

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE NAYARIT

“PRUEBAS PRELIMINARES EN PRODUCTOS  
DESHIDRATADOS CON EL USO DE TECNOLOGÍAS  
SOLARES”

MEMORIA DE ESTADÍA  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN  
PROCESOS ALIMENTARIOS

**PRESENTA**

---

LARA RODRIGUEZ SAMANTHA



XALISCO, NAYARIT; AGOSTO 2023.

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE NAYARIT

“PRUEBAS PRELIMINARES EN PRODUCTOS  
DESHIDRATADOS CON EL USO DE TECNOLOGÍAS  
SOLARES”

MEMORIA DE ESTADÍA  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN  
PROCESOS ALIMENTARIOS

**PRESENTA**

---

LARA RODRIGUEZ SAMANTHA

**ASESOR ACADÉMICO**

M.C. MARTHA LORENA GUZMÁN ROBLES

**ASESOR EMPRESARIAL**

DOCTORA SARAH RUTH MESSINA  
FERNÁNDEZ



*Nayarit*  
NUESTRO HONOR Y COMPROMISO



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

## **DEDICATORIA**

A mi familia, en especial a mis padres por darme el privilegio de estudiar, apoyarme en cada paso y decisión, y acompañarme en cada logro.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis maestros y asesor académico.

A cada maestro, doctor y compañero con los que trabajé y me estuvieron apoyando durante mis estadías.

A los encargados de laboratorio.

A los participantes del proyecto MTBCAR y colaboradores.

A mis amigos y familia que me apoyaron en todo lo que pudieron.

Y a la comunidad “Los aguajes” de Jala.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
ÍNDICE DE CUADROS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. ANTECEDENTES .....	12
1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO MTBCAR. ....	12
1.1.1 Objetivo del proyecto MTBCAR .....	12
1.1.2 Continuidad del proyecto MTBCAR.....	13
1.2 DESHIDRATACIÓN.....	14
1.2.1 Procesos de secado clasificados de acuerdo con las condiciones físicas.....	15
1.2.2 Transferencia de calor-materia.....	15
1.3 DESHIDRATADO DE FRUTAS CON TÉCNICAS SUSTENTABLES ....	16
1.3.1 Problemas al implementar una técnica de deshidratado .....	18
1.3.2 Problemas al implementar deshidratado solar .....	20
1.4 ENERGÍAS SOLARES .....	21
1.4.1 Cocción solar.....	21
1.4.2 Deshidratado solar .....	22
1.5 PRESENTACIÓN DE DECLARACIÓN NUTRIMENTAL .....	23
1.6 DETERMINACIÓN DE TABLAS NUTRIMENTALES.....	25

1.6.1	Importancia de la determinación de tablas nutrimentales.....	26
1.7	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.....	26
1.7.1	Fundamento de determinación de humedad y materia seca.....	27
1.7.2	Fundamento de determinación de cenizas .....	27
1.7.3.	Fundamento en determinación de nitrógeno total.....	27
1.7.4	Fundamento de determinación de grasas con equipo Soxhlet.....	27
1.7.5	Fundamento de determinación de fibra cruda.....	28
1.7.6	Fundamento de carbohidratos totales .....	28
1.7.7	Cálculos de energía .....	28
1.8	TENDENCIA HACIA LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS.....	29
1.8.1	Concepto de productos orgánicos.....	29
1.8.2	Demanda de los productos orgánicos .....	30
1.8.2.	Factores que inciden en la decisión de compra del consumidor ....	32
1.9	IMPLEMENTACIÓN DE LAS BPM EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN .....	33
1.9.1	Definición de BPM.....	33
1.9.2	Ventajas de aplicar un sistema con BPM.....	33
1.10	FACTORES DE RIESGO EN LOS ALIMENTOS AL DESHIDRATAR CON MÉTODO SOLAR. ....	34
1.10.1	Oxidación de alimentos.....	34
1.10.2	Contaminación microbiana .....	34
1.10.3	Conservación de alimentos con métodos naturales .....	35
2.	PROBLEMÁTICA .....	37
3.	OBJETIVOS.....	39
3.1	OBJETIVOS GENERAL .....	39
3.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	39
4.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	40
5.	METODOLOGÍA.....	41

5.1 HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS .....	41
5.2 MATERIALES Y EQUIPOS .....	41
5.2.1 Visita guiada.....	41
5.2.2 Preparación en el laboratorio.....	41
5.2.3 Análisis químico-proximales en alimentos deshidratados por método solar .....	42
5.2.4 Deshidratación solar .....	42
5.2.5 Agentes naturales utilizados que evitan o retrasan el oscurecimiento en alimentos.....	42
5.2.6 Cálculos para determinar rendimiento.....	42
5.2.7 Buenas prácticas de manufactura en deshidratación solar .....	43
5.2.8 Agentes antimicrobianos utilizados para deshidratar.....	43
5.2.9 Cálculos de humedad .....	44
5.2.10 Equipo de instrumentación .....	44
5.3 INDUCCIÓN AL PROYECTO MTBCAR. ....	45
5.4 CAPACITACIÓN EN LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS .....	48
5.4.1 Cálculos de materia seca y humedad .....	48
5.4.2 Cálculos de cenizas .....	49
5.4.3 Cálculos de nitrógeno total .....	49
5.4.3 Cálculos de extracto etéreo .....	49
5.4.4 Cálculos de fibra cruda .....	50
5.5 COMPARACIÓN DE CONTENIDO NUTRICIONAL EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS POR MÉTODO SOLAR Y GAS.....	50
5.5.1 Procedimiento de deshidratado gas .....	51
5.5.2 Proceso de deshidratado solar .....	51
5.5.2 Análisis químicos proximales a alimentos deshidratados .....	52
5.6 PRÁCTICAS DE DESHIDRATACIÓN SOLAR .....	52
5.7 OSCURECIMIENTO EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS.....	53

5.8 RENDIMIENTO EN PRODUCTO DESHIDRATADO.....	56
5.9 IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE DESHIDRATADO Y BPM EN COMUNIDAD LOS AGUAJES.....	58
5.10 USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS PARA DESHIDRATAR .....	59
5.11 PERDIDA DE HUMEDAD EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS SOLARES.....	61
5.12 MEDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN DESHIDRATACIÓN SOLAR.....	61
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	63
6.1 DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO .....	63
6.2 CAPACITACIÓN SOBRE TÉCNICAS ANALÍTICAS .....	64
6.3 CONTENIDO NUTRICIONAL EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS POR SOL Y GAS.....	64
6.4 GUÍA DE DESHIDRATACIÓN SOLAR .....	66
6.5 OSCURECIMIENTO EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS.....	66
6.6 COSTO EN PRODUCTO DESHIDRATADO .....	69
6.7 DURAZNOS ENMIELADOS CON COCCIÓN SOLAR.....	71
6.8 AGENTES ANTIMICROBIANOS EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS	72
6.9 CURVA DE SECADO .....	73
6.10 PARÁMETROS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA .....	74
7. CONCLUSIONES.....	75
8. BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS .....	V

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Ejemplo de tabla nutrimental.....	24
Cuadro 2. Indicaciones para el uso de sellos .....	25
Cuadro 3. Factores de conversión para los componentes .....	28
Cuadro 4. Organismos naciones e internacionales avalados por Senasica para certificar la producción orgánica en México. ....	30
Cuadro 5. Análisis proximal y técnica utilizada.....	48
Cuadro 7. Tiempos de deshidratados solar .....	51
Cuadro 8. Equivalencia de limones para primera solución de ácido cítrico.....	54
Cuadro 9. Equivalencia de limones para segunda solución de ácido cítrico ...	55
Cuadro 10. Porcentajes de ingredientes en muestras de manzana .....	55
Cuadro 11. Porcentajes de solución para escalde en muestras de manzana.	56
Cuadro 12. Rendimiento de cebolla deshidratada.....	56
Cuadro 13. Porcentajes en consomé de verduras .....	60
Cuadro 14. Datos para curva de secado .....	61
Cuadro 16. Diagnóstico al proyecto MTBCAR.....	63
Cuadro 17. Resultados de análisis químico-proximales en alimentos deshidratados por sol y gas .....	64
Cuadro 18. Resultados de prácticas para evitar o retasar el oscurecimiento en alimentos .....	66
Cuadro 19. Costo total de la producción de la cebolla deshidratada.....	69
Cuadro 20. Comparación de precios de cebolla deshidratada en polvo.....	70
Cuadro 21. Parámetros de medición en deshidratación solar .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Disciplinas participantes en el proyecto MTBCAR .....	13
Figura 2. Alimentos desperdiciados en todo el mundo.....	17
Figura 3. Comparación de la severidad del proceso y calidad del alimento .....	20
Figura 4. Clasificación de deshidratadores solares .....	23
Figura 5. Razones de consumo de alimentos orgánicos.....	31
Figura 6. Equipo de instrumentación para determinación de humedad y temperatura.....	45
Figura 7. Exposición de pancartas sobre el deshidratado solar.....	46
Figura 8. Exposición de prototipos de estufas solares .....	46
Figura 9. Entrevista a las mujeres de la comunidad “Los agujajes” .....	47
Figura 10. Plantas, hojas y hierbas deshidratadas con método solar.....	47
Figura 11. Deshidratador solar de acrílico .....	53
Figura 12. Rendimiento de cebolla deshidratada .....	58
Figura 13. Deshidratador de 50 kilos .....	58
Figura 14. Comunidad los agujajes en el proceso de deshidratación .....	59
Figura 15. Acomodo de sensores en deshidratador solar.....	62
Figura 16. Presentación de 50 gramos de cebolla deshidratada.....	71
Figura 17. Curva de secado .....	73

## INTRODUCCIÓN

La deshidratación es un proceso donde se elimina la mayor cantidad de agua en un alimento, para así alargar su vida útil y detener su crecimiento microbiano. Hay muchos tipos de deshidratación, pero la deshidratación solar es la más barata de utilizar porque no se necesita equipos tan costosos, ni tampoco tener tanta capacitación en este proceso.

Aunque la deshidratación solar es muy conveniente para muchos agricultores que quieren darle un proceso a sus frutas u hortalizas que cosecharon para poder conservarlas por más tiempo y darles un valor agregado, hay muchos inconvenientes y factores que se deben de tomar en cuenta antes de deshidratar. Una de las mayores desventajas es la contaminación por estar expuesto a espacios abiertos, además de la poca higiene con la que se procesa porque los espacios casi siempre son en algún campo libre sin estar techado. También el poco control en temperaturas y tiempo de deshidratación, haciendo difícil estandarizar un proceso.

Un punto importante que se tiene que tomar en cuenta es que para comercializar un producto, no basta con solo producirlo sino que se necesitan más estudios, análisis y complementos para que el alimento procesado pase de ser un producto para almacenar a uno listo para su venta y comercialización.

En este proyecto se presentan pruebas preliminares en todo el proceso de deshidratado que contribuyen a tomar decisiones para la implementación del uso de tecnologías solares en las comunidades, como una alternativa de dar valor agregado a las materias primas que se producen en la región.

## **1. ANTECEDENTES**

### **1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO MTBCAR.**

La agricultura en México se lleva comúnmente en zonas rurales donde las energías y tecnologías eléctricas son muy costosas o difíciles de adquirir, siendo uno de los mayores desafíos de los agricultores, conservar sus cosechas.

Debido a la rápida descomposición de los productos, los agricultores están obligados a vender su producto a un precio más bajo para evitar su descomposición y desperdicio de esta.

Por estas necesidades surge el proyecto Modelo transdisciplinar para el bienestar de las comunidades agrícolas y rurales de Nayarit a través de la incorporación de tecnologías solares, hacia la sostenibilidad (MTBCAR).

El proyecto MTBCAR utiliza las energías solares para el procesamiento y conservación de los productos de los agricultores, así mismo haciendo un vínculo entre ellos y las empresas, sociedad y entidades gubernamentales, para la prosperidad y desarrollo de las comunidades.

#### **1.1.1 Objetivo del proyecto MTBCAR**

Implementar un modelo Sociotécnico de desarrollo sostenible para comunidades agrícolas y rurales de Nayarit vía la incorporación de tecnologías solares en los procesos productivos y mediante el dialogo y respeto por las comunidades y su ambiente consolidar la alianza gobierno, sociedad, academia, empresa.

En la figura 1 se muestran las distintas disciplinas que colaboran en el proyecto para su funcionamiento.

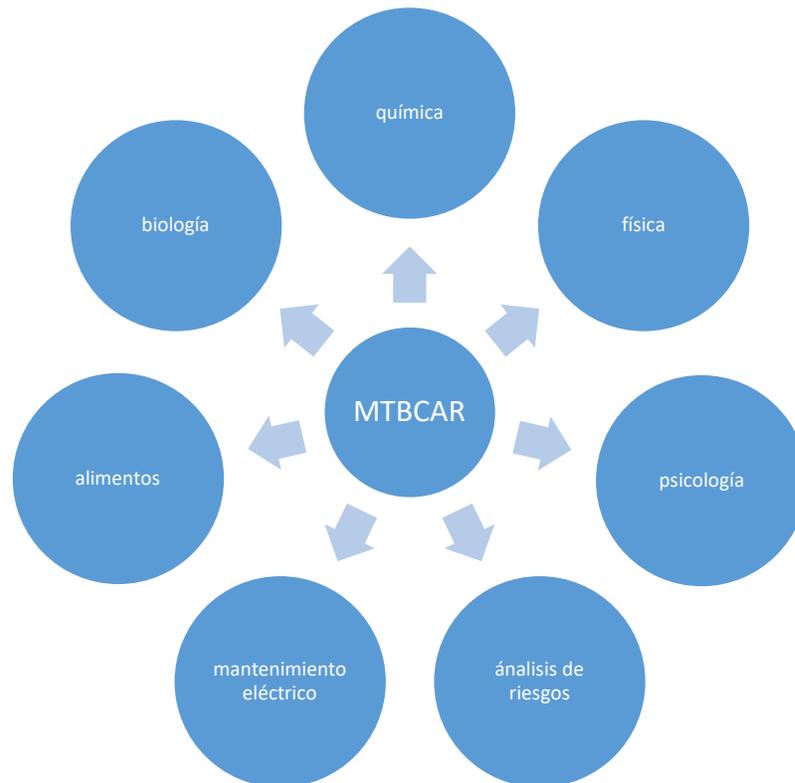


Figura 1. Disciplinas participantes en el proyecto MTBCAR

### 1.1.2 Continuidad del proyecto MTBCAR

El proyecto MTBCAR culminó su primera etapa en el año 2022, donde capacitaron a las comunidades rurales para implementar el modelo transdisciplinar para mejorar la productividad agrícola, mediante la incorporación de tecnologías solares aplicadas al deshidratado de productos agrícolas y divulgación de resultados.

En el año 2023 se empezó la segunda etapa, donde se planea generar sinergias de colaboración entre productores del campo, empresas, sociedades de producción rural y entidades gubernamentales.

