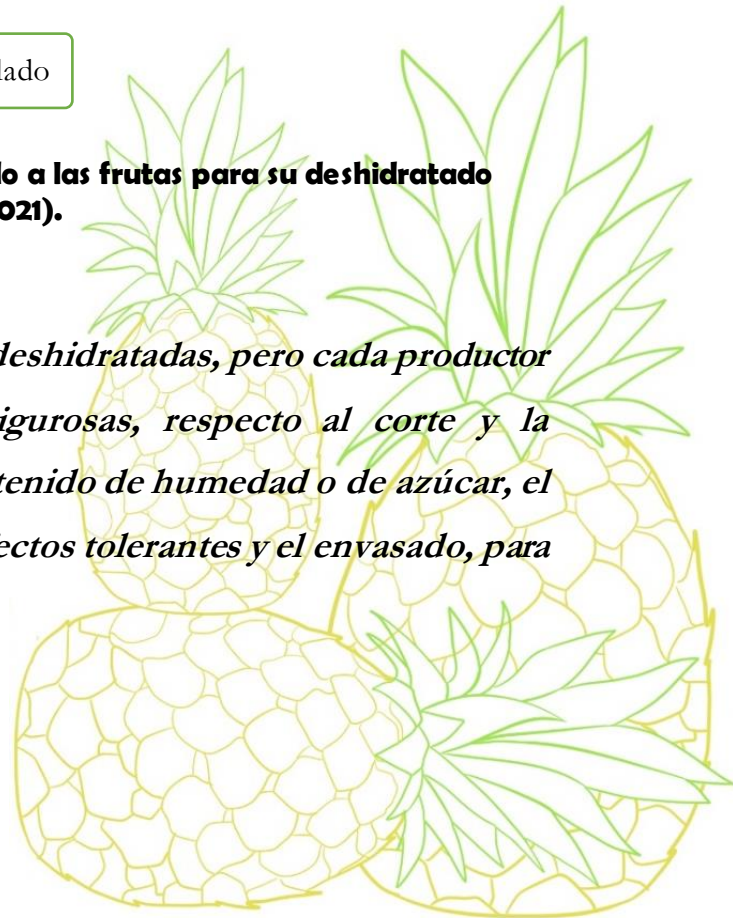


Proceso general aplicado a las frutas para deshidratar:



Figura 10. Procedimiento general aplicado a las frutas para su deshidratación (Cabrera, 2021).

No existen normas oficiales para frutas deshidratadas, pero cada productor tiene especificaciones propias, muy rigurosas, respecto al corte y la presentación, el tamaño, el color, el contenido de humedad o de azúcar, el recuento de bacterias, el máximo de defectos tolerantes y el envasado, para cada tipo de fruta. (Landwehr, 1999).




Madurez de la piña para deshidratar

El estado de madurez ideal para la deshidratación de la pulpa de piña es con $\frac{1}{2}$ de madurez, piña con $\frac{3}{4}$ de madurez y piña madura; según con la clasificación por color externo de la Norma Mexicana NMX-FF-028-SCFI-2008: (Chávez, 2010).

Tabla 5. Madurez ideal para deshidratar

Rango de color amarillo en cáscara	Código	Nombre comercial
38 % - 62 %	3	$\frac{1}{2}$ color
63 % - 87 %	4	$\frac{3}{4}$ color
88 % - 100 %	5	Madura

Codigos de color



The image shows three pineapples against a yellow background, illustrating the color progression from green to yellow. The first pineapple on the left is mostly green with some yellowing at the bottom, labeled '3'. The middle pineapple is more yellow, labeled '4'. The third pineapple on the right is almost entirely yellow, labeled '5'.

3	4	5
---	---	---

Todas las piñas seleccionadas para el proceso de deshidratación deberán cumplir con las especificaciones sensoriales de la norma mexicana NMX-FF-028-SCFI-2008.

¡No tires la cascara de piña! Conoce el uso que le puedes dar

El Tepache es una bebida muy mexicana, producto del aprovechamiento de las cáscaras de la piña, piloncillo y su fermentación en olla de peltre, de barro o barricas de madera llamadas tepacheras, se caracteriza por ser una bebida muy refrescante de bajo contenido alcohólico (aprox. 1% Alc. Vol.), que se consume principalmente durante las épocas cálidas del año. (Martínez, [et al], 2019).



Figura 11. Cascara de piña.

Tepache; nombre que proviene del náhuatl: *tepiatl*, que significa bebida de maíz, originalmente hecha con este cereal; sin embargo, no se tienen datos exactos de su origen. (Cerero, 2020).

Fermentación de cascaras de piña: Tepache

Esta bebida se deriva de un proceso de fermentación natural en condiciones ambientales desconocidas, en las distintas regiones en donde se elabora y consume. También se desconoce los microorganismos involucrados en la fermentación del tepache, que le confieren a esta bebida las características particulares en cada región, dado que no existe un control o norma para su elaboración. (Lucas, *et. al.*, 2023).



De todas las especies de levaduras que se han reportado en el tepache de cascaras de piña, *Saccharomyces Cerevisiae* se ha mencionado como la levadura con mayor participación en la elaboración de esta bebida. (Cerón, 2007).

La fermentación en el tepache también se puede generar a partir de tibicos o búlgaros, que son macrocolonias de bacterias que potencian los procesos de fermentación. (SIAP, 2022).

Receta básica de tepache

Ingredientes:

- La cascara de una piña grande madura (alrededor de un kilo y medio).
- 3 litros de agua
- 600 g de piloncillo (panela) u otro dulce natural
- 1 rama de canela de unos 8 cm.
- 3 clavos de olor



Pasos:

Lavar bien la piña, quitar el tallo, pelar la cascara y cortarla en trozos.

Colocar la cascara en un recipiente grande (si es de barro mejor) y agregar 2 litros de agua, el piloncillo, la canela y los clavos. Tapar y dejar reposar en un sitio caliente durante 48 horas. Colar el líquido resultando (el tepache). Agregar un litro de agua y opcionalmente, medio litro de cerveza. Dejar reposar otras 12 horas y colar. Para conservarlo hay que refrigerarlo (Lázaro, 2014).



Figura 12. Tepache listo para consumir. (SADER, 2021).