## 1.2 DESHIDRATACIÓN

En los procesos de deshidratación el agua del alimento es eliminada, en mayor o menor grado, y se consigue con ello una mejor conservación microbiológica, además de retardar muchas reacciones indeseables. Aunque también se logran disminuir los costes de envasado, manejo, almacenado y transporte, ya que se disminuye el peso del alimento, y en algunos casos el volumen.

A pesar de que los términos de secado y deshidratación se utilizan como sinónimos, en realidad no debiera ser así, ya que se considera que un alimento está deshidratado si no contiene más de 2,5% de agua, mientras que uno seco puede contener más de 2,5%.

A excepción de la liofilización y secado a vacío, la eliminación del agua del alimento se consigue de forma mayoritaria mediante una corriente de aire seco, que elimina el agua de la superficie del producto la corriente de aire. El proceso de secado de alimentos no sólo rebaja su contenido en agua, sino que puede afectar otras características físicas y químicas de estos, como son destrucción de nutrientes, reacciones enzimáticas y no enzimáticas, entre otras.

Los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso. Sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% en peso en los alimentos, para preservar su sabor y su valor nutritivo. Los alimentos secos pueden almacenarse durante periodos bastante largos. (Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G., 2005)

### **1.2.1 Procesos de secado clasificados de acuerdo con las condiciones físicas**

En la primera categoría, el calor se añade por contacto directo con aire caliente a presión atmosférica, y el vapor de agua formado se elimina por medio del mismo aire.

En el secado al vacío, la evaporación del agua se verifica con más rapidez a presiones bajas, y el calor se transfiere indirectamente por contacto con una pared metálica o por radiación (también pueden usarse bajas temperaturas con vacío para ciertos alimentos que se decoloran o se descomponen a temperaturas altas).

En la liofilización, el agua se sublima directamente del material congelado. (Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G., 2005)

### **1.2.2 Transferencia de calor-materia**

En la deshidratación es una operación unitaria donde se elimina un líquido contenido en el seno de un sólido. La aplicación de calor hace pasar el líquido, contenido en el sólido, a fase vapor. Esta operación está controlada por la difusión de un componente en el seno de una mezcla y los gradientes de temperatura.

Un deshidratador continuo sin recirculación consta esencialmente de una cámara en la que fluyen en contracorriente aire y los sólidos a secar. Los sólidos se introducen con un contenido en agua y a una temperatura, abandonando el deshidratador a una temperatura con un contenido en agua. La corriente de aire se introduce en el secadero con un caudal, a una temperatura con un contenido en humedad mientras que lo abandona a una temperatura, con una humedad.

La corriente gaseosa que abandona el secadero suele poseer un contenido energético que induce a pensar en su reutilización, aunque su humedad es más elevada que a la entrada del secadero. Por ello, la recirculación del aire que abandona el secadero es usual, y permite además que el proceso global de secado sea menos

costoso. En la mayoría de los casos, una corriente de aire caliente y húmeda es recirculada parcialmente y mezclada con una corriente de aire fresco. (Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G., 2005)

El proceso de secado de un material puede describirse por una serie de etapas en las que la velocidad de secado juega un papel determinante. Una típica curva de velocidad de secado representa el inicio de secado para un material frío y caliente, el tiempo transcurrido para pasar de un punto a otro se desprecia en los cálculos del tiempo de secado. Al inicio, la superficie del producto se encuentra muy húmeda, presentando una actividad de agua cercana a la unidad. En los sólidos porosos el agua eliminada en la superficie es compensada por el flujo de agua desde el interior del sólido. El período de velocidad constante continúa mientras el agua evaporada en la superficie pueda ser compensada por la que se encuentra en el interior. La temperatura en la superficie se corresponde aproximadamente a la de bulbo húmedo (Geankoplis, 1983).

### 1.3 DESHIDRATADO DE FRUTAS CON TÉCNICAS SUSTENTABLES

M. Hasan Masud et al (2020) nos dicen en su libro *“Sustainable Food Drying Techniques in Developing Countries: Prospects and Challenges”*, sobre el desperdicio de comida y como este es uno de los mayores problemas en el siglo XXI.

Cada año más de 1.3 mil millones de vegetales, fruta, productos lácteos, carne, cereales y mariscos se han desechado. El valor monetario de los productos de comida que fueron desechados fue de casi 936 mil millones de dólares en 2012.

En la figura 2 se representa la pérdida de alimentos en todo el mundo, siendo un 14% de los alimentos, con un valor estimado de 400 000 millones de USD, se pierde entre la cosecha y la distribución (FAO, 2019). Otro 17% se desperdicia en la distribución y entre los consumidores finales (PNUMA 2021).

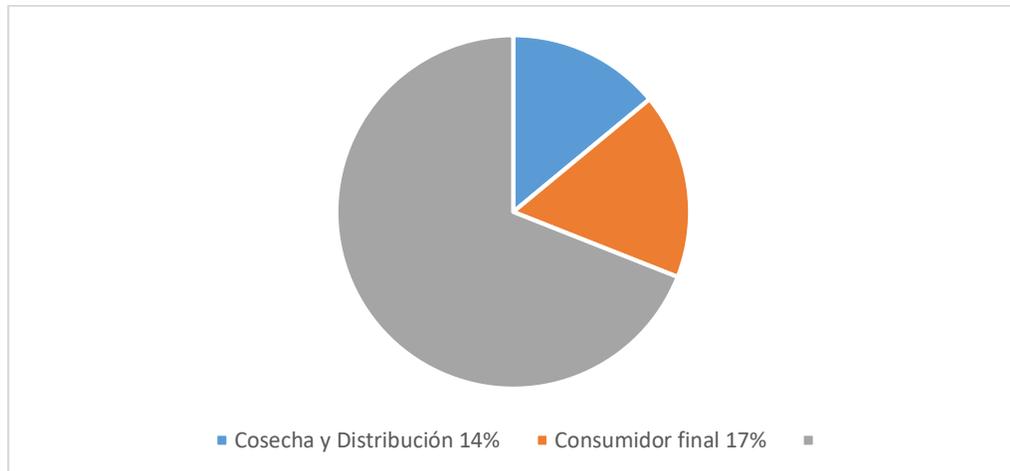


Figura 2. Alimentos desperdiciados en todo el mundo

El gobierno sabe que el desperdicio de comida es una de las mayores amenazas para la economía, medio ambiente, seguridad de la comida y vidas humanas. M. Hasan Masud et al proporcionan información y proponen sistemas avanzados en la deshidratación de alimentos que pueden contribuir contra la crisis del desperdicio de comida.

Se ha demostrado que la deshidratación de alimentos ha sido un medio muy significativo para prevenir el desperdicio de alimentos. Sin embargo, el deshidratado convencional requiere de energía que no puede estar disponible y/o costar demasiado para los países en desarrollo. Como resultado, la comida está siendo desperdiciada, la cual podría utilizarse para alimentar a personas hambrientas.

Una ideal técnica de deshidratado debería ser capaz de mantener los atributos de calidad del alimento original, tales como sabor, aroma, textura, nutrientes y color. Sin embargo, para mantener estas características lo más agradables posibles, se necesita de equipos y técnicas más costosas, que no es lo deseable.

Hubo un tiempo en que los consumidores solo estaban interesados en los deshidratados por su gran vida de anaquel. Sin embargo, como los estándares han cambiado y se han mejorado, los consumidores se han vuelto más conscientes sobre la calidad del alimento deshidratado.

### 1.3.1 Problemas al implementar una técnica de deshidratado

De acuerdo con M. Hasan Masud et al (2020), cuando diseñas una técnica de deshidratado que sea sustentable, rentable y eficiente con la energía para los países en desarrollo, lo que se tendría que hacer después es concentrarse en el almacenamiento de los productos deshidratados, empaque, y etiquetado. También, se tendría que hacer una evaluación financiera, técnica y política si un país en desarrollo decide invertir en una mejor técnica o un mejor equipo de deshidratado.

Pero también ocurrirán otros problemas durante el proceso que se implementa el proceso, incluso hasta después, es por eso que M. Hasan Masud et al discuten en su capítulo número 6 “Challenges in Implementing Proposed” sobre los posibles problemas a los que se podrían enfrentar los países en desarrollo cuando traten de aplicar uno de los sistemas de deshidratado de frutas, se espera que, con lo escrito por los autores, futuros investigadores e ingenieros puedan llegar a una solución algún día para estos problemas.

Un conjunto general sobre los problemas que pueden ocurrir al implementar una técnica de deshidratado empieza al preparar el alimento, antes del deshidratado es esencial cortar la fruta o vegetales en un tamaño y forma apropiada, si el alimento es muy delgado, se deshidratara muy rápido, pero hay un gran riesgo de que pierda su valor nutricional, textura, sabor y aroma. Al contrario, si el alimento es muy grande, tomará más tiempo para deshidratarse el alimento y la parte interna del alimento no estará deshidratada completamente.

La limpieza e higiene tiene que ser una de las principales prioridades, mantener el deshidratador limpio y sanitizado, al personal que va a procesar que esté trabajando con inocuidad. Además, una preocupación principal es el espacio donde se va a deshidratar, que debería estar limpio e inocuo.

En algunos deshidratadores se necesitan piezas o soluciones que necesitan ser reemplazadas cada cierto tiempo, dependiendo de la técnica y el equipo serán las piezas que se necesiten, porque en algunos si se necesitarán ser muy específicas las

piezas que se remplazarán o muy corto el tiempo que se tendrá que hacer, mientras que en otras solo sea un mantenimiento.

Se necesita almacenar el producto en un ambiente libre de contaminación, en países en desarrollo con humedad muy alta, se requiere de un equipo especial para evitar que los productos deshidratados no absorban la humedad del ambiente.

Como se ha mencionado en puntos anteriores, es importante mantener las características de textura, aroma y sabor en los productos deshidratados. Además, también conservar el valor nutricional o que este tenga un muy ligero cambio durante el proceso.

El equipo que se elijará utilizar se tendrá que tomar en cuenta muchos factores antes de elegirlo, por ejemplo, el tiempo de secado, algunos deshidratadores tomarán más tiempo para deshidratar la fruta, mientras que otros en el mismo día o unas pocas horas el producto podrá estar deshidratado, pero eso también será afectado por el costo del deshidratador, además de la energía que está utilizando y que tan disponible o conveniente sea de usar.

Una vista general de los efectos sobre la severidad de los procesos de deshidratado en la calidad de los alimentos se ve presentada en la figura 3.

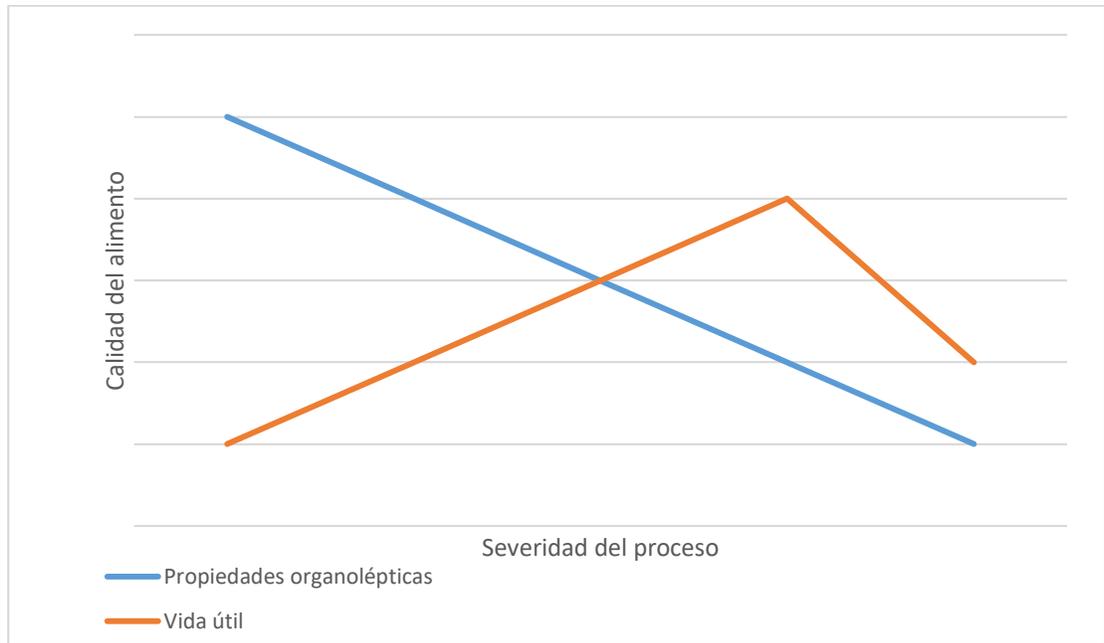


Figura 3. Comparación de la severidad del proceso y calidad del alimento

### 1.3.2 Problemas al implementar deshidratado solar

A pesar de la renovable energía solar y que no causa contaminación, es difícil usar radiación solar para deshidratar. Mientras hay una gran cantidad de energía solar, solo es por periodos. Así, el mayor problema de las tecnologías que usan la energía solar como base, son inservibles durante el tiempo que el sol no está.

Aunque este método se puede solucionar con otro método de deshidratado que sea continuo, vuelve el sistema de deshidratado más costoso, además que el sistema deshidratado con energía solar funciona con la intensidad de la radiación, la óptima solo está disponible por 1-3 horas cada día, durante la mañana y tarde la intensidad solar se considera muy baja.

La aplicación de deshidratadores solares, también se limita por la ubicación geográfica. En general los países en desarrollo están ubicados en zonas tropicales, lo cual es lo mejor para los deshidratadores solares

Los principales problemas de los deshidratadores solares se pueden resumir en que requieren un auxiliar de energía, no tienen una temperatura constante y necesitan una gran superficie para provechar la energía que solo hay por poco tiempo. Las soluciones para estos problemas se necesitan grandes inversiones, lo cual puede ser un gran reto para los países en desarrollo. (Masud M. H. et al, 2020)

## **1.4 ENERGÍAS SOLARES**

De acuerdo con Masud M. H. et al (2020) las energías solares son parte de las energías renovables, también conocidas como energías limpias/ energías verdes/ energías sustentables. Son energías alternativas generadas a partir de un proceso natural, el cual continuamente se repite.

Las energías renovables pueden ser usadas en diversos sectores, y en sus aplicaciones incluye generación de energía, transportación, bombeo de agua, industrias, hogares y uso comercial. Sin embargo, las energías solares son mayormente utilizadas para generar más energía. Por ejemplo, en el año 2016, como el 10% total de energía y el 15% de la electricidad total en los estados unidos fue generada por energías renovables.

### **1.4.1 Cocción solar**

Como dice Castilblanco J. et al (2010), para la cocción solar se necesitan hornos solares, que son sencillos artefactos que aprovechan la energía del sol para cocinar alimentos. Se basan en una cavidad aislante que acumula por efecto invernadero la radiación solar. Los hornos solares se utilizan para preparar alimentos, pasteurizar agua, esterilizar material quirúrgico, reducir la tala por combustible, proteger la biomasa, prevenir la erosión y desertización. Para hacerlo posible, se necesita de un solo requisito: disponer de radiación solar, algo muy abundante y accesible en la gran mayoría de las zonas del planeta.

### 1.4.2 Deshidratado solar

El procedimiento para llevar a cabo el secado o deshidratado debe seguir una determinada secuencia. Primeramente, la fruta u hortaliza debe ser dispuesta en bandejas con fondo de malla de modo que no se toquen o superpongan. La fruta debe ser cargada en las bandejas tan pronto como se prepara, para evitar que las piezas se peguen entre sí. Se debe evitar la luz solar directa ya que blanquea el color y reduce el nivel de vitaminas A y C. La temperatura de secado debe ser controlada para evitar el sobrecalentamiento y el deterioro.

Si la temperatura de secado es muy alta, especialmente al inicio del secado, el exterior de la fruta u hortaliza se seca muy rápido y se endurecerá; esta capa dura y seca evitará la pérdida de humedad, por lo que el centro podría deteriorarse durante el almacenado. La mayoría de los frutos se secan a 60-70 °C. Las frutas se secan hasta que tengan el contenido de humedad final deseado (15% convencionalmente). (Espinoza S., 2016).

De acuerdo con Masud M. H. et al (2020), el principio de la deshidratación solar es utilizar el calor del sol, que este evapora las partículas de agua de las capas superiores de la comida. Mientras el contenido de agua en las capas externas disminuye, el agua de las capas internas se mueve hacia las capas externas por osmosis, y el proceso de evaporación continua. Es necesario que en los deshidratadores solares exista ventanillas que permitan la circulación del aire seco reemplaza al aire húmedo que se encuentra al alrededor, para continuar con la evaporación, y así no se quedé concentrando en el equipo provocando que la temperatura no aumente y produzca crecimiento de bacterias. Los deshidratadores solares se pueden clasificar en la siguiente categoría mostrada en la figura 4.

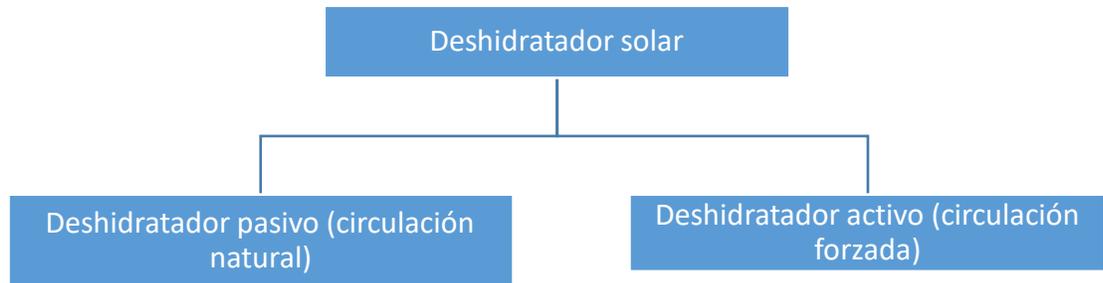


Figura 4. Clasificación de deshidratadores solares

### 1.5 PRESENTACIÓN DE DECLARACIÓN NUTRIMENTAL

De acuerdo con la MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010. Una demostración de cómo puede presentarse una tabla nutrimental se muestra en el cuadro 1. Los nutrimentos que se deben declarar son: contenido de energía (expresado en Kcal), cantidad de proteína, cantidad de hidratos de carbono disponibles, indicando la cantidad correspondiente de azúcares añadidos, cantidad de grasas especificando la cantidad que corresponda a grasas saturadas y a grasas trans, fibra dietética, cantidad de sodio, cantidad de cualquier otro nutrimento acerca del cual se haga una declaración de propiedades, cantidad de cualquier otro nutrimento que se considere importante. Todas estas cantidades deben de ser expresadas en unidades de medida por 100g o por 100ml, adicionalmente se puede expresar en porciones por envase.

Cuadro 1. Ejemplo de tabla nutrimental

Declaración nutrimental	Por 100g o 100ml
<b>Contenido energético</b>	_____ Kcal (KJ)
Proteínas	_____ g
Grasas totales	_____ g
<b>Grasas saturadas</b>	_____ g
<b>Grasas trans</b>	_____ mg
Hidratos de carbono disponible	_____ g
Azúcares	_____ g
<b>Azúcares añadidos</b>	_____ g
Fibra dietética	_____ g
<b>Sodio</b>	_____ mg
Información adicional	_____ mg, µg o % de VNR

La información impresa en la declaración nutrimental debe presentarse en un tamaño de fuente de cuando menos 1.5 mm de altura, y destacarse en negrillas la declaración y la cantidad el contenido energético, la cantidad de grasa saturada, la cantidad de azúcares añadidos, la cantidad de grasas trans y la cantidad de sodio.

En los productos destinados a ser reconstituidos o que requieran preparación antes de ser consumidos, la declaración nutrimental debe realizarse de acuerdo con las instrucciones para el uso indicadas en la etiqueta.

Quedan exceptuados de incluir la declaración nutrimental los productos siguientes, siempre y cuando no incluyan alguna declaración de propiedades nutrimentales o saludables: productos que incluyan un solo ingrediente; hierbas, especias o mezcla de ellas; extractos de café, granos de café enteros o molidos descafeinados o no y que no contengan ingredientes añadidos diferentes a aromas; infusiones de hierbas, té descafeinado o no, instantáneo y/o soluble que no contengan ingredientes añadidos; vinagres fermentados y sucedáneos; agua para consumo humano y agua mineral natural; y los productos en que la superficie más amplia sea inferior a 78 centímetros cuadrados, siempre que incluyan un número telefónico o

página Web en la que el consumidor pueda obtener información sobre la declaración nutrimental.

En el Cuadro 2 se explica en qué situación se tienen que utilizar los sellos, dependiendo del contenido nutrimental de los alimentos.

Cuadro 2. Indicaciones para el uso de sellos

	Energía	Azúcares	Grasas saturadas	Grasas trans	Sodio
Sólidos en 100g de productos	+ 275 kcal totales	+ 10% del total de energía	+ 10% del total de energía	+ 1 del total de energía proveniente de grasas trans	+ 1 mg de sodio por kcal o 300mg
Líquidos en 100ml de productos	+ 70 kcal totales O + 8 kcal de azúcares libres	proveniente de azúcares libres	proveniente de grasas saturadas		Bebidas sin calorías: 45mg de sodio
Leyenda para usar	Exceso calorías	Exceso azúcares	Exceso grasas saturadas	Exceso grasas trans	Exceso sodio

Manual de la MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010

## 1.6 DETERMINACIÓN DE TABLAS NUTRIMENTALES

Una tabla de composición de alimentos generalmente está compuesta por una lista de alimentos seleccionados, con cifras correspondientes al contenido de nutrientes para cada uno de los alimentos. (Latham, 2002)

### **1.6.1 Importancia de la determinación de tablas nutrimentales**

Existen muchos libros que suministran datos mucho más completos sobre la composición de los alimentos y son apropiados para la investigación o para encuestas de nutrición, pero es importante tener en cuenta que se deben utilizar las tablas de composición de alimentos con precaución. Las cifras suministradas con relación al contenido de un nutriente en particular en un alimento específico se basan en análisis de muestras de dicho alimento. Sin embargo, los alimentos generalmente varían en su contenido nutricional, dependiendo del país y el clima donde se cultiven, el tipo de alimento analizado, cómo se ha preparado el alimento antes de ser consumido (lo cual varía entre los diferentes grupos culturales) y muchos otros factores. Debe reconocerse además que los análisis realizados inclusive en laboratorios especializados tienen un margen de error, el cual es mayor para algunos nutrientes que para otros. (Latham, 2002).

Las tablas de composición de alimentos son útiles, pero se deben utilizar cuidadosamente; ya que la cantidad o aporte dietético que contengan los alimentos servirá de guía para las personas al saber que están consumiendo, en especial en el mercado de los consumidores orgánicos que en su mayoría consumen los nutrientes recomendados exactos.

### **1.7 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL**

El análisis químico proximal (AQP), es un método analítico indispensable, llevado a cabo para determinar la calidad de un producto alimenticio y comprende el porcentaje de humedad, ceniza, grasa (extracto etéreo), proteína e hidratos de carbono (Greenfield & Southgate, 2003).

### **1.7.1 Fundamento de determinación de humedad y materia seca**

El agua es un constituyente principal en la mayoría de las muestras de importancia nutricional o alimentarias, por lo tanto, la determinación de humedad es un paso obligado en el análisis de cualquier muestra, ya que es la base de referencia que permite la comparación de valores, expresar en base seca o en base tal cual se recibió, etc. (Pearson, 1993).

### **1.7.2 Fundamento de determinación de cenizas**

La cantidad de cenizas representa el contenido total de minerales en los alimentos. La determinación del contenido de cenizas puede ser importante por varias razones: Son una parte del análisis próximo para la evaluación nutricional. Las cenizas son el primer paso en la preparación de una muestra de alimentos para análisis elemental específico. (Pearson, 1993).

### **1.7.3. Fundamento en determinación de nitrógeno total**

La muestra se digiere hasta disolución y oxidación de la materia orgánica de la muestra. El nitrógeno contenido en la muestra se convierte en Amonio Sulfato. Añadiendo un exceso de solución de sodio hidróxido, el Ion amonio es liberado en forma de amoniaco, destilado y recogido sobre una solución de ácido bórico. El amoniaco recogido es determinado con una solución valorada de ácido. (Pearson, 1993).

El resultado del análisis es una buena aproximación del contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos.

### **1.7.4 Fundamento de determinación de grasas con equipo Soxhlet**

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma

conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. (Pearson, 1993).

### 1.7.5 Fundamento de determinación de fibra cruda

El porcentaje de fibra cruda se obtiene mediante la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas. (Pearson, 1993).

### 1.7.6 Fundamento de carbohidratos totales

Para identificar los carbohidratos totales (CHOCDF), se hace por diferencia, calculado como 100 g menos la suma de gramos de agua, proteína, grasa y cenizas. (FAO, 1997)

### 1.7.7 Cálculos de energía

Para calcular la energía metabolizable, que habitualmente es la que se emplea en nutrición, se debe calcular aplicando los factores de conversión para: proteína, materia grasa, carbohidratos disponibles, ácidos orgánicos y alcohol. En particular para fibra dietética, alcoholes azúcares, oligosacáridos, no hay aún acuerdo para estos componentes. En el cuadro 3 se muestran los factores de conversión para cada componente. (FAO, 1997)

Cuadro 3. Factores de conversión para los componentes

Hidratos de carbono disponibles	4 kcal/g-17 kJ/g
Proteínas	4 kcal/g-17 kJ/g
Grasas	9 kcal/g-37 kJ/g
Alcohol	7 kcal/g-29 kJ/g
Polioles (*) (sorbitol, xilitol, maltitol, isomalt, isomaltitol, lactitol, manitol)	2.4 kcal/g-10 kJ/g

Eritritol (*)	0 kcal/g-0 kJ/g
Alulosa (*)	0 kcal/g-0 kJ/g

MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.

(\*) Cuando se hace un cálculo teórico del contenido energético se deben usar los factores de conversión específicos para polioles, eritritol, tagatosa y alulosa y no calcularse dentro de los hidratos de carbono disponibles.

## 1.8 TENDENCIA HACIA LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS

### 1.8.1 Concepto de productos orgánicos

De acuerdo con la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO, 2018), menciona que los productos orgánicos son aquellos que se cultivan, crían y procesan utilizando métodos naturales. En el caso de la agricultura, no se utilizan químicos, como pesticidas, fertilizantes sintéticos, aguas residuales, o variedades transgénicas. En la ganadería no se les administran a los animales hormonas de crecimiento, anabólicos o antibióticos, ni se les alimentan con comida sintética.

Para distinguir un producto orgánico, no basta que en la etiqueta presuma serlo, es necesario que incluya el sello de certificación que garantice que todos los insumos involucrados en su producción son orgánicos y libres de cualquier sustancia química que los contamine.

A continuación, en el cuadro 4 se mencionan los nueve organismos nacionales e internacionales avalados por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), para certificar la producción orgánica en México.

Cuadro 4. Organismos naciones e internacionales avalados por Senasica para certificar la producción orgánica en México.

Organismos	Logotipo
Agricert México S.A. de C.V.	
México Certificadora Orgánica. A.C.	
Transacana Organic Certification Services Mexico, S.C.	
Organic Crop Improvement Association International, A.C. (OCIA, A.C.)	
CCOF Servicios de Certificación, S. de R.L. de C.V.	
Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos, S.C. (CERTIMEX, S.C.)	
Mayecert México, S.C.	
Metrocert, S.A. de C.V.	

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Atlas agroalimentario 2016.

### 1.8.2 Demanda de los productos orgánicos

De acuerdo con (Bartels, Reinders, Sen, y Du, 2006), la demanda de los consumidores de productos orgánicos ha crecido de manera espectacular en Estados Unidos. Las ventas de alimentos orgánicos en dicho país generaron aproximadamente 31.320 millones de dólares en 2012 y se prevé que alcanzó 42.000 millones de dólares en 2014. De acuerdo con los resultados de la investigación

realizada por Díaz y Pérez (2015), las variables que influyen en el consumo son: productos costosos, desconocimiento de los beneficios y difíciles de encontrar en el mercado, son preferidos a los productos convencionales por ser considerados productos saludables y general frescos, el consumidor los reconoce por el empaque y el sello de certificación, y las compras se realizan semanalmente.

En el año 2012, Vázquez et al. Recopilaron información a través de la aplicación de 719 encuestas a clientes potenciales de productos agroecológicos. Dentro de las razones de consumo de estos productos orgánicos, el 86% de los entrevistados coincidieron en su beneficio para la salud, el 31% coincidió en la preocupación ambiental, el 26% en su sabor, el 20% en la frescura y solo el 3% en no tener residuos de agroquímicos. Además, el mismo autor estima que el 61% de los consumidores estuvo dispuesto a pagar un 10% de sobreprecio por los productos orgánicos.

En la Figura 5 se muestran el aproximado de entrevistados que coincidieron en las razones por las que consumen los alimentos orgánicos representadas en una gráfica de barras para ver su proporción comparadas con las demás.