Beneficios del tepache

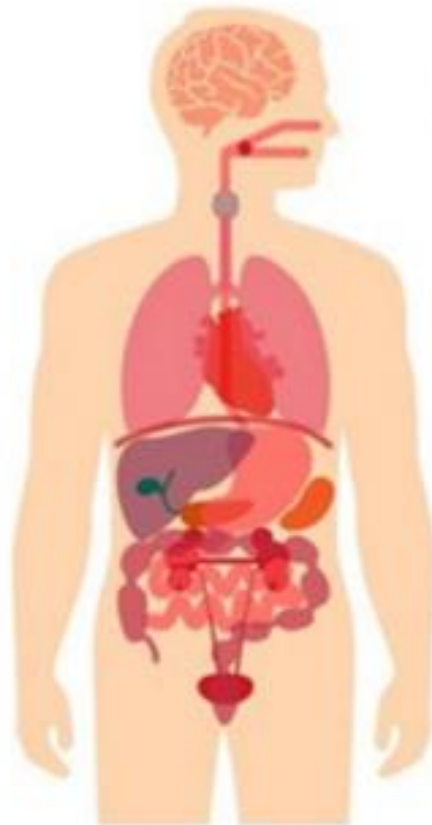
Al tepache se le atribuyen efectos benéficos para la salud, está documentado que cuenta con nutrientes muy eficaces para la supervivencia de los microorganismos probióticos, con actividades como la síntesis y producción de oligosacáridos funcionales, bacteriocinas y exopolisacáridos, la acción principal es en la prevención de enfermedades gastrointestinales, sin embargo, no se cuenta con información extensa acerca de estos beneficios. (Cerero *et. al.*, 2022).

Bloqueo de la adhesión de bacterias patógenas

Mantenimiento de los niveles normales de ácidos grasos de cadena corta

Mejora de la respuesta inmune intestinal

Reducción de peso corporal



Respiración de la impermeabilidad intestinal

Regulación de la absorción intestinal de los electrolitos

Regulación del metabolito de los lípidos

Actividad antimicrobiana

Figura 13. Propiedades benéficas de la bebida fermentada de tepache.

La presencia de las especies de *Lactobacillus*, como *Lactobacillus plantarum*, han sido reportados como probiótico.

Impacto del tepache

El tepache la bebida que se consume ampliamente a lo largo de todo el territorio nacional. Y aunque su origen y consumo se encuentra fuertemente ligado al país, también han tenido determinante impacto fuera de sus fronteras.

El tepache es una de las bebidas tradicionales de México más conocidas, su venta y distribución es también parte de la cultura de los tianguis, en donde se distribuye generalmente. Transportado en grandes barriles, su consumo forma parte de una pintoresca y deliciosa tradición que se hace aún más frecuente en los meses calurosos del verano. (SIAP, 2022).



Figura 14. Vendedor de tepache.

Residuos agroindustriales

Los residuos derivados del procesamiento de frutas y hortalizas, que incluye la elaboración de jugos, pulpas, mermeladas, conservas, deshidratación, congelación, confitado y fermentación de frutas y hortalizas, generan importantes cantidades de residuos líquidos (sólidos suspendidos, materia orgánica disuelta, pesticidas, insectos, lechada soluble, jugos, hojas, tallos, etcétera) y sólidos (restos de fruta y hortalizas, frutas en mal estado, semillas, etcétera) con alta carga de material orgánico, pueden ser transformados en compost. (Hernández, *et. al.*, 2016).

Impacto de residuos agroindustriales

Todo proceso productivo desarrollado en la agroindustria, sin importar la escala, genera residuos agroindustriales a diferentes niveles. Dependiendo del manejo que se le dé a los residuos agroindustriales puede generar impactos negativos y positivos en el ambiente.

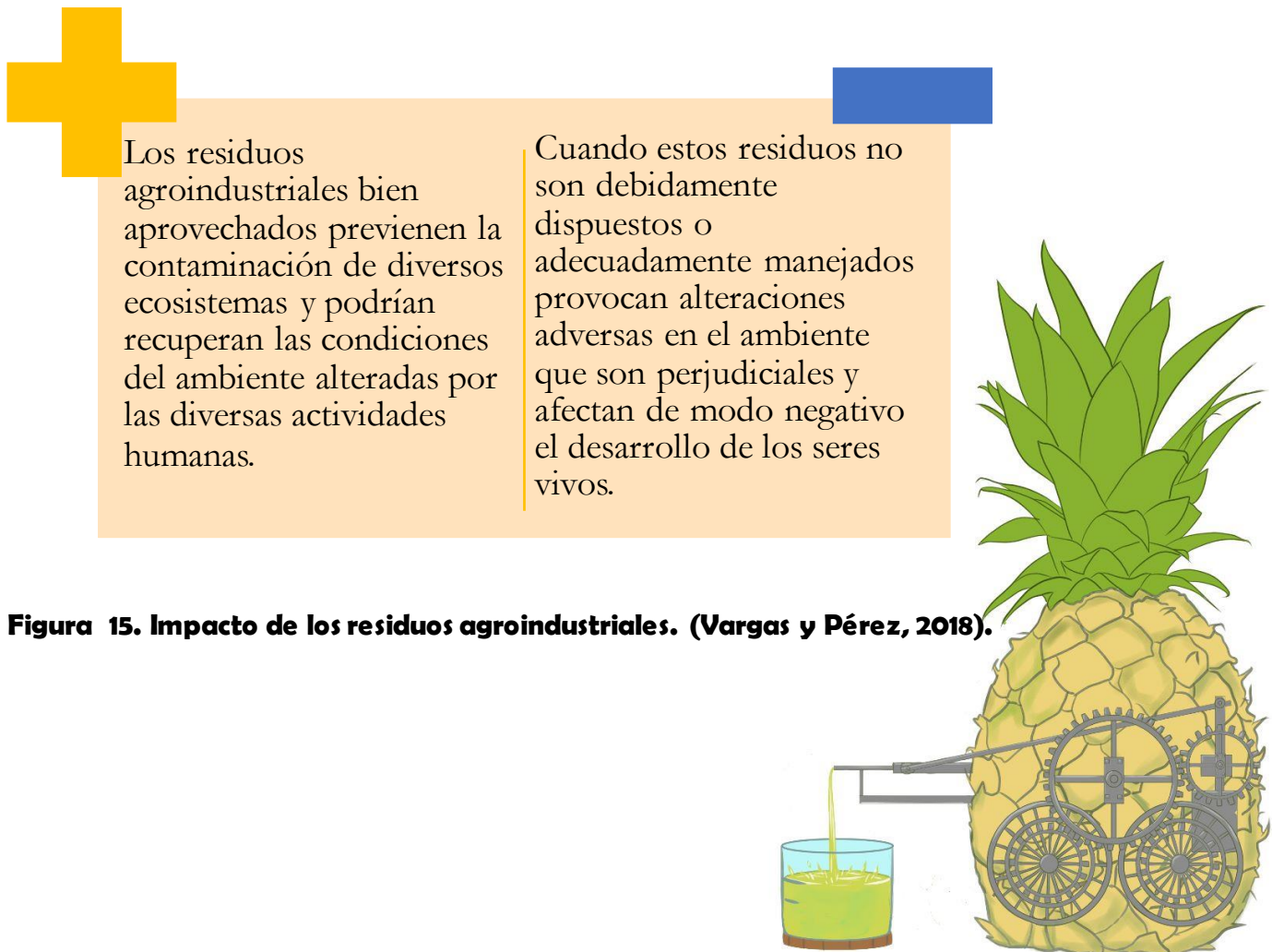


Figura 15. Impacto de los residuos agroindustriales. (Vargas y Pérez, 2018).

Compostaje

El compostaje es una de las alternativas para tratar los residuos. Es una técnica económicamente recomendable cuando se manejan grandes cantidades de residuos orgánicos, lo que implica menores costos operativos; es un sistema oxigenado con una menor producción de olor y un producto final estable. (Campitelli, 2014).

Los residuos orgánicos de diversos orígenes (hortícolas, agrícolas, ganaderos, domésticos, etc.) representan aproximadamente el 40% en los RSU.



Figura 16. Residuos orgánicos.

El compostaje es un proceso biológico en condiciones aeróbicas, donde la humedad y la temperatura juegan un papel fundamental, pues en forma adecuada aseguran una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Durante el compostaje se generan un conjunto de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el N y el C presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. (Román, *et. al.*, 2013).

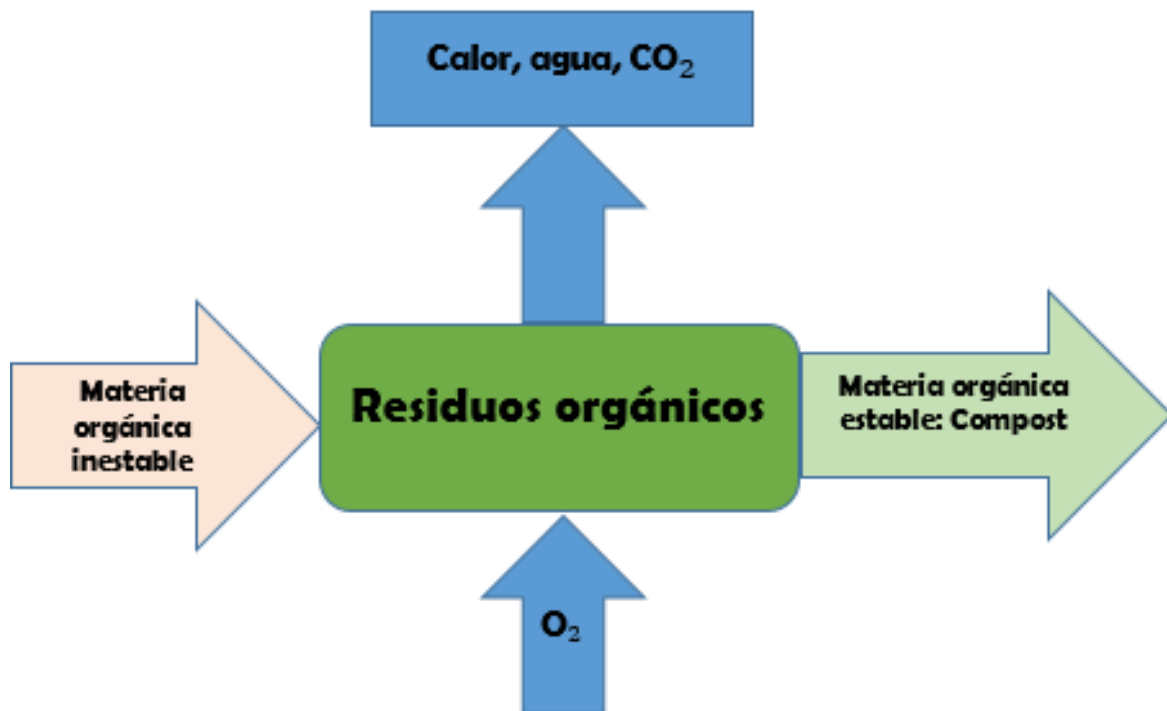
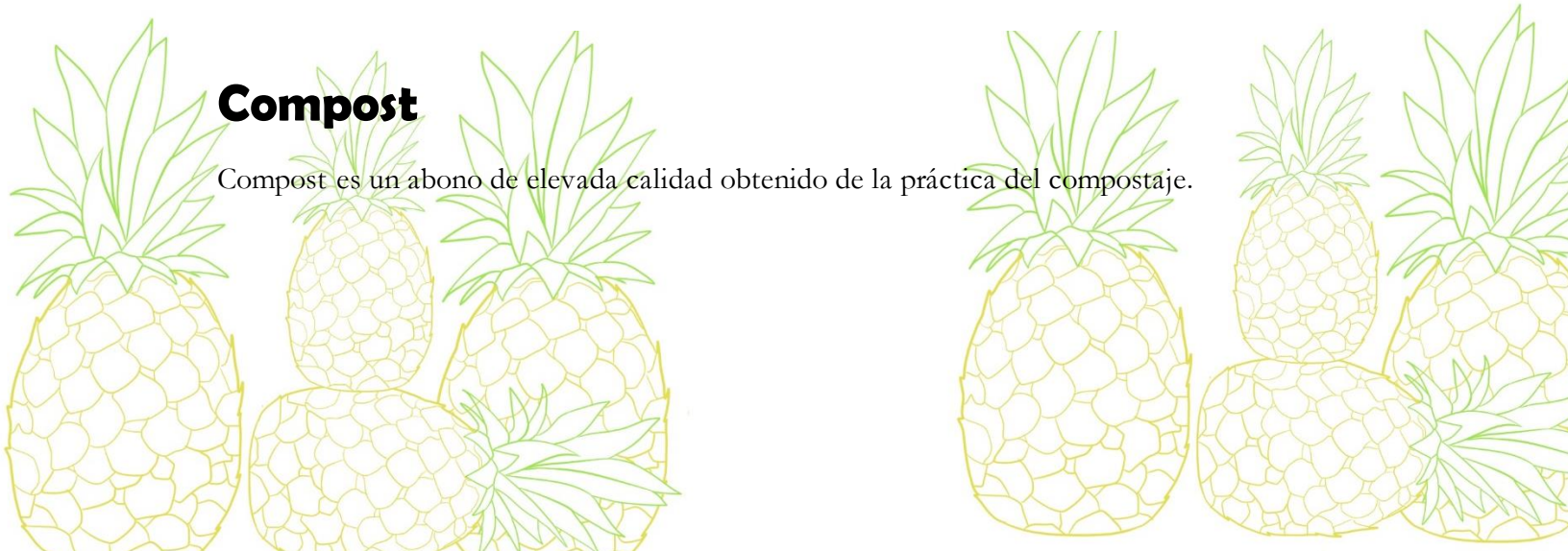