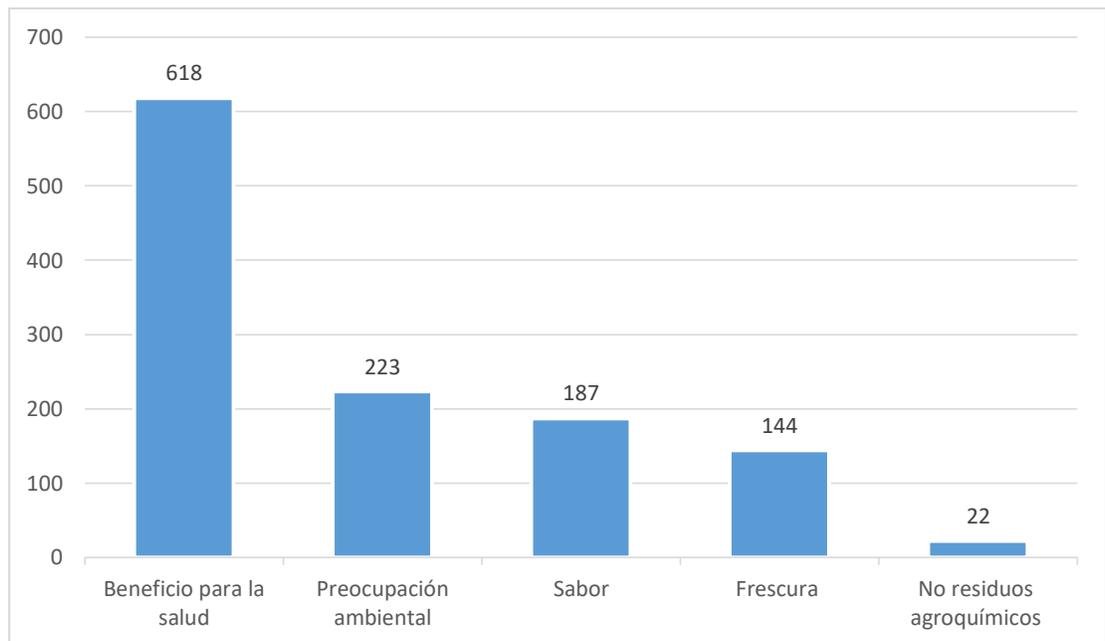


Figura 5. Razones de consumo de alimentos orgánicos

### **1.8.2. Factores que inciden en la decisión de compra del consumidor**

Los siguientes factores le han dado al consumidor una necesidad, motivación o deseo para hacer su decisión final al consumir un producto. Con los factores que influyen podemos saber el comportamiento de los consumidores de este mercado.

En el nivel cultural, en base a lo aprendido a lo largo de la vida, se consume solo aquello que conocemos y nos gusta. Cuanto mayor es el nivel cultural, se conocen más cosas y, en consecuencia, se tienen más opciones para elegir y consumir. (López G., 2019).

En lo social, la familia y grupos a los que pertenece un individuo, así como el rol y estatus que tiene en sus grupos de referencia con los que interactúa, como los amigos, compañeros de trabajo, profesionales o los conocidos en el ámbito religioso; todos ellos ejercen una influencia sobre el comportamiento del consumidor. En la actualidad las necesidades y demandas de consumo se ven afectadas por los distintos comportamientos de cada tipo de familia. El estatus es una fuerza poderosa puesto que se centra en el respeto o aprecio que se le tiene a aquel individuo que goza de un prestigio entre los miembros de un grupo, ejerciendo una influencia en los patrones de consumo. (López G., 2019)

Factores personales, como la edad, fase del ciclo de vida, ocupación, estilo de vida, situación económica y personalidad, influyen de manera muy importante en la decisión de compra, sobre todo de productos orgánicos. Las características psicológicas, conductuales, emocionales y sociales que componen la estructura dinámica de un individuo, generan diferentes maneras de enfrentar la vida y por lo tanto influyen en la manera de consumir. El estilo de vida comprende aspectos relacionados con la forma de vivir de una persona como son intereses, opiniones y actividades que determinan finalmente en el comportamiento de consumo de los individuos. (López G., 2019)

## **1.9 IMPLEMENTACIÓN DE LAS BPM EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN**

### **1.9.1 Definición de BPM**

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se constituyen como regulaciones de carácter obligatorio en el país y en gran cantidad de países del mundo; buscan evitar la presentación de riesgos de índole física, química y biológica durante el proceso de manufactura de alimentos, que pudieran repercutir en afectaciones a la salud del consumidor.

Las BPM se aplican para sensibilizar, capacitar y enseriar a los manipuladores en todo lo relacionado con las prácticas higiénicas y para mantener los equipos en perfecto estado de limpieza y desinfección. Forman parte de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad destinado a la producción homogénea de alimentos, las BPM son especialmente monitoreadas para que su aplicación permita el alcance de los resultados esperados por el procesador, comercializador y consumidor, con base a las especificaciones plasmadas en las normas que les apliquen. (Mortimore. S y Wallace, C., 1996).

### **1.9.2 Ventajas de aplicar un sistema con BPM**

Su utilización genera ventajas no solo en materia de salud; los empresarios se ven beneficiados en términos de reducción de las pérdidas de producto por descomposición o alteración producida por contaminantes diversos y, por otra parte, mejora el posicionamiento de sus productos, mediante el reconocimiento de sus atributos positivos para su salud. (Vlortinore, S y Wallace, C., 1996).

## **1.10 FACTORES DE RIESGO EN LOS ALIMENTOS AL DESHIDRATAR CON MÉTODO SOLAR.**

### **1.10.1 Oxidación de alimentos**

El oxígeno causa cambios en los alimentos, mediante reacciones oxidativas en ocasiones catalizadas por enzimas. Algunos ejemplos son el oscurecimiento de frutas, o la oxidación de ácidos grasos insaturados. Las oxidasas también son responsables de la degradación de vitaminas, como el ácido ascórbico. Para evitar estos efectos, se puede desactivar con calor a las enzimas endógenas, o también se puede eliminar el oxígeno presente del alimento. La revisión de los mecanismos de acción y propiedades de estas enzimas aportará elementos para poder evitar la pérdida de calidad del alimento. (M. Quirasco, 20006)

### **1.10.2 Contaminación microbiana**

De acuerdo con Ibarz, A., y Barbosa-Cánovas, G. (2005), la práctica del deshidratado solar presenta ciertas limitaciones, como es la falta de control sobre el proceso de secado, que puede dar lugar a un excesivo secado del alimento o una uniformidad en el secado. Otro problema es que la deshidratación se hace en un lugar amplio y abierto, exponiéndose a una gran contaminación por hongos, bacterias, roedores, pájaros o insectos.

En los deshidratadores que usan la luz indirecta del sol y no están tan abiertos al ambiente, corren el riesgo de crear el ambiente de una incubadora, por no poder tener un control de la temperatura y humedad, haciendo que por momentos la temperatura baje de 20 a 30 °C, ocasionando el crecimiento microbiano.

Un alimento no procesado completamente es muy posible que contenga alguna contaminación de manera no intencional. Dentro de los contaminantes no

intencionales se pueden encontrar componentes naturales del propio alimento, toxinas producidas por alguna bacteria, productos derivados del procesamiento del alimento y de la contaminación ambiental, contaminantes que resultan del manipuleo del alimento como pesticidas y fertilizantes entre otros. (Rodríguez E., 2011)

### **1.10.3 Conservación de alimentos con métodos naturales**

En la actualidad, por la gran producción diaria de alimentos y la necesidad de acaparar mercados, se optan medidas por conservar los alimentos y alargar su vida útil, utilizando conservadores. Los conservadores se adicionan con el propósito de controlar el crecimiento de microorganismos (bacterias y hongos) y pueden ser químicos y naturales (Barboza Corona, et. al., 2004)

El uso de antimicrobianos (conservadores) es una práctica común en la industria de los alimentos, por muchos años se han utilizado antimicrobianos sintetizados químicamente (que en algunos casos han causado daño en la salud de los consumidores, si se utilizan a grandes dosis o como en el caso de los sulfitos), redundando en un rechazo por parte de los consumidores de productos procesados, por lo cual ha surgido la necesidad de buscar otras opciones.

En esta búsqueda se han encontrado nuevos agentes antimicrobianos de origen natural, como sustitutos de los tradicionalmente utilizados (Nychas, 1995). Algunos antimicrobianos naturales se obtienen principalmente de hierbas, plantas, y especias. Lo más difícil es extraer, purificar, estabilizar e incorporar dicho antimicrobiano al alimento sin afectar su calidad sensorial y seguridad (Beuchat y Golden, 1989).

De acuerdo con Rodríguez E. (2011) y la información que recopiló para su artículo "USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS". El mecanismo de acción de las hierbas, plantas, especias, frutas y hortalizas que cuentan con distintos agentes antimicrobianos; es que generalmente cuentan con compuestos fenólicos presentes que pueden inactivar enzimas esenciales, reaccionar con la membrana celular o alterar la función del material genético y se ha observado que las grasas, proteínas, concentraciones de sal, pH y temperatura afecta la actividad antimicrobiana de este

compuesto; pero en muchos casos los antimicrobianos no pueden tener ningún efecto si no se rebasa la concentración necesaria.

Algunos ejemplos de alimentos o plantas que contienen agentes antimicrobianos son: El apio, la almendra, el café, el arándano, la vainilla (siendo muy eficaz en frutas), ajo, ajonjolí, albahaca, alcaparra, alfalfa, anís, azafrán, caléndula, canela, cardamomo, cebolla, cilantro, clavo, hinojo, jengibre, manzanilla, mejorana, mostaza, nuez moscada, orégano, perejil, pimienta, salvia, romero, cilantro, perejil, ajedrea, alcaravea, comino, cúrcuma, tomillo y té de limón. Existen muy pocos estudios que expliquen el mecanismo de los agentes microbianos o las cantidades necesarias a utilizar para su efectividad. (Rodríguez E., 2011)

## 2. PROBLEMÁTICA

En el proyecto Modelo transdisciplinar para el bienestar de las comunidades agrícolas y rurales de Nayarit a través de la incorporación de tecnologías solares, hacia la sostenibilidad (MTBCAR), en su primera etapa que consistió en la capacitación en intervención en las comunidades productivas rurales para implementar el modelo transdisciplinar para mejorar la productividad agrícola, mediante la incorporación de tecnologías solares aplicadas al secado de productos agrícolas y divulgación de resultados, el problema que tuvieron en esta etapa fue que en algunas comunidades deshidrataban con gas y no confiaban en el proceso con energía solar, para resolverlo, además de mostrarles este proceso, sus ventajas y el resultado del producto final, se hicieron comparaciones de la composición nutrimental de los productos deshidratados por gas y al sol, sin embargo, se identificó que faltaban varios alimentos más que no tenían con su composición nutrimental.

Además, se identificó en algunas comunidades la poca higiene y limpieza con la que trabajaban, y en algunos casos desconocían de como limpiar y desinfectar adecuadamente un espacio de trabajo. En la mayoría de las comunidades desconocían del uso de normas para trabajar y procesar alimentos con inocuidad y calidad. Los alimentos quedaban muy expuestos a insectos y bichos, en especial a moscas, el personal del equipo como los de la comunidad desconocían de medidas para conservar sus alimentos y evitar una contaminación microbiológica.

El proyecto MTBCAR consta de tres etapas y actualmente se requiere apoyo en la etapa numero dos que consiste en generar sinergias de colaboración entre productores del campo, empresas, sociedades de producción rural y entidades gubernamentales, donde el objetivo principal de esta etapa es que los productores puedan vender sus productos con una excelente calidad y buen precio.

Como se mencionó anteriormente, uno de sus objetivos principales es la venta de los productos, pero se observó que el producto solo estaba terminado hasta su producción, aún faltan su composición nutrimental, etiquetado y envasado, cálculos de precio y rendimiento, y estrategias de comercialización para su venta.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVOS GENERAL

Realizar pruebas preliminares en procesamiento, composición nutrimental y uso de la tecnología, en los productos deshidratados bajo el proceso de las energías solares.

##### 3.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición de humedad, ceniza, grasa, proteína, carbohidratos y fibra en los productos deshidratados por el método de gas y solar
- Realizar una tabla de composición.
- Elaborar una guía para el deshidratado de alimentos en deshidratadores solares
- Realizar pruebas con antioxidantes y agentes antimicrobianos naturales para evitar el oscurecimiento y la contaminación microbiana
- Determinar el rendimiento de un producto deshidratado bajo el proceso de las tecnologías solares
- Realizar pruebas preliminares de procesos de alimentos en estufas solares
- Identificar los parámetros de temperatura y humedad durante el proceso de deshidratación solar

#### 4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Se realizaron los análisis químicos proximales a los productos deshidratados por método gas y método solar, para obtener sus tablas de composición nutrimental.

Se hicieron prácticas de deshidratación solar, para recopilar información sobre este proceso y realizar una guía. Además, durante las prácticas de deshidratación se hizo uso de agentes naturales antioxidantes y antimicrobianos para el oscurecimiento y contaminación de los alimentos durante este proceso.

Se tomaron los pesos necesarios de una materia prima y el producto deshidratado solar final para los cálculos de rendimientos y poder determinar su costo de producción.

Se visitó la comunidad “Los agujajes” para adentrarse al proyecto y conocer sus áreas de mejora, también se promovió el uso de las estufas solares para integrarlas en la cocción de alimentos.

Se midió la humedad y temperatura durante el proceso de deshidratación con el equipo de instrumentación para identificar los parámetros durante este proceso.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS**

Para realizar este proyecto se utilizaron las siguientes herramientas:

- Word
- Excel
- OneNote
- Origin Pro 8.5
- Documentos previos del proyecto
- Artículos
- Bitácoras

### **5.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **5.2.1 Visita guiada**

- Lentes para el sol
- Camisa manga larga
- Cachucha o gorro para el sol
- Camioneta

#### **5.2.2 Preparación en el laboratorio**

- Bata
- Guantes

- Zapatos cerrados
- Bitácora
- Los equipos, materiales y soluciones utilizadas en las técnicas analíticas son mencionadas en los anexos 6 al 10.

### **5.2.3 Análisis químico-proximal en alimentos deshidratados por método solar**

- Los equipos, materiales y soluciones utilizadas en las técnicas analíticas son mencionadas en los anexos 6 al 10.
- Muestra de alimentos deshidratados por método solar a analizar

### **5.2.4 Deshidratación solar**

- Deshidratador solar de acrílico
- Utensilios para picar (tablas, cuchillos, rayadores)
- Vestimenta adecuada (zapato cerrado, mandil, cubrebocas, cabello recogido)
- Alimentos a deshidratar
- Bitácora

### **5.2.5 Agentes naturales utilizados que evitan o retrasan el oscurecimiento en alimentos**

- Limón persa mediano
- Azúcar
- Rayadura de naranja agria deshidratada en polvo

### **5.2.6 Cálculos para determinar rendimiento**

A continuación, se muestran los cálculos realizados para calcular el rendimiento en un producto deshidratado.

Pi: peso inicial del alimento

Pf: peso final (alimento deshidratado)

$(P_i / P_f) \times 100 =$  rendimiento en porcentaje

P<sub>c</sub>: peso de alimento limpio (cualquier proceso preliminar antes de deshidratarlo; lavado, pelado, cortado, etc.)

P<sub>f</sub>: peso final (alimento deshidratado)

$100 - (P_c / P_f) =$  porcentaje de agua perdida

### **5.2.7 Buenas prácticas de manufactura en deshidratación solar**

- Deshidratador solar de poliestireno con capacidad de 50 kilogramos
- Utensilios para picar (tablas, cuchillos, rayadores)
- Vestimenta adecuada (zapato cerrado, mandil, cubrebocas, cabello recogido)
- Alimentos a deshidratar
- Bitácora
- Guía de deshidratación solar

### **5.2.8 Agentes antimicrobianos utilizados para deshidratar**

- Especies y hierbas necesarias
- Apio
- Cebolla
- Cilantro
- Cúrcuma
- Sal
- Ajo
- Orégano
- Albahaca
- Pimienta
- Laurel

### 5.2.9 Cálculos de humedad

A continuación, se muestran los cálculos realizados para calcular la humedad contenida en un alimento.