Figura 17. Entradas y salidas del sistema del compostaje.

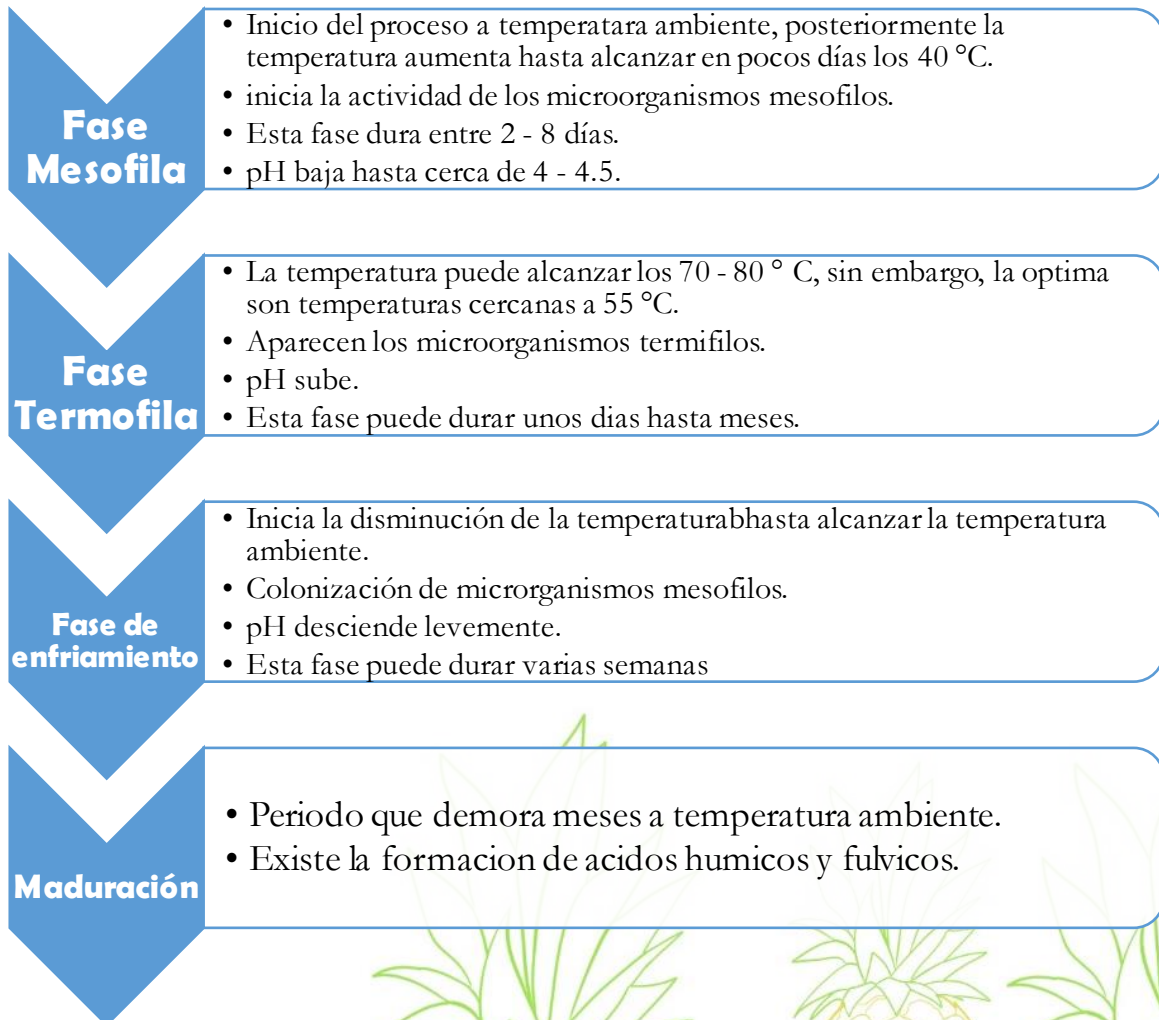
Compost

Compost es un abono de elevada calidad obtenido de la práctica del compostaje.



Fases del compostaje

Dependiendo de las variaciones en la temperatura del sistema el proceso puede ser dividido en cuatro etapas; tres fases del compostaje y una de maduración. (Garrido, 2014).



En la fase termófila se sugiere de manera práctica, monitorear la temperatura al menos de dos veces por semana la pila del compost, y cuando la temperatura alcance los >67 °C, se debe voltear inmediatamente con el objetivo de incorporar oxígeno y disminuir la temperatura.

Indicadores sensoriales de la madurez del compost

Moreno y Moral (2008) explican algunos criterios implicados comúnmente que dan una idea aproximada del grado de maduración del compost:

- **Temperatura:** La temperatura de la curva se estabiliza definitivamente, no variando con el volteo del material.
- **Olor:** Presenta un olor característico similar al de tierra húmeda (producido fundamentalmente por la excreción de geosmina, metabolitos secundarios producidos por actinomicetos mesofilos, microorganismos predominantes durante la fase de maduración del compost).
- **Color:** Después de un adecuado periodo de maduración, el producto final ha de presentar un color pardo oscuro o casi negro.



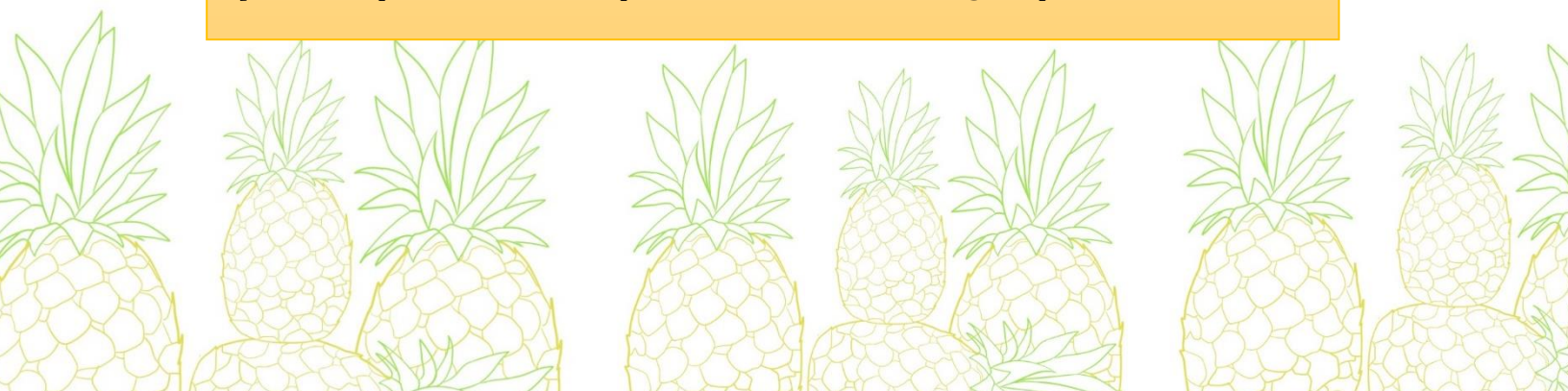
Figura 18. Compost maduro

Tabla 6. Parámetros óptimos de los factores que afectan el proceso de compostaje.

Factor	Rango optimo
(Saturación de oxígeno) Aireación	5% - 15 %
Humedad	45% - 60 % de agua en peso en material base
Bajas temperaturas	<35 ° C
Altas temperaturas	<70 ° C
pH	4.5 – 8.5
Relación carbono/nitrógeno	15:1 – 35:1
Tamaño de la partícula	5 – 20 cm

Fuente: (Román, *et. al.*, 2013).

El proceso de compostaje dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, y otros elementos, por lo que algunos parámetros pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo vigilancia constante para que siempre estén siempre dentro de un rango óptimo.



Beneficios del compostaje

Moreno y Moral (2008) indican que un proceso de compostaje, bien controlado, y aplicado a los materiales adecuados, reducen, la humedad, el peso, el volumen de los residuos tratados y conduce a un producto estabilizado, almacenable, transportable y utilizable en un suelo agrícola. Este compost al ser aplicado en un suelo puede:

- Mejorar la infiltración y retención del agua.
- Disminuir las fluctuaciones de temperatura.
- Reducir la erosión.
- Mejorar la calidad de los cultivos al favorecer un control natural de plagas.
- Aportar nutrientes para el sustento de las plantas.

Para consultar...

El “Manual de Compostaje del Agricultor” es una guía de aprendizaje sobre la producción de compost a nivel familiar y de pequeña agricultura, preparada por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. El objetivo del manual es difundir tecnologías apropiadas para la elaboración de un producto sano y seguro para uso como abono en huertas; compost. Dicho manual presenta los problemas que se pudieran presentar dentro del compostaje si un factor sale del rango óptimo, lo que significa y sus soluciones respectivas.



Disponible en:
<https://www.fao.org/>

Figura 19. Manual de compostaje del agricultor.

GLOSARIO

pH: Potencial de Hidrógeno. Es una medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez.

Relación carbono/nitrógeno: Es la relación entre el contenido de carbono y de nitrógeno. Por ejemplo, una C:N de 10:1 significa que hay diez unidades de carbono por cada unidad de nitrógeno.

REFERENCIAS

ACOSTA Miranda, Mónica Leticia. Disminuir la pérdida de alimentos en la producción agrícola mediante la deshidratación [en línea]. Revista Tecnológica ESPOL. Tecnológico Nacional de México. RTE Vol.33, N° 3. Diciembre, 2021. [Consultado el día: 5 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/874>

ALZAMORA, Stella Maris, [et. al.]. Manual de capacitación, conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. FAO, 2004. [Consultado el día: 9 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/>

CABASGON, Omar. Fruta deshidratada, el mejor snack para una buena alimentación. Manual de deshidratación [en línea]. Universidad Técnica del Norte, 28 pp. Ibarra-Ecuador, 2018. [Consultado el día: 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.ppd-ecuador.org/wp-content/uploads/2019/FondoBecas/SierraNorte/UTN-Omar-Uso-Deshidratador-solar-vf.pdf>

CABRERA Escobar, J. O. Deshidratación de frutas en el cantón guano [en línea]. RECIENA Revista Científica Agropecuaria. Reciena Num. 1, Año 1, Vol. 1. 2021.. [Consultado el día 25 de julio de 2023]. Disponible en: <https://reciena.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/download/9/57/186>

CAMPITELLI, Paola. Compostaje. Obtención de abonos de calidad para las plantas. Córdoba: Editorial Brujas, 2014. 1ra ed. eLibro. [Consultado el día: 06 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://elibro-net.cuidvirtual.unicach.mx/es/ereader/unicach/78144>

CERERO Calvo, Cynthiare, [et. al.]. Probióticos presentes en bebidas fermentadas mexicanas [en línea]. TIP Rev.Esp.Cienc.Quím.Biol. Vol. 25. [Consultado el día: 9 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v25/1405-888X-tip-25-e436.pdf>

CONAFOR. Transferencia de tecnología y divulgación sobre técnicas para el desarrollo humano y forestal sustentable. Deshidratador de alimentos [en línea]. 2008. 1ra ed. México, ISBN en trámite. Disponible en: <https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manual-Deshidratador-Solar-de-Alimentos.pdf>

DE LA VEGA Sánchez, Francisco Franco. Diseño y construcción de un deshidratador de plátano mediante el aprovechamiento de energía solar pasiva para los laboratorios de la facultad ingeniería civil y mecánica [en línea]. Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero mecánico. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2017. [Consultado el día: 26 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25559/1/Tesis%20I.%20M.%20382%20-%20De%20la%20Vega%20S%20c3%20a1nchez%20Francisco%20Franco.pdf>