Porcentaje de humedad en base sólida

PF: Peso final

PI: Peso inicial

$$\%Hbs = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$$

Porcentaje de humedad en base húmeda

%Hbs: Humedad base seca

%Hbh =  $(Pi - Pf) / Pi \times 100\%$ : Porcentaje

$$\%Hbh = \frac{\%Hbs}{(\%Hbs + 1)} \times 100$$

### 5.2.10 Equipo de instrumentación

El equipo de instrumentación utilizado está compuesto de:

- 4 sensores de humedad con alcance de 0-100%
- 10 sensores de temperatura con alcance de 0-125 °C

En la figura 6 se muestra el equipo de instrumentación, junto con los sensores de humedad y temperatura.



Figura 6. Equipo de instrumentación para determinación de humedad y temperatura.

### 5.3 INDUCCIÓN AL PROYECTO MTBCAR.

El día 25 de mayo de 2023 se tuvo una visita guiada junto con los participantes del proyecto a la localidad mexicana Los Aguajes en el municipio Jala, Nayarit, con el propósito de que los evaluadores del proyecto CONACYT pudieran observar los resultados que había generado el proyecto después de la primera etapa. Se partió del Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología A.C. (CENITT).

El primer punto que se visitó fue en el restaurante “El itacate” en Jomulco, Jala; donde la dueña del restaurante fue parte de la primera etapa del proyecto y ya contaba con un deshidratador solar, en él que ya había estado realizando diferentes pruebas con él. El producto que más sobresalió fueron los pimientos deshidratados en aceite con especias.

La siguiente visita fue en la localidad los aguajes, donde, como se muestra en la figura 7, se estuvieron preparando una exposición de pancartas para explicar el proyecto MTBCAR y sus objetivos, además de la descripción generalizada del proceso de deshidratación solar.



Figura 7. Exposición de pancartas sobre el deshidratado solar

En la figura 8 se muestran las estufas solares tipo “parabólica”, “pucca” y “horno”; hechas de cartón y papel aluminio.



Figura 8. Exposición de prototipos de estufas solares

Al siguiente día llegaron los evaluadores de CONACYT donde ya estaban reunidas las señoras que habían estado deshidratando durante algún tiempo. Ellas se encargaron de explicar a los evaluadores los productos que habían deshidratado, que en la mayoría habían sido plantas, hierbas y plantas para uso medicinal; Como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Entrevista a las mujeres de la comunidad “Los agujajes”

Lo que más habían deshidratado las señoras de la comunidad fue árnica, buganbilia, romero, albahaca, eucalipto y hoja de guayabo. En la figura 10 se muestran unos ejemplos de las plantas que habían deshidratado y el envase y etiquetado que se les dio para su presentación.



Figura 10. Plantas, hojas y hierbas deshidratadas con método solar

Para finalizar el recorrido los participantes del proyecto nos reunimos para hacer una retroalimentación sobre la visita realizada, donde uno de los propósitos principales de la visita, además de familiarizarse con el proyecto y conocerlo más a fondo, fue también hacer un diagnóstico sobre las oportunidades que tiene, como áreas de mejora y aprovechamiento que podría tener este mismo.

## 5.4 CAPACITACIÓN EN LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS

En el laboratorio de unidad especializada en calidad de alimentos y productos naturales, junto con los encargados del laboratorio se hizo la capacitación en las técnicas utilizadas para los análisis químico-proximal. En el cuadro 5 se muestra los análisis que se realizaron, además de la técnica utilizada.

Cuadro 5. Análisis proximal y técnica utilizada

Análisis proximal	Técnica utilizada
Materia seca y humedad	NMX-F-083-1986
Cenizas	AOAC
Determinación de nitrógeno total	NMX-F-0685-1980
Extracto etéreo	NMX-F-545-1992
Carbohidratos	Diferencia
Fibra	AOAC

En los anexos 2 al 6, se describen los procesos de las técnicas analíticas, mostradas paso a paso. En los siguientes puntos se muestran los cálculos que fueron enseñados por la maestra Elena para obtener los resultados de los análisis.

### 5.4.1 Cálculos de materia seca y humedad

PF: Peso final

PI: Peso inicial

PM: Peso de la muestra

‰: Porcentaje

$$\% \text{ de materia seca} = \frac{\text{PF}-\text{PI}}{\text{PM}} \times 100$$

% de humedad = 100 - % de materia seca

#### 5.4.2 Cálculos de cenizas

PF: Peso final

PI: Peso inicial

PM: Peso de la muestra

?: Porcentaje

Gramos de ceniza = PF – PI

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{PF}-\text{PI}}{\text{PM}} \times 100$$

$$\% \text{ Cenizas Bs} = \frac{\text{Peso cenizas} \times 100}{\text{PM}}$$

$$\% \text{ Cenizas Bh} = \frac{\% \text{ Cenizas Bs} \times \% \text{ Materia seca}}{100}$$

#### 5.4.3 Cálculos de nitrógeno total

N = Normalidad de HCl

0.014 = Miliequivalente químico del N

6.25 = Proporción de proteína a N

$$\% \text{ de Nitrógeno total} = \frac{\text{mL de HCL gastados} \times \text{N} \times 0.014}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

% de Proteína bruta = % de N X 6.25

#### 5.4.3 Cálculos de extracto etéreo

P = peso en gramos del matraz con grasa

p = peso en gramos del matraz sin grasa

M = peso en gramos de la muestra.

$$\% \text{ de Nitrógeno total} = \frac{\text{mL de HCL gastados} \times N \times 0.014}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

#### 5.4.4 Cálculos de fibra cruda

Ps: peso de residuo

Pcv: peso de crisol

M: gramos de muestra

Pc: peso de cenizas

Pp: peso de papel

%: porcentaje

Donde:

Pi: peso inicial sin papel = Ps - Pp

Fc: fibra y ceniza = Pi - Pcv

Tc: Total de ceniza en gramos =  $\frac{Fc \times Pc}{100}$

Tota de fibra cruda en gramos = Fc - Tc

% de Fibra cruda =  $\frac{\text{Total de fibra cruda en gramos} \times 100}{M}$

### 5.5 COMPARACIÓN DE CONTENIDO NUTRICIONAL EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS POR MÉTODO SOLAR Y GAS

Después de tener la capacitación en las técnicas analíticas, se empezó a hacer los análisis en las muestras de alimentos que fueron: piña, plátano verde, frijol negro, yaca y arándano; para así poder hacer una comparación en los alimentos en los dos métodos de deshidratado.

Se tiene que aclarar que los dos métodos de deshidratado no están estandarizados, entonces la muestra que se tomó para hacer análisis puede o no

puede ser la misma que se produzca unos meses después, por no tener variables como tiempo, humedad y temperatura establecidas. Además, de que el tipo o variedad de fruta u hortaliza utiliza cambia para los métodos de deshidratado, poniendo de ejemplo la piña, que para el proceso de deshidratado por gas se utiliza piña comprada en el mercado, mientras que para la práctica de deshidratado solar con piña se utilizó una que era vendida de forma comercial en un supermercado, así aplicando con los demás alimentos que fueron analizados.

### 5.5.1 Procedimiento de deshidratado gas

En el proceso de deshidratado por gas, se realizaron todos los pasos preliminares correspondientes a cada fruta antes de ponerla a secar. Los pasos fueron: lavar la fruta, secarla, cortarla y acomodarla en las charolas del deshidratador.

Los alimentos deshidratados por el método gas que se analizaron fueron arándano, yaca y piña. Los parámetros de tiempo, temperatura y humedad del proceso se desconocen.

### 5.5.2 Proceso de deshidratado solar

En el proceso de deshidratado solar, se realizaron todos los pasos preliminares correspondientes a cada fruta antes de ponerla a secar. Los pasos fueron: lavar la fruta, secarla, cortarla y acomodarla en las charolas del deshidratador. En el caso de los frijoles, se limpiaron las impurezas primero, para después dejarlos remojar por 12 horas y cocerlos por 2 horas a fuego alto. En el cuadro 7 se muestran los tiempos que duraron los alimentos en deshidratarse por el método solar.

Cuadro 6. Tiempos de deshidratados solar

Alimento	Tiempo de deshidratado
Frijol	8 horas
Yaca	8 horas
Piña	8 horas y 40 minutos

Plátano verde	2 días
---------------	--------

### 5.5.2 Análisis químicos proximales a alimentos deshidratados

Los análisis realizados a los alimentos fueron los mencionados en el apartado 5.4 "CAPACITACION EN LAS TECNICAS ANALITICAS. La preparación de la muestra fue molerla en el equipo NINJA Licuadora Personal Nutri Pro Auto-IQ BN400 por 10 segundos.

Las observaciones que se hicieron y que se deberían de tomar en cuenta a consideración al momento de trabajar con estos alimentos para los análisis son las siguientes. Cuando se hace ceniza la encargada del laboratorio recomendó hacerlo a 500°C, para evitar que las muestras se hicieron polvo y no quedara nada de ceniza, es mejor ir haciéndolo progresivamente ya casi al final del tiempo para poder ver el estado de la muestra. La yaca, como contiene mucha azúcar se recomienda usar temperaturas de casi 700°C por 5 horas o 500°C por más de 8 horas (dependiendo el tipo). Para los procedimientos de determinación de nitrógeno, extracto etéreo y fibra cruda es muy importante mantener la temperatura baja de los refrigerantes, para evitar que las muestras se proyecten y así cambien sus estructuras o se pierda muestra. En la técnica de extracto etéreo, fue muy difícil conseguir resultados estables debido a que los alimentos deshidratados, por estar expuestos al sol o altas temperaturas fue que fácil que las grasas se oxidaran, no teniendo un resultado claro.

### 5.6 PRÁCTICAS DE DESHIDRATACIÓN SOLAR

Durante casi dos semanas se estuvo deshidratando en un deshidratador solar de acrílico, como se muestra en la figura 11, con tres charolas de capacidad de 1-2 kg cada una (dependiendo del alimento).



Figura 11. Deshidratador solar de acrílico

Las prácticas de deshidratación solar se realizaron para conocer mejor y familiarizarse más con el método, además de recopilar datos para la continuidad del proyecto y aparte observar áreas de mejora o eficiencia que se pudieran aplicar en futuras prácticas de deshidratado.

Las prácticas de deshidratación se hicieron en el Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología (CENITT), donde se hizo uso de la terraza por el espacio libre y abierto hacia el cielo. Una limitación fue el clima, ya que en el momento que se hicieron las prácticas de deshidratado era temporada de lluvia, por lo que había más humedad en el aire, siendo más difícil deshidratar y necesitando transformar el deshidratador de uno pasivo a uno activo, colocando secadoras que funcionaban para hacer circular el aire caliente.

## 5.7 OSCURECIMIENTO EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS

Como se ha mencionado, un factor muy importante que determina si el producto será del agrado del consumidor es el sabor, textura y olor. Si estos aspectos no son los esperados por el consumidor que un alimento en específico tenga, serán rechazados.

Cuando los alimentos son pasados por el proceso de deshidratación, es normal que ocurran cambios en sus cualidades organolépticas, y hasta algunas cualidades organolépticas en específico son el objetivo que se piensa alcanzar cuando se aplica este proceso a un alimento, por poner de ejemplo, que tengan menos volumen, sus sabores y olores se concentren, tengan textura crujiente, etc. Pero un aspecto que por la naturaleza del proceso hace que ocurra en el alimento, es la oxidación u oscurecimiento, por las altas temperaturas y la exposición solar, los alimentos toman un color marrón café, que para muchos consumidores no les agrada.

Para evitar esta reacción se utilizaron cinco ingredientes para evitar o retrasar el oscurecimiento. El primer ingrediente que se utilizó fue el limón persa en muestras de apio. Utilizando el limón, se hizo una solución de ácido cítrico con un limón con concentración determinada, cada limón persa de tamaño mediano tiene aproximadamente 3.6 ml de ácido cítrico, entonces se utilizaron dos limones y medio para un litro de agua y así aproximadamente tener una concentración de 1% de ácido cítrico en un litro de agua, que es lo escrito por el CODEX STAN 192-1995. En el cuadro 8 se muestra las proporciones utilizadas para la solución de ácido cítrico.

Cuadro 7. Equivalencia de limones para primera solución de ácido cítrico

Kilogramos de apio	Litros de agua	Cantidad de limones	Porcentaje de ácido cítrico
2 kg	1 L	2.5	0.9%

Se decidió hacer otra prueba el mismo primer ingrediente, ahora solo utilizando un 1/8 de un limón persa de tamaño mediano, que equivaldría a utilizar 0.45 ml de ácido cítrico aproximadamente, siendo una concentración de 0.02% en dos litros de agua aproximadamente. En el cuadro 9 se muestran las proporciones utilizadas para la segunda solución de limón.

Cuadro 8. Equivalencia de limones para segunda solución de ácido cítrico

Kilogramos de apio	Litros de agua	Cantidad de limones	Porcentaje de ácido cítrico
2 kg	2 L	1/8	0.02%

Las dos pruebas realizadas con el primer ingrediente consistieron en sumergir el apio en la solución de limón equivalente a ácido cítrico por 15 minutos para después filtrar la muestra de la solución y colocarla a deshidratar.

El segundo y el tercer ingrediente fueron ralladura de naranja deshidratada en polvo y azúcar, que fue realizado en muestras de manzana, la prueba consistió en recubrir las muestras de manzana en azúcar y ralladura de naranja deshidratada en polvo. En el cuadro 10 se muestran las proporciones utilizadas de cada ingrediente para cada muestra.

Cuadro 9. Porcentajes de ingredientes en muestras de manzana

Kilogramos de manzana	Ingrediente	Cantidad del ingrediente	Porcentaje del ingrediente
1 kg	Ralladura de naranja deshidratada y en polvo	42 g	4.03%
1kg	Azúcar	300 g	23.07%

Una prueba se realizó utilizando solamente la técnica de escalde sin ningún ingrediente, que consistió en hervir agua hasta los 95°C para después agregar un kg de manzana por 15 segundos, pasado el tiempo la manzana se retiró y se puso en un recipiente con agua tibia para hacer que la manzana se enfríe y baje su temperatura.

Los últimos ingredientes utilizados fueron azúcar y limón, también se agregó canela y nuez moscada, pero se debe aclarar que estos ingredientes no ayudan para evitar o retrasar el oscurecimiento en los alimentos, se utilizaron para evitar la contaminación microbiana y repeler los insectos, se agregó en una cantidad pequeña

para que no afectara el color de la manzana sin pelar cortada en cubos pequeños que se usó de muestra. Se hizo una solución de azúcar, limón, canela, sal, nuez moscada y agua, para poner hervir y escaldar la manzana. En el cuadro 11 se muestran las cantidades que se utilizaron para hacer la solución.

Cuadro 10. Porcentajes de solución para escalde en muestras de manzana

Ingrediente	Cantidad del ingrediente	Porcentaje del ingrediente
Agua	350 mL	94.72%
Manzana	261.4 g	---
Azúcar	15.1 g	4.09 %
Canela	2.1 g	0.57 %
Limón	1.7 g	0.46 %
Nuez moscada	0.5 g	0.14 %
Sal	0.1 g	0.03 %

## 5.8 RENDIMIENTO EN PRODUCTO DESHIDRATADO

Es importante sacar el rendimiento de los productos procesados porque con esta información se pueden sacar costos y calcular utilidades.

Para sacar el rendimiento se hizo la práctica de deshidratado solar con cebolla. Después de haber pesado la cebolla que se compró, se hizo el segundo peso que fue cuando la cebolla estaba limpia y cortada para que con este peso saber cuánto perdió de agua, el ultimo peso se hizo cuando la cebolla se terminó de deshidratar. En el cuadro 12, se muestran todos los pesos de la cebolla durante el proceso de deshidratación solar.

Cuadro 11. Rendimiento de cebolla deshidratada

Etapas	Peso en gramos
Cebolla entera	6107.60 g

Cebolla limpia	5570.60 g
Cebolla deshidratada	612.76 g

A continuación, se muestran los cálculos realizados para calcular el rendimiento de la cebolla deshidratada y el agua perdida durante la deshidratación

Pi: cebolla entera

Pf: cebolla deshidratada

$(P_i / P_f) \times 100 =$  rendimiento en porcentaje

$(5570.60 \text{ g} / 612.76 \text{ g}) \times 100 = 9.96\%$ ,

Pc: cebolla limpia

Pf: cebolla deshidratada

$100 - (P_c / P_f) =$  porcentaje de agua perdida

$100 - (5570.60 \text{ g} / 612.76 \text{ g}) = 90.9\%$

En la figura 12, se muestra la proporción de la cebolla deshidratada con su peso inicial y su peso final deshidratada, mencionando la humedad que se perdió durante el proceso y los sólidos que quedaron al final.

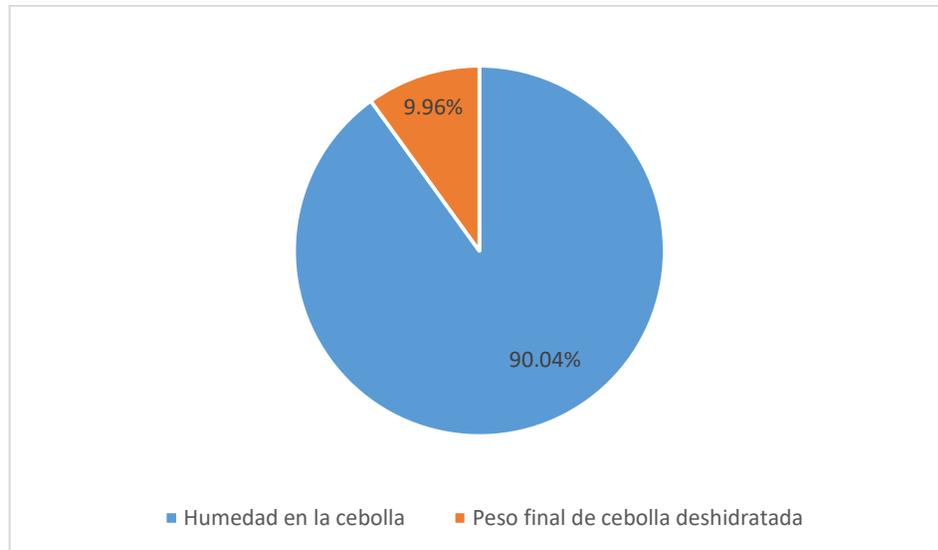


Figura 12. Rendimiento de cebolla deshidratada

### 5.9 IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE DESHIDRATADO Y BPM EN COMUNIDAD LOS AGUAJES

La última visita los aguajes fue el día 31 de julio de 2023, el propósito principal de la visita fue comunicarse con las personas que estuvieran interesadas en el proyecto para hacer explicar el proceso de deshidratado en el deshidratador nuevo de capacidad de 50 kilos, como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Deshidratador de 50 kilos

Los siguientes días se estuvo deshidratando los alimentos de las personas de la comunidad que estaban interesadas en aprender este proceso. Además, de enseñarles métodos de limpieza y conservación de alimentos que se habían descrito en el manual. También se les volvió a mostrar las estufas solares, incitándolas a continuar usando las estufas en su hogar, mostrándoles los diferentes alimentos que se podían cocinar y experimentando recetas con el uso de energías solares.

En la figura 14, se muestran las señoras que participaron en el proceso de deshidratado solar, reunidas probando los alimentos que realizaron y escuchando los diferentes usos que se les podían dar, explicando la importancia de la higiene e inocuidad en los siguientes procesos de deshidratado que continuarán haciendo.



Figura 14. Comunidad los aguajes en el proceso de deshidratación

### **5.10 USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS PARA DESHIDRATAR**

Como ya se ha mencionado, un gran problema en la deshidratación solar es lo expuesto que está a contaminantes externos como moscas, pájaros, tierra, etc. Además, que el gran contenido de humedad, el lento proceso de deshidratado y las

bajas temperaturas que se pueden tener hace que sea un ambiente perfecto para el crecimiento microbiano.

Para evitar esto se hizo la práctica de deshidratar alimentos con el uso de agentes antimicrobianos. Se decidió deshidratar verduras para hacer un consomé en polvo de estas, aprovechando el uso de hierbas y especias para su sabor, olor y conservación. En el cuadro 13 se muestran las cantidades que se utilizaron de cada ingrediente y su porcentaje.

Cuadro 12. Porcentajes en consomé de verduras

Ingrediente	Cantidad del ingrediente	Porcentaje del ingrediente
Zanahoria	287.4 g	29.06 %
Calabaza	259.1 g	26.20 %
Apio	138.8 g	14.04 %
Pimiento morrón	102.6 g	10.38 %
Cebolla	101.9 g	10.30 %
Cilantro	23.6 g	2.39 %
Cúrcuma	20 g	2.02 %
Sal	20 g	2.02 %
Ajo	10.4 g	1.05 %
Orégano	10 g	1.01 %
Albahaca	10 g	1.01 %
Pimienta	5 g	0.51 %
Laurel	0.1 g	0.01 %

Las especias se agregaron en seco y molidas, recubriendo todos los alimentos que estaban pelados y picados. En total, casi el 34.37% de la composición del consomé de verduras, está hecho con ingredientes que contienen agentes antimicrobianos, ácidos y/o antioxidantes.

## 5.11 PERDIDA DE HUMEDAD EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS SOLARES

Para la curva de secado se tuvo que pesar cada hora la muestra que se estaba deshidratando, para esta práctica se utilizó manzana cortada en cubitos. En el cuadro 14 se muestra los datos recopilados durante esta práctica de deshidratación para poder realizar la curva de secado.

Cuadro 13. Datos para curva de secado

Muestra	Tiempo minutos	Cantidad	Muestra húmeda	%Hbh*	%Hbs*	Humedad	Muestra seca
1	0	267.6	267.6	98.87	87.71	234.7	32.9
2	60	267.6	166.4	98.77	80.23	133.5	32.9
3	120	267.6	79.7	98.33	58.72	46.8	32.9
4	180	267.6	50	97.16	34.20	17.1	32.9
5	240	267.6	34.3	80.32	4.08	1.4	32.9
6	300	267.6	33	23.26	0.30	0.1	32.9
7	360	267.6	32.9	0.00	0.00	0.0	32.9

\*Hbs= Humedad base húmeda, Hbs= Humedad base seca.

La muestra húmeda es la muestra que se fue deshidratando y pesando, %Hbs es el porcentaje de humedad en base seca, %Hbh es el porcentaje de humedad en base húmeda, Humedad es la cantidad de agua que tenía cada muestra; y la muestra seca es el peso final que se tomó de referencia para la cantidad de sólidos en el alimento.

## 5.12 MEDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN DESHIDRATACIÓN SOLAR

Para identificar los parámetros de humedad y temperatura durante el proceso se hizo una práctica de deshidratación con manzana picada en cubos. Se hizo uso

del equipo de instrumentación y los sensores de humedad y temperatura, solo se utilizaron los sensores de humedad 1, 2 y 3; y para la temperatura solo se tomaron en cuenta los sensores 1, 3, 4, 7, y 9. No se hizo uso de todos los sensores de humedad, ni tampoco de temperatura. En la figura 15, se muestra el acomodo de los sensores de humedad y temperatura para el control de los parámetros del aire que entra y sale del deshidratador.

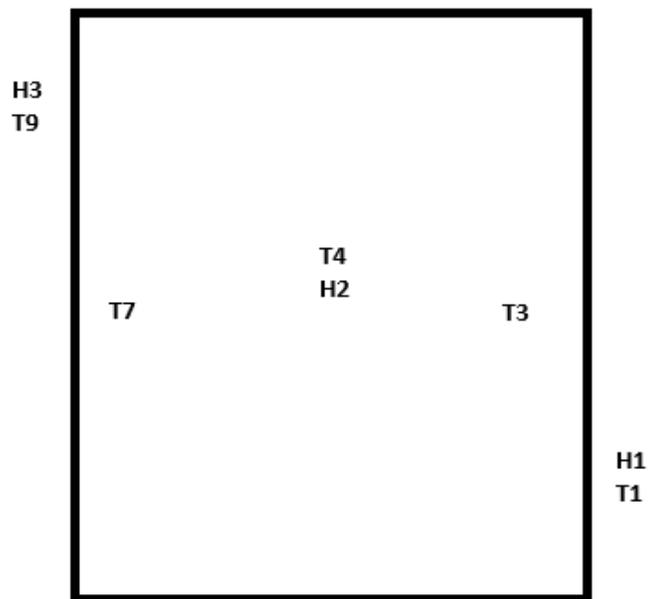


Figura 15. Acomodo de sensores en deshidratador solar

El deshidratador solar se acomodó de modo que la corriente de aire pasará del lado derecho al izquierdo, entonces los sensores H1 y T1 miden la humedad y la temperatura del aire entrante; y los sensores H3 y T3 miden la humedad y temperatura del aire saliente.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO

Derivado de la visita a la localidad de los Aguajes, en el Municipio de Jala, Nayarit, se hizo un diagnóstico en las áreas de mejora o áreas de oportunidad que tenía el proyecto, a continuación, en el cuadro 16 se mencionan los problemas observados y su posible solución.

Cuadro 14. Diagnóstico al proyecto MTBCAR

Problemas	Solución sugerida
Descomposición de los alimentos con alto contenido de agua al momento de deshidratarlos	Hacer los cortes más delgados o pequeños. Agregar sal, ajo o vinagre para evitar su crecimiento microbiano
Muy poca higiene e inocuidad en los establecimientos y en la producción	Capacitación de higiene e inocuidad en los procesos con alimentos
Productos terminados, pero no listos para su venta	Etiquetas y empaques correspondientes
Plantas, hierbas y flores deshidratadas almacenadas	Uso medicinal aprovechando sus propiedades o solo envasarlas para su empezar su venta individual
No está determinada la composición nutrimental de los productos deshidratados realizados.	Realizar determinación de la composición nutrimental.

## 6.2 CAPACITACIÓN SOBRE TÉCNICAS ANALÍTICAS

La capacitación consistió en leer y repasar las técnicas analíticas en conjunto con la encargada del laboratorio, mientras ella hacía los análisis se iban a haciendo anotaciones de los procedimientos, además de ir conociendo los equipos, siempre a la par de las prácticas enseñadas posteriormente en escrito. En los anexos 8 al 12, se muestran los diagramas realizados para las técnicas de determinación de materia seca y humedad, cenizas, nitrógeno total, extracto etéreo y fibra; como evidencia de la implementación de las técnicas para su replicación en las muestras de alimentos deshidratados.

## 6.3 CONTENIDO NUTRICIONAL EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS POR SOL Y GAS

En el cuadro 17 se muestran los resultados de los componentes de fibra, proteína y grasa en gramos en los alimentos deshidratados por cada 100 gramos de muestra. En el caso de humedad se expresa por porcentaje.

Cuadro 15. Resultados de análisis químico-proximal en alimentos deshidratados por sol y gas

Muestra	Alimento	Método de deshidratación	Humedad	Fibra	Proteína	Grasa
1	Piña	Solar	20.5%	3.9g	3.3g	1.8g
2	Piña	Gas	15.1%	2.8g	2.8g	1.5g
3	Plátano verde	Solar	10.6%	3.6g	2.3g	3g
4	Frijol negro	Solar	7.5%	3.1g	19.2g	1.8g

5	Arándano	Gas	26.3%	6g	3.2g	2.6g
6	Yaca	Gas	10.9%	1.5g	4.1g	2.7g
7	Yaca	Solar	19.4%	15.2g	8.7g	2.4g

De acuerdo con Carrillo-Carrillo et al (2020), la humedad de la piña deshidratada tiene valores entre 15.52-15.75%, la piña deshidratada con gas solo puede entrar dentro de este rango. Aguilar M. (2011), indica que la humedad de la yaca deshidratada es de 15.90%, solo entrando en este rango la yaca gas. García J. et al (2021), indican que la harina de plátano tiene una humedad del 12%, donde la harina de plátano que se utilizó de muestra entra dentro del rango. Por último, tomando de referencia la NMX-F-378-S-1980. FRIJOL PRECOCIDO DESHIDRATADO que indica la cantidad de humedad en los frijoles precocidos deshidratados con un máximo del 9%, la muestra de frijoles negros precocidos y deshidratados entra dentro del rango.

Las muestras que no entraron dentro del rango de deshidratados fueron los arándanos deshidratados por gas, que según con según Campostrini F. y Sosa N. (2017), los arándanos deshidratados tienen una humedad entre 13-20%; y la piña y yaca deshidratada por el método solar.

Una observación muy importante que hace entender la gran cantidad de humedad en la piña y yaca deshidratadas por el método solar es que las muestras proporcionadas no eran de lotes recientes, y tenían demasiado tiempo resguardadas sin las condiciones de almacenamiento establecidas para estos productos, por lo que agarraron humedad y estas condiciones pudieron provocar un crecimiento microbiano o un oscurecimiento.

Por los resultados de piña gas, piña solar, yaca gas y yaca solar; se podría concluir que el deshidratado solar al no alcanzar temperaturas tan altas, no se deshidrata totalmente la fruta y no pierde tanta humedad, igual por esto mismo que no alcanza temperaturas tan elevadas hace que se preserven mejor los componentes de proteína y fibra, pero como ya se mencionó, la piña que se utilizó para el proceso deshidratado solar no fue el mismo tipo de piña que se utilizó para el deshidratado

por gas, lo mismo sucedió con la yaca, entonces además de no tener el proceso de deshidratado estandarizado, pudieron ocurrir demasiadas variables que hicieron que se conservara mejor la proteína y la fibra en la piña y yaca solar.