GARRIDO García, Rina. “EFECTO DE CATORCE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA (*Eisenia foetida*)” [en línea]. Tesis para optar el título profesional de: ingeniero en recursos naturales renovables mención conservación de suelos y agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, 2014. [Consultado el día: 30 de julio de 2023]. Disponible en: http://181.176.159.234/bitstream/handle/20.500.14292/1075/TS_RGG_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNANDEZ Cázares, A. S., [et. al.]. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES CON POTENCIAL DE COMPOSTAJE [en línea]. AP AgroProductividad. Volumen 9, Número 8. Agosto. 2016. [Consultado el día: 29 de julio de 2023. Disponible en: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2642/1/Agroproductividad%20vol%209%2c%20no%209%2c%20p%2010-17.pdf>

LAZARO, Luis Antonio. Macrobiótica nutrición simbiótica y microorganismos generadores. Edi. integralia la casa natural S.L. pp. 389. Madrid, España. 2014. [Consultado el día: 5 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.google.com.mx/books/edition/MICROBIOTICA/UxFQCgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&kptab=overview>

MARTINEZ Cervantes, M. A., [et. al.]. Valor Funcional de Bebidas Tradicionales con Posible Potencial Prebiótico [en línea]. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. 2019 Volumen 11, No 22. [Consultado el día: 28 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.biochemtech.uadec.mx/wp-content/uploads/2022/01/ValorFuncionalBebidasTradicionales.pdf>

MUÑOZ Álvarez, Rafael. Tecnologías apropiadas para un desarrollo sostenible [en línea]. Trabajo de acceso para adoptar la categoría de profesor asociado. Universidad Católica Andrés Bello, facultad de ingeniería. Caracas, julio de 2019. [Consultado el día: 25 de julio de 2023]. Disponible en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU0631.pdf>

LANDWEHR, T. La deshidratación de frutas [en línea]. Ed. CORPOICA. 1999. [Consultado el día: 5 de agosto de 2023]. Disponible en: https://scholar.google.es/scholar?cluster=14332652485108193683&hl=es&as_sdt=0,5

PAR Gramajo, Meylin Gabriela. Aplicación de los métodos de conservación de alimentos [en línea]. Revista Ingeniería y Ciencia 2019. Vol. 1. No. 15. [Consultado el día: 21 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk>

PEINADO Martínez, José Luis, [et. al.] Deshidratación de alimentos utilizando energía solar térmica [en línea]. Revista CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica. , Vol. 10, págs. 99-107. Chihuahua, México, 2013. [Consultado el día: 20 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7070085> ISSN-e 2007-0411

SADER Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Tepache dulce bebida, tradicionalmente mexicana [en línea]. 31 de enero de 2021. [Consultado el día: 5 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/tepache-dulce-bebida-tradicionalmente-mexicana>

SIAP, Pulque, cacao, tepache y tejuino: la fermentación que detona el sabor [en línea]. Septiembre 2022. [Consultado el día: 8 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/pulque-cacao-tepache-y-tejuino-la-fermentacion-que-detona-el-sabor>

VALENCIA Muñiz, Vanessa E., [et. al.]. Análisis de las ventajas de prototipos de secadores solares para la deshidratación de alimentos de origen vegetal [en línea]. Innovación y desarrollo tecnológico revista digital. Vol. 15, Num. 2. Abril- Junio 2023. [Consultado el día: 5 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.researchgate.net>

VARGAS Corredor, Yury Alexandra y Pérez Pérez, Liliana Ibeth. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE [en línea]. Revista Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar Nueva Granada. Vol. 14 (1) 2018, 59-72. Marzo 2018. [Consultado el día: 29 de julio de 2023]. Disponible en: <http://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb>

VERONICA M., Javi. Actualizaciones al concepto de tecnología apropiada. ASADES [en línea]. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 10. Argentina, 2006. [Consulta do el día: 22 de julio de 2023]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/88548/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y ISSN 03295184

REFERENCIAS

ACOSTA Miranda, Mónica Leticia y Ángeles Hernández, Leonor. Disminuir la pérdida de alimentos en la producción agrícola mediante la deshidratación [en línea]. Revista Tecnológica Espol –RTE Vol.33, N° 3. Diciembre, 2021. [Consultado el día: 27 de julio de 2023]. Disponible en: <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/874/555>

ALCARAZO Tenorio, José Santiago, [et al.]. Diseño de deshidratador de alimentos casero con instrumentos reciclables [en línea]. Trabajo de Investigación para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Mecánico – Eléctrica. Puria, septiembre 2020. [Consultado el día: 26 de julio de 2023]. Disponible en: https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/4928/T_IME_2004.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ALMEZOLA Cortes, s. e., [et. al.]. Crecimiento de Salmonella y Escherichia coli en fermentación de té verde y piloncillo con Thauera [en línea]. Avances de Investigación en Inocuidad de alimentos. E- Gnosis Vol. 4 (2021). [Consultado el día: 29 de julio de 2023]. Disponible en: <http://e-gnosis.udg.mx/index.php/inocuidad/article/view/251/190>

ALZAMORA, Stella Maris, [et. al.] Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. Manual de capacitación FAO, 2004 [en línea]. [Consultado el día: 17 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5771s/y5771s.pdf>

BOHÓRQUEZ Santana, Wilson. El proceso del compostaje [en línea]. Edi. Unisalle, 2019. ed.1. pp. 38. [Consultado el día: 29 de julio de 2023]. Disponible en: <https://elibro-net.cuidvirtual.unicach.mx/es/ereader/unicach/215010>

BUENO Bosch, Mario. Como hacer un buen compost: manual para agricultores [en línea]. La fertilidad de la Tierra ediciones. 5a. ed. 176 pp. 2021. [Consultado el día: 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://elibro-net.cuidvirtual.unicach.mx/es/ereader/unicach/230083> ISBN 9788493228912

BURGOA Jauregui, Paola Banitza. “RENTABILIDAD DE LOS METODOS TRADICIONAL Y SOLAR TIPO TUNEL DE LA DESHIDRATACION DEL DURAZNO (Prunus pérsica), EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ” (en línea). Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia, 2017. [Consultado el día: 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15325/T-2479.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CABASGON, Omar. Fruta deshidratada, el mejor snack para una buena alimentación. Manual de deshidratación [en línea]. Universidad Técnica del Norte (UTN, ECOPAR/ PPD). 28 pp. Ibarra-Ecuador, 2018. [Consultado el día: 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.ppd-ecuador.org/wp-content/uploads/2019/FondoBecas/SierraNorte/UTN-Omar-Uso-Deshidratador-solar-vf.pdf>