Lo único que se puede concluir con certeza y puede servir de apoyo para el proyecto, es que los alimentos que se deshidratan por método solar no se están deshidratando bien, aún falta más tiempo o temperatura al deshidratarse para que pierdan parcialmente la humedad que se necesita.

#### 6.4 GUÍA DE DESHIDRATACIÓN SOLAR

Los datos e información recopilada sobre las prácticas de deshidratación solar realizadas en el CENITT se adjuntaron en modo de manual para poder consultar con facilidad la información necesaria sobre cada etapa del proceso. Además de que cada paso estar más detalladamente explicado y con consejos que podrían servir para algún alimento en específico que se quiera deshidratar. El manual se encuentra en el anexo 12.

#### 6.5 OSCURECIMIENTO EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS

En el cuadro 18 se muestra la práctica utilizada para evitar o retrasar el oscurecimiento en el alimento, una imagen del alimento deshidratado para mostrar la efectividad de este mismo y la opinión general de los consumidores que probaron el alimento deshidratado.

Cuadro 16. Resultados de prácticas para evitar o retasar el oscurecimiento en alimentos

Práctica	Efectividad	Observaciones
----------	-------------	---------------

<p>Solución de 2.5 limones y 1 L de agua, equivalente a 0.9% de ácido cítrico</p>		<p>El sabor y olor a limón era muy fuerte, el color verde permaneció mientras se deshidrataba en clima nublado, pero cuando salió el sol se volvió a tornar marrón el apio</p>
<p>Solución de 1/8 limón y 2 L de agua, equivalente a 0.02% de ácido cítrico</p>		<p>El sabor y olor a limón era muy poco casi desapercibido, el color verde permaneció mientras se deshidrataba en clima nublado, pero cuando salió el sol se volvió a tornar marrón el apio</p>
<p>Azúcar 4.03%</p>		<p>La manzana tenía un color más claro, pero el olor y sabor era demasiado dulce para el gusto de la mayoría de los consumidores</p>
<p>Rayadura de naranja deshidratada 23.07%</p>		<p>El olor era muy agradable, pero no se pudo evitar el oscurecimiento, además que el sabor es muy amargo</p>

Escaldado		Al principio del escaldado, la manzana tomó un color más claro, pero mientras pasó el tiempo se hizo muy marrón y hasta con una textura un poco arenosa
Escaldado junto con azúcar y limón		Aunque no es totalmente claro, tiene un color muy agradable, además que tiene un sabor muy bueno

La primera muestra de apio que se deshidrató tenía un sabor muy fuerte a limón, entonces se optó por hacer otra prueba con un porcentaje más bajo, al final se obtuvieron los mismos resultados en apariencia con los distintos porcentajes de limón, solo que con el porcentaje más bajo su sabor a limón era muy poco.

Aunque con el porcentaje a limón más bajo casi no tenía sabor a este, se quiso hacer pruebas con otros métodos para no solo cumplir el objetivo de evitar el oscurecimiento, sino también cumplir otros aspectos. Se optó por utilizar ralladura de naranja por las propiedades antimicrobianas que tiene, aparte del ácido ascórbico que contiene, una observación muy importante es que mientras se deshidrataba era muy raro que una mosca se acercara a esa muestra, al final si tenía un sabor amargo al comerla por si sola, pero mezclada con otras frutas deshidratadas en infusión tenían un muy buen sabor y olor. El azúcar fue la mejor opción al conservar el color claro de la manzana, pero muchos opinaron que su sabor era muy dulce y se había utilizado demasiada azúcar, otro punto importante es que las moscas estuvieron muy presentes con esta muestra, fue casi inevitable alejarlas o evitar que tuvieran un contacto con la muestra. El escalde solo demostró que pudo retrasar la oxidación, pero no evitarla porque, aunque al principio hizo que la manzana recuperara su color

más claro, al final de deshidratarse no tuvo mucha diferencia con una manzana deshidrata sin ningún método. El método final donde se combinó el escalde junto con el azúcar y las especias fue el mejor porque, aunque no se conservó totalmente el color claro de la manzana, hizo que tomara un color más agradable, además por los condimentos y sus propiedades antioxidantes no se acercó ningún insecto contaminante y tuvo un sabor muy agradable.

## 6.6 COSTO EN PRODUCTO DESHIDRATADO

Siguiendo con el ejemplo de la cebolla, junto con el rendimiento se pudo calcular que para producir 100 gramos de cebolla deshidratada se necesitan 996.73 gramos de cebolla entera. El costo de la cebolla fue de 60 pesos por 6107.6 gramos de cebolla, entonces el costo de la materia prima para producir la cebolla deshidrata es de \$9.79, en el precio de producción también se suma el precio de etiqueta y envase, para finalizar se recomienda agregar tres atributos más que representen el agua utilizada, mantenimiento de equipo y “varios” que puede incluir productos de limpieza hasta utensilios nuevos que se compren para la producción. En el cuadro 19, se muestra el costo total de producción de la cebolla deshidratada, tomando en cuenta que a cada atributo mencionado que influyó en la producción y costo del producto, se le dio un porcentaje del 30% sobre el precio de la materia prima.

Cuadro 17. Costo total de la producción de la cebolla deshidratada

Gasto	Precio
Cebolla	\$9.79
Mantenimiento	\$2.94
Agua	\$2.94
“Varios”	\$2.94
Envase	\$1.60
Etiqueta	\$1.50
Total	\$20.20

En el cuadro 20, se hace una comparación de precio de cebolla deshidratada en trozos de una marca económica y una marca más cara.

Cuadro 18. Comparación de precios de cebolla deshidratada en polvo

Marca	Cantidad	Precio
Cebolla en trozos Para moler Escosa	100 g	\$54.31
Cebolla en trozo McCormick	100 g	\$137.2

Entonces producir un bote de 100 gramos de cebolla deshidratada en trozos es \$34.11 pesos más barata que la marca económica, pudiéndose vender entre \$55.0 - 100 pesos, pero se recomendaría venderlo a entre \$55-60 pesos, teniendo aproximadamente entre \$34.80-39.80 pesos en utilidades.

En la figura 16 se muestra la presentación de 50 gramos de cebolla deshidratada comparado a una presentación de 323 gramos, para tener una referencia de la cantidad por el precio.



Figura 16. Presentación de 50 gramos de cebolla deshidratada

### 6.7 DURAZNOS ENMIELADOS CON COCCIÓN SOLAR

Los resultados obtenidos de la última visita a “Los agujeros”, fueron la fruta deshidratada que las señoras habían procesado, debido a que no se tuvo un control para los rendimientos de la fruta no se pudo documentar exactamente la cantidad de fruta que se deshidrató, pero se estuvo experimentando recetas para adaptarlas al uso de energías solar. La que más se probó y se pudo redactar mejor por los datos recopilados fueron los duraznos en mielados. A continuación, se pone el proceso que se estableció para los duraznos.

1. Seleccionar: los duraznos deben de tener el mismo estado de maduración y no estar dañados
2. Lavado y desinfección: los duraznos se lavan, frotándolos con un cepillo y jabón, para después dejarlos remojando en una solución de cloro de 0.5ml/ 1L por 15 minutos y enjuagarlos con agua purificada

3. Pelado y corte: los duraznos se pelan y puede ser opcional su corte, retirando o no su hueso
4. Anti-oxidación: los duraznos se remojan por 15 minutos en 2 L de agua purificada por un 1/8 de limón mediano, para evitar su oscurecimiento
5. Cocción: los duraznos se acomodan en las ollas, después se agrega 150 gramos de azúcar por cada kilo de durazno y se deja en la estufa solar cociéndose todo un día soleado
6. Envasado: se dejan enfriar para después envasarse en recipientes estériles y guardarse en refrigeración.

## 6.8 AGENTES ANTIMICROBIANOS EN ALIMENTOS DESHIDRATADOS

El uso de especias, hierbas y hortalizas que contienen agentes antimicrobianos, en alimentos no se puede saber con exactitud que tan bien conservaron los alimentos de la contaminación y el crecimiento microbiano porque no se realizó un análisis microbiológico, pero las observaciones que se hicieron fue que durante la deshidratación no hubo ningún insecto cerca ni dentro del deshidratador. Las hierbas y especias por tener poca humedad y ser alimentos secos, al agregarse a los alimentos a deshidratar hace que estos hagan una reacción casi como osmosis, por integrarse más ingredientes secos y con poca humedad a alimentos con humedad más alta y logren un equilibrio, esto se comprobó por el tiempo que duró la deshidratación donde casi siempre para deshidratar un kilo de alimento se necesita de más de 5 horas de sol constante, mientras que el kilogramo de muestra se terminó de deshidratar en 4 horas.

Las especias y hierbas dieron un gran sabor y aroma a los alimentos, haciendo que por la pérdida de humedad todo el sabor y olor que contienen se concentre sin la necesidad de ningún aditivo para realzar sus características organolépticas.

## 6.9 CURVA DE SECADO

En la figura 17, se muestra la curva de secado durante la deshidratación de un kilo de manzana en un deshidratador de acrílico con tres charolas de capacidad de 1-2 kg cada una. eje horizontal muestra el tiempo transcurrido mientras que el eje vertical son los porcentajes de humedad, la línea azul es el porcentaje de humedad en base húmeda y la línea naranja es el porcentaje de humedad en base seca.

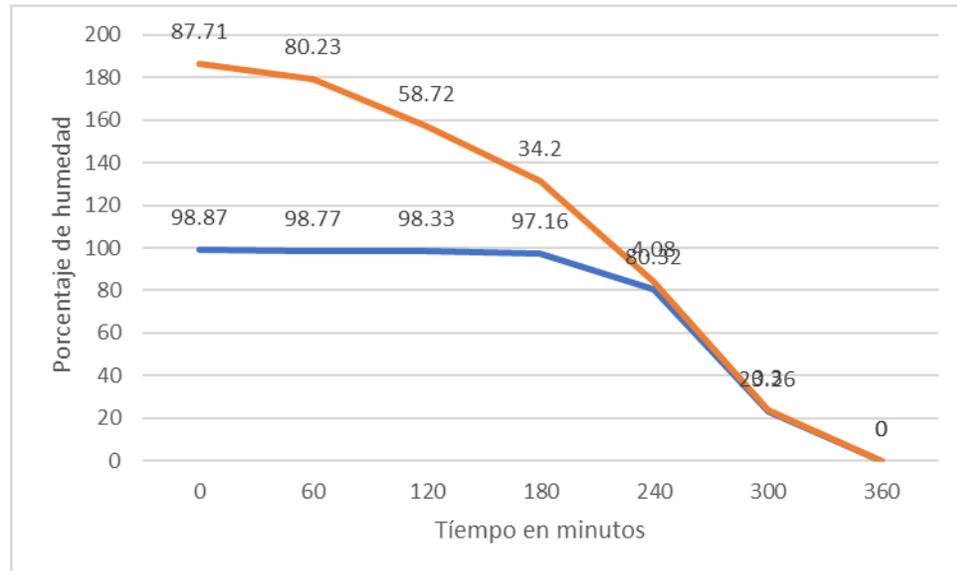


Figura 17. Curva de secado

La manzana se terminó de deshidratar en 6 horas, perdiendo casi 87.71% de humedad. La velocidad de la humedad en base húmeda fue constante para después ser creciente y junto con la temperatura ir eliminando el agua en el alimento más rápido, mientras que la humedad en base seca siempre fue creciente eliminando el agua de manera que aumentaba cada vez más la cantidad que se iba evaporando.

## 6.10 PARÁMETROS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

En el cuadro 21, se muestran los datos recopilados por el equipo de instrumentación y los sensores. Se midieron los parámetros de temperatura y humedad del aire entrante y saliente durante el proceso de deshidratación de manzana, para identificar los parámetros durante este proceso.

Cuadro 19. Parámetros de medición en deshidratación solar

Cantidad de alimento	%Humedad	Aire entrante		Aire saliente		Temperatura interior
		Humedad	Temperatura	Humedad	Temperatura	
267.6 g	98.87 %	0 %	0 °C	0 %	0 °C	0 °C
166.4 g	98.77 %	28.4 %	36.1 °C	32.3 %	36 °C	62.6 °C
79.7 g	98.33 %	27.6 %	32.1 °C	37.9 %	40 °C	63.1 °C
50 g	97.16 %	26.4 %	37.9 °C	30.6 %	41.9 °C	63.4 °C
34.3 g	80.32 %	22.1 %	39.2 °C	26.3 %	43.3 °C	66.3 °C
33 g	23.26 %	22.2 %	38.9 °C	25.8 %	42.4 °C	66.3 °C
32.9 g	0.00 %	58.5 %	33.1 °C	59.8 %	30.4 °C	30.4 °C

Como se puede observar, el aire saliente tiene una humedad más alta que el aire que entra, pero su temperatura también es más alta, esto porque el aire que entra todavía se mezcla con la temperatura dentro del deshidratador acrílico que concentra la temperatura y la irradiación uv, entonces por eso sale con una temperatura más alta.

Por los parámetros que se midieron, se puede concluir que el deshidratador solar tiene una buena eficiencia por estar arrastrando el aire con más humedad y así, al acomodar el deshidratador a la dirección que el aire corre, se va arrastrando la humedad sin que se condense adentro del deshidratador.

## 7. CONCLUSIONES

El aprovechamiento de las energías solares en comunidades donde las energías o combustibles convencionales como la electricidad o el gas, no son tan accesibles para la población, es algo que se debe de seguir apoyando, en especial en las comunidades que cuentan con un gran recurso en cosechas y fauna. El deshidratado solar es un proceso que se adapta muy bien a las necesidades de las personas que quieren darle un valor agregado a su producto, sin hacer tanta inversión y tampoco se necesite tanta capacitación en la técnica.

En la comunidad “Los agujajes” de Jala, donde se estuvo implementando esta técnica, fue bien recibida y aprovechada por las personas. Aunque es una técnica muy sencilla de enseñar y aprender, hay muchos factores que se deben tomar en cuenta antes de practicarla.

El principal objetivo por el que procesan los alimentos es para poder darles un valor agregado y así tener más ventas y más ganancias, pero como se ha mencionado, no solo basta con producir los productos, se tienen que considerar los demás factores como limpieza, inocuidad, higiene, rendimientos, gastos, aceptación del público; todo esto para tener un producto de calidad, que sea del agrado de los consumidores y dé buenas utilidades.

Los métodos de limpieza y desinfección que se aplicaron en la comunidad los agujajes fueron bien recibidos y ejecutados por las personas. Además, supieron aprovechar sus recursos dándoles un valor agregado usando las energías solares, al hacer los duraznos enmielados.