CABRERA Escobar, J. O. DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS EN EL CANTÓN GUANO [en línea]. RECIENA Revista Científica Agropecuaria. Reciena Num. 1, Año 1, Vol. 1 (2021): 40-42. Junio, 2020. [Consultado el día 25 de julio de 2023]. Disponible en: <https://reciena.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/download/9/57/186>

CAMACHO Retana, Christian Alberto. COMPORTAMIENTO DEL PERÍODO DE COSECHA DE FRUTA DE PIÑA (Ananas comosus) (L.) Merr HÍBRIDO MD-2 BAJO CONDICIONES DE PRODUCCIÓN EN FINCA LA FAMA, SANTA FE, AGUAS ZARCAS. Como requisito parcial para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA SEDE REGIONAL SAN CARLOS, 2006. 55 pp. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/>

CANTÚ Perches, M. L., [et. al.] APLICACIONES TERAPÉUTICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE Ananas comosus (L.) Merr. (PIÑA). UN ESTUDIO DE REVISIÓN [en línea]. PLANTA. Año 15, No. 26 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN Diciembre 2019. [Consultado el día: 22 de julio de 2023] Disponible en: https://chilebio.cl/wp-content/uploads/2020/05/Planta_26_compressed.pdf#page=15 ISSB 20071157

CERÓN Montes, Genaro Iván. AISLAMIENTO IDENTIFICACION Y PRUEBAS DE FERMENTACION EN CULTIVO PURO Y MIXTO DE LEVADURAS DEL TEPACHE [en línea]. Tesis profesional para obtener el título de ingeniero de alimentos. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F., 2007. [Consultado el día: 29 de julio de 2023]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19540/Cer%C3%B3n%20Montes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHÁVEZ Angulo, Diana Carolina. PUNTO ÓPTIMO DE COSECHA PARA EL PROCESO DE DESHIDRATADO DE LA PIÑA "Ananas comosus L" [en línea]. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Perú, 2010. [Consultado el día: 26 de julio de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2086/000001530T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

DE LA VEGA Sánchez, Francisco Franco. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR DE PLÁTANO MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR PASIVA PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA [en línea]. Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero mecánico. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2017. [Consultado el día: 26 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25559/1/Tesis%20I.%20M.%20382%20-%20De%20la%20Vega%20S%c3%a1nchez%20Francisco%20Franco.pdf>

ESPINOZA PAZ, N. y PEREZ SALGADO, M. Recomendaciones para cultivar la piña criolla en Ocozocoautla Chiapas [en línea]. Campo Experimental Centro de Chiapas. Centro de Investigación Regional del Pacífico Sur Campo Experimental Centro de Chiapas. Agosto, 2014. [Consultado el día: 15 de julio 2023]. Disponible en: <https://www.cirpas-inifap.gob.mx>

GARRIDO García, Rina. “EFECTO DE CATORCE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA (*Eisenia foetida*)” [en línea]. Tesis para optar el título profesional de: ingeniero en recursos naturales renovables mención conservación de suelos y agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, 2014. [Consultado el día: 30 de julio de 2023]. Disponible en: http://181.176.159.234/bitstream/handle/20.500.14292/1075/TS_RGG_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GALLEGO Oviedo, Yezid. Compostaje y lombricultivo (en línea). Fondo Editorial RED Descartes. España, 2022. pp. 109. [Consultado el día: 1 de julio de 2023]. Disponible en: https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/materiales_didacticos/Compostaje/?page=4 ISBN: 978-84-18834-38-7

HERNANDEZ Cázares, A. S., [et. al.]. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES CON POTENCIAL DE COMPOSTAJE [en línea]. AP AgroProductividad. Volumen 9, Número 8. Agosto. 2016. [Consultado el día: 29 de julio de 2023]. Disponible en: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2642/1/Agroproductividad%20vol%209%2c%20no%209%2c%20p%2010-17.pdf>

HERNANDEZ Gómez, Víctor, [et. al.]. Secado de frutas y verduras con energía solar [en línea]. Revista de sistemas experimentales. Vol.4 No.11, pp. 22-33. Junio, 2017. [Consultado el día: 27 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol4num11/Revista_de_Sistemas_Experimentales_V4_N11.pdf#page=29

HERNÁNDEZ Ramírez, Gabriel, [et. al.] Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP [en línea]. Publicación semestral, vol. 7, No. 14. Julio 2021. [Consultado el día: 21 de julio de 2023]. Disponible en: https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/issue/archive_ISSN_2448-5357.

JURADO Eraso, D. K., [et. al.]. Perspectivas de valorización de residuos de frutas a partir de sus características físicas [en línea]. Artículo de investigación científica y tecnológica. Cienc. Tecnol. Agropecuaria, 2023. [Consultado el día: 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/3016/1028> SSN: 0122-8706

LAZARO, Luis Antonio. Macrobiótica nutrición simbiótica y microorganismos generadores. Edi. integralia la casa natural S.L. pp. 389. Madrid, España. 2014. [Consultado el día: 5 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.google.com.mx/books/edition/MICROBIOTICA/UxFQCgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&kptab=overview>

LUCAS López, José Alberto, [et. al.]. IDENTIFICACION DE LEVADURAS AISLADAS DEL TEPACHE TRADICIONAL DE GUERRERO, MEXICO [en línea]. Ecucba . Año 10, Núm. 20. pp 132-140. [Consultado el día: 29 en julio de 2023]. Disponible en: <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/305/301>

MARTINEZ Cervantes, M. A., [et. al.]. Valor Funcional de Bebidas Tradicionales con Posible Potencial Prebiótico [en línea]. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. 2019 Volumen 11, No 22. [Consultado el día: 28 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.biochemtech.uadec.mx/wp-content/uploads/2022/01/ValorFuncionalBebidasTradicionales.pdf>

MARTÍNEZ Ramos, M. A., [et. al.]. Valor Funcional de Bebidas Tradicionales con Posible Potencial Prebiótico [en línea]. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. Ciudad Valles, San Luis Potosí, 2019. Volumen 11, No 22. [Consultado el día: 24 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.biochemtech.uadec.mx/wp-content/uploads/2022/01/ValorFuncionalBebidasTradicionales.pdf>

MORENO Casco, Joaquín y Moral Herrero Raúl. Compostaje [en línea]. Madrid Ediciones: Mundi-Prensa, 2008. 570 pp. [Consultado el día: 30 de julio de 2023]. Disponible en: <https://elibro-net.cuidvirtual.unicach.mx/es/ereader/unicach/55240> ISBN 8484764796

MUÑIZ, Rafael. Las Tecnologías Apropriadas ¿Un Cambio de Paradigma o una Utopía? [en línea]. Revista Tekhné. Universidad Católica Andrés Bello. Centro De Investigación Y Desarrollo De

Ingeniería (CIDI) Vol. 21, Núm 1. Caracas, Venezuela, 2018. [Consultado el día: 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://oaji.net/articles/2019/7118-1556541946.pdf> ISSN 13163930

MUÑOZ Álvarez, Rafael. Tecnologías apropiadas para un desarrollo sostenible [en línea]. Trabajo de acceso para adoptar la categoría de profesor asociado. Universidad Católica Andrés Bello, facultad de ingeniería. Caracas, julio de 2019. [Consultado el día: 25 de julio de 2023]. Disponible en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU0631.pdf>

ORTIZ Hernández, Fernando Eli, [et. al.]. Innovación para Deshidratado de Alimentos. Aplicación del Triángulo de Sábato [en línea]. 2013: XV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. [Consultado el día: 27 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.altecasociacion.org/handle/20.500.13048/835>

ORTIZ Moreno, José Adrián, [et. al] LA ECOLOGÍA EN MEXICO [en línea]. México, 2014. 1 ed. [Consultado el día: 19 de julio de 2023]. Disponible en: <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/La-Ecotecnolog--a-en-M--xico-ENE-2015-BR.pdf> ISBN: 978-607-8389-03-2

MORALES Ramírez, Felipe de Jesús. LA ECOTECNOLOGÍA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, B. C. S., MÉXICO. UN ANÁLISIS CRÍTICO DESDE EL PARADIGMA DE LA SUSTENTABILIDAD [en línea]. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias sociales: desarrollo sustentable y globalización. Universidad autónoma de Baja California Sur. Marzo, 2018. 154 pp. [Consultado el día: 19 de julio de 2023] Disponible en: <https://biblio.uabcs.mx/tesis/tesis/te3907.pdf>

MONTEVILLA DE BRAVO, I., [et. al.] *El cultivo de piña en Venezuela* [en línea]. Ed. IICA Biblioteca Venezuela, 1997., 155 pp. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.mx> ISBN 9803181041

SANCHEZ Valerio, Karla B. Obtención de pectina mediante Hidrólisis Ácida asistida con Ultrasonidos de Alta Intensidad a partir de guayaba (*Psidium guajava* L. var. Media China) [En línea] TESIS para obtener el título de licenciatura en ingeniería de alimentos. Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, 2015. [Consultado el día: 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/a1c149d4-0fad-4a6a-be19-1a70779cd493/content>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, marzo de 2021. Crece 16.2% producción de piña en México durante 2020 [en línea]. gob.mx. [s. f.]. [Consultado el 15/07/2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crece-16-2-produccion-de-pina-en-mexico-durante-2020?idiom=es>.

SIAP, Avance de Siembras y Cosechas Resumen por estado [en línea]. [Consultado el día: 6 de agosto de 2023]. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do

ROMAN, Pilar, [et. al.]. Manual del compostaje del agricultor, experiencias de América latina [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Santiago de Chile, 2013. [Consultado el día: 25 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf> ISBN 978-92-5-307844-8

RODRIGUEZ Moguel, Ernesto. Metodología de la investigación: la creatividad, el rigor del estudio y la integridad son factores que transforman al estudiante en un profesionalista de éxito [en línea]. Ed. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, 2005. [Consultado el día: 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/es/title/191751034> ISBN 9789685748667

SECRETARIA DE ECONOMIA, 2008. NMX-FF-028-SCFI. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO GUMANO- FRUTA FRESCA- PIÑA (Ananas Comosus). México.

CONAFOR. Transferencia de tecnología y divulgación sobre técnicas para el desarrollo humano y forestal sustentable. Deshidratador de alimentos [en línea]. 2008. 1ra ed. México, ISBN en trámite. Disponible en: <https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manual-Deshidratador-Solar-de-Alimentos.pdf>

TSUKANKA Sharup, Nancy F. COMPOSTAJE DE RESIDUOS DE PIÑA, CAÑA Y PLÁTANO CON APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS, EN LA FINCA “DOÑA LUISA” CANTÓN GUALAQUIZA [en línea]. Proyecto de titulación para obtener el título de ingeniera ambiental. Escuela Católica de Cuenca. Ecuador, 2023. [Consultado el día: 01 de agosto de 21023]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/ucacue/13886/1/TSUKANKA%20SHARUP%20NANCY%20FABIOLA.pdf>

VARGAS Corredor, Yury Alexandra y Pérez Pérez, Liliana Ibeth. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE [en línea]. Revista Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar Nueva Granada. Vol. 14 (1) 2018, 59-72. Marzo 2018. [Consultado el día: 29 de julio de 2023]. Disponible en: <http://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb>

VALENCIA Muñoz, Vanessa Stephania, [et. al.]. Análisis de las ventajas de prototipos de secadores solares para la deshidratación de alimentos de origen vegetal [en línea]. INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO REVISTA DIGITA. Tecnológico Nacional de México, 2023. [Consultado el día: 27 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/371292348_Volumen_15_-_Numero_2_Abril_-_Junio_2023_INNOVACION_Y_DESARROLLO_TECNOLOGICO_REVISTA_DIGITAL_Analisis_de_lasventajas_de_prototipos_de_secadores_solares_para_la_deshidratacion_de_alimentos_de_origen_veg

VELEZ-IZQUIERDO, Alejandra, [et. al.] Estudio técnico-económico para identificar áreas con potencial para producir piña en el trópico húmedo de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc [En línea]. 2020, vol.11, n.7, pp.1619-1632. [Consultado el día: 15 de julio 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000701619&lng=es&nrm=iso>. Epub 29-Nov-2021. ISSN 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i7.2594>.

VERONICA M., Javi. Actualizaciones al concepto de tecnología apropiada. ASADES [en línea]. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 10. Argentina, 2006. [Consultado el día: 22 de julio de 2023]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/88548/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y ISSN 03295184

VILLALOBOS García, Francisco, [et. al.]. *IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE BACTERIAS Y LEVADURAS DE TEPACHE* [en línea]. Memorias del XXXV Encuentro Nacional de la AMIDIQ. Puerto Vallarta, Jalisco, México, 2014. [Consultado el día: 29 de julio de 2023]. Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/114/1/Angeles%202014.pdf>