La decisión de hacer los análisis químicos proximales a los alimentos deshidratados no fue la más favorable, porque, aunque las muestras de yaca y piña

deshidratadas por método gas, frijol negro y plátano verde deshidratados por método solar, están dentro de los rangos; el proceso de deshidratación no está estandarizado todavía entonces no se pudieron realizar las tablas nutrimentales. Las técnicas de los análisis químico-proximales fueron bien entendidas y estudiadas, además nos pudieron dar una idea de cómo se comportan las frutas y hortalizas deshidratadas al momento de realizarse los análisis, para en un futuro tomar en cuenta esas recomendaciones y poder realizar sus análisis otra vez.

El uso de técnicas, hierbas y especias para evitar el oscurecimiento y la contaminación microbiológica en los alimentos es muy efectivo, como se utilizan agentes naturales, los productos no pierden la calidad de ser orgánicos, siendo aún más llamativos para los consumidores y no teniendo que ser tan complicados para los productores. Un punto que se debe tomar en cuenta es que, al hacer uso de estos agentes o técnicas, se están combinando olores, sabores y hasta texturas en los alimentos, que algunas combinaciones pueden ser muy agradables y hasta mejorar el producto, mientras que otros pueden hacer que se vuelven desagradables para el consumidor.

Los productores tienen un gran futuro con los alimentos deshidratados, aunque el rendimiento sea muy poco, el precio y el valor económico que tienen estos productos es muy alto, pudiendo ganar más del doble de inversión.

El proceso de deshidratación solar es muy difícil que se estandarice totalmente por los distintos factores que intervienen, no siempre se puede esperar un día despejado y soleado con temperaturas de 30°C, hay ocasiones donde esté soleado, pero con temperaturas entre 20 y 28 °C, mientras que otros días haya temperaturas arriba de 31°C, pero está nublado. Es difícil esperar por el “día perfecto” para deshidratar y así tener las mismas condiciones para todos los productos que se deshidraten. Aunque es muy complicado industrializar un proceso tan artesanal, se pueden seguir recomendaciones para que se optimice mejor el procesamiento. Un alimento deshidratado pierde entre 80-90% de su peso inicial, junto con pesos de pérdida de humedad y la curva de secado se puede saber cuánta humedad ha perdido un alimento y si es la necesaria para que este se conserve; la corriente de aire siempre

debe de salir con más humedad de la que entra, para así saber que el alimento si se está deshidratando bien.

Es importante que la materia prima que se use para deshidratar sea del mismo tipo o variedad, para que con esto el proceso vaya siendo el mismo y no porque un tipo de fruta tiene más o menor cantidad de azúcar afecte en los tiempos de secado. Por último, el almacenamiento de los productos es un punto crítico en el proceso, ya que, como se pudo demostrar con los análisis químicos proximales, si los alimentos deshidratados no se envasan bien corren el riesgo de volver a agarrar humedad e incluso que haya crecimiento microbiológico.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Modelo transdisciplinar para el bienestar de las comunidades agrícolas y rurales de Nayarit a través de la incorporación de tecnologías solares, hacia la sostenibilidad. (2022). Infografía: Etapa 1-MTBCAR. Tepic, Nayarit. Recuperado de: [file:///C:/Users/laras/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/75TDAXBX/Infografia%20Etapa%201%20-%20MTBCAR\[1\].pdf](file:///C:/Users/laras/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/75TDAXBX/Infografia%20Etapa%201%20-%20MTBCAR[1].pdf)

MODELO TRANSDISCIPLINAR PARA EL BIENESTAR DE LAS COMUNIDADES AGRÍCOLAS Y RURALES DE NAYARIT A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES, HACIA LA SOSTENIBILIDAD. (2023, February). Recuperado de: <https://mtbcar.com.mx/quienes-somos/>

Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G. (2005). Operaciones Unitarias en la ingeniería de alimentos. Mundi Prensa.

Masud, H. M., Karim, A., Ananno, A. A., & Ahmed, A. (2020). Sustainable food drying techniques in developing countries: Prospects and challenges. Springer.

Castilblanco, J. et al (2010). COCCION solar – una alternativa para comunidades emergentes de barranquilla. Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente, 14. Recuperado de: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/99635/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/99635/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1)

Espinoza, J. (2016). Innovación en el deshidratado solar. Revista Chilena de Ingeniería, 24. Recuperado de: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052016000500010](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000500010)

MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010.

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). (2020). Manual de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/653810/Manual\\_NOM-051\\_versio\\_n\\_final.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/653810/Manual_NOM-051_versio_n_final.pdf)

Latham, M. (2002). NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO EN DESARROLLO (29.<sup>a</sup> ed.). Roma: Colección FAO: Alimentación y nutrición. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/W0073S/w0073s0t.htm#bm29.1x>

Greenfield, H., & T., S. D. A. (2003). Food Composition Data: Production, management, jueand use. FAO.

Pearson, D. (1993). Técnicas de Laboratorio para el análisis de Alimentos. Acribia.

Moron, C., Zacarias, I., amp; Pablo, S. de. (1997). Produccion y Manejo de Datos de composicion Quimica de alimentos en nutricion. FAO. Direccion de Alimentacion y Nutricion.

Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). (2018). Alimentos orgánicos. Recuperado de: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/alimentos-organicos?state=published>

Geankoplis, C.J. (1983). «Drying of process materials». En Transport Processes and Unit Operations, 2nd ed. Allyn and Bacon, Boston, MA

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Atlas Agroalimentario (2016). Recuperado de: [http://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016](http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016).

Díaz, A., Pérez, H. Characterization of Organic Consumer Products in the City of Toluca, Mexico, *Revista Mexicana de Agronegocios*, 1178-1187 (2015). Recuperado de: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S0718-0764201800040021700009&lng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0718-0764201800040021700009&lng=en)

Vázquez, A., Lang, F.P., Peralta, I. y Aguirre, F. Percepción del Consumidor y Productor de Orgánicos: El Mercado Ocelotl de Xalapa, Ver, México, *Revista Mexicana de Agronegocios*, 31, 20-29 (2012). Consultado el 31 de marzo de 2023, en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S0718-0764201800040021700027&lng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0718-0764201800040021700027&lng=en)

López Salazar, G. L. (2019). Factores que influyen en la compra de alimentos orgánicos en México. Un análisis mixto. *Small Business International Review*, 3(2), 69-85. Consultado el 31 de marzo de 2023, en: <https://doi.org/10.26784/sbir.v3i2210>

Navarrete, E. del C. (2013). Elaboración de un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura basado en la norma RTCA 67.01.33.06 que asegure la inocuidad alimentaria en los productos para la empresa Burkeagro S.A. en el período comprendido de febrero a junio del 2013. (tesis).

Mortimore, S y Wallace, C. (1996). HACCP Enfoque Práctico. Editorial Acribia, S.A., España.

Andrade, Claudia M., & Ayaviri, Dante. (2018). Demand and Consumption of Organic Products in the Riobamba Cantón, Ecuador. *Información tecnológica*, 29(4), 217-226. Consultado el 31 de marzo de 2023, en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400217>

M. Quirasco., (2006). Capítulo 5 Enzimas. Química de los Alimentos. Pearson Educación de México, S. A. de C. V.

Nychas, G.J.E. 1995. Natural Antimicrobials from plants. En: New Methods of food preservation. G.W. Gould (Ed.). Blakie Academia y Professional. Glasgow. p. 1-21.

Beuchat, L.R. y Golden, D.A. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. Food Technol. 43(1): 134-142.

Rodríguez, E. (2011). USO de agentes antimicrobianos naturales en la conservación&nbsp; de frutas y hortalizas. Ra Ximhai, 7. Recuperado de: [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/14-USO%20DE%20AGENTES%20ANTIMICROBIANOS%20%20NATURALES%20EN%20LA%20%20CONSERVACION\\_Elvia%20Rquez.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/14-USO%20DE%20AGENTES%20ANTIMICROBIANOS%20%20NATURALES%20EN%20LA%20%20CONSERVACION_Elvia%20Rquez.pdf)

Facultad de Bromatología - UNER., Optimización de métodos de secado de arándanos para lograr un ingrediente de alta calidad funcional (2017). Recuperado de: [https://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=31436&congresos=yes&detalles=yes&congr\\_id=6954635#:~:text=Los%20ar%C3%A1ndanos%20deshidratados%20por%20liofilizaci%C3%B3n,13%25%20y%2020%25%20respectivamente](https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=31436&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=6954635#:~:text=Los%20ar%C3%A1ndanos%20deshidratados%20por%20liofilizaci%C3%B3n,13%25%20y%2020%25%20respectivamente)

## ANEXOS

### Anexo 1. Logotipo del proyecto MTBCAR



### Anexo 2. Materia seca y humedad

#### Material, Instrumentos y Equipo

- Balanza analítica
- Crisoles de porcelana
- Horno de convección con rango de 0 a 200 °C
- Espátula de acero inoxidable
- Desecador con drierite
- Pinzas para crisol
- Muestra

#### Procedimiento

1. Lavar correctamente con agua y detergente 3 crisoles de porcelana para cada muestra, posteriormente enjuagar con agua destilada y secar en estufa de secado.
2. Sacar los crisoles de porcelana por cada muestra con las pinzas para crisol y los colocamos en un desecador con drierite por 15 min.
3. Sacar con las pinzas para crisol cada uno de los crisoles del desecador con drierite y se colocar en la balanza analítica para registrar y anotar el número y el peso correspondiente a cada uno.
4. Con el peso registrado de los crisoles con una espátula, colocar aproximadamente 1.5 gramos de muestra y se registrar el peso exacto.
5. Enseguida se dispuso a llevar los crisoles con la muestra a la estufa de secado con una temperatura de 110°C, todo eso con las pinzas para crisoles, para que tuvieran una duración ahí de 18 a 24 h.
6. Posterior a las 18-24 h sacar los crisoles con la muestra seca, con las pinzas para crisoles y colocar en el desecador con drierite, aproximadamente 15 minutos.
7. Ya pasados los 15 min para que se enfriaran los crisoles, pesar los crisoles con la muestra en la balanza analítica.

### **Anexo 3. Determinación de cenizas**

#### Material, Instrumentos y Equipo

- Balanza analítica
- Crisoles de porcelana
- Horno de convección con rango de 0 a 200 °C
- Espátula de acero inoxidable
- Desecador con drierite
- Pinzas para crisol
- Muestra

#### Procedimiento

1. Poner a peso contante un crisol de porcelana, para esto es necesario mantenerlo en una mufla entre 550-600 °C durante 15-20 minutos, al

apagar la mufla y alcanzar los 200 °C se retira el crisol y se coloca en el desecador. Manipular todo el tiempo el crisol con pinzas especiales.

2. Enfriar el crisol en desecador durante 15 a 20 minutos.
3. Ya enfriado el crisol, pesarlo en balanza analítica, registrar su peso.
4. Tarar la balanza analítica con el crisol y con una espátula agregar de 1-2 gramos de muestra, registrar su peso.
5. Incinerar la muestra introduciéndola en la mufla a 600 °C ir incrementando la temperatura paulatinamente cada 200 °C durante 5 horas.
6. Apagar la mufla y deje enfriar, cuando llegue a 200 °C se lleva el crisol al desecador de 15 a 20 minutos.
7. Pesarse el crisol con cenizas en balanza analítica. Registrar su peso.

#### **Anexo 4. Determinación total de nitrógeno**

##### **EQUIPO**

- Aparato de digestión kjeldahl
- Destilador kjeldahl
- Scrubber
- Balanza analítica

##### **MATERIALES**

- Matraz kjeldahl
- Matraz de Erlenmeyer de 500 mL
- Probeta de 100 mL
- Vaso de precipitado de 250 mL
- Bureta de 50 mL

##### **REACTIVOS**

- Mezcla catalizadora: 7 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  + 93 g  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ó  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (vienen en presentación de pastillas)
- Ácido sulfúrico 93-98%
- Ácido bórico al 4%
- Indicador Shiro-tashiro

- Hidróxido de sodio al 32% (NaOH)
- Ácido clorhídrico 0.1 N valorado

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### DIGESTIÓN

1. Pesar 1g de muestra en un matraz kjeldahl (seco).
2. Agregar al matraz 1 pastilla de mezcla catalizadora y 15 mL de ácido sulfúrico concentrado
3. Colocar el matraz en el digestor kjeldahl, colocarle el colector de gases, encender el Scrubber.
4. Encender el digestor kjeldahl en posición 8. Aumentar el calentamiento poco a poco hasta que cambie su color de oscuro a verde azulado. El calentamiento se sube al máximo hasta que toda la muestra haya sido digerida completamente.
5. Deja enfriar la muestra digerida, no apagar el Scrubber hasta que ya no salga ningún vapor y este frío.
6. Agregar a cada tubo 80 mL de agua destilada. Dejar enfriar los tubos durante 10 minutos. Diluir el producto en aproximadamente 50mL de agua desionizada cuando los tubos estén lo suficientemente fríos al tacto.

### DESTILACIÓN

1. En un matraz de Erlenmeyer de 500 mL, adicionar 80 mL de la solución de ácido bórico al 4% y agrega 3 gotas de reactivo Shiro-tashiro.
2. Abrir la llave del Chiller para enfriamiento del destilador.
3. El destilador está programado para destilar durante 4 min. Verificar que los contenedores adicionales deberán tener suficiente agua destilada uno y el otro, hidróxido de sodio al 32%.
4. Al inicio de la destilación, colocar un tubo kjeldahl y un matraz con agua para hacer un lavado previo, antes de destilar las muestras.
5. Colocar el tubo con la muestra en el destilador, y el matraz Erlenmeyer, en el extremo del destilador el cual contiene la solución de ácido bórico y el reactivo Shiro/Tachiro.

6. Presionar el botón "reagent" por siete segundos (Estos siete segundos están probados que adiciona 80mL) para que agregue el hidróxido de sodio a la muestra. Cuando vire la muestra en el matraz de violeta a verde esta destilada la muestra.
7. Al final volver a poner un tubo y matraz con agua solamente para hacer el lavado final.

#### TITULACIÓN

8. Titular el contenido del matraz Erlenmeyer con HCl 0.1 N valorado mediante una bureta de 50 mL.
9. En una placa colocar el matraz y colocarle un agitador magnético para que se homogenice bien cuando se está agregando el ácido clorhídrico.
10. Agregar muy lentamente el HCl y dejar de agregarle en cuanto cambie de color la muestra. Cambia de color verde malaquita a violeta.

#### **Anexo 5. Determinación de grasas por método Soxhlet**

##### REACTIVOS Y MATERIALES

- Éter etílico
- Matraz balón con cuello esmerilado

##### APARATOS E INSTRUMENTOS

- Extractor Soxhlet completo
- Cartucho de extracción de tamaño adecuado para el extractor
- Rotaevaporador
- Algodón desengrasado
- Estufa de secado
- Desecador
- Balanza Analítica
- Pinzas para crisol
- Probeta
- Vaso de precipitado

##### DESARROLLO

1. Encender el recirculador para el suministro de agua fría. Utilizar el equipo Soxhlet cuando el recirculador llegue a la temperatura de 5 grados centígrados.
2. En una balanza analítica pesar la cantidad de muestra requerida en los dedales de extracción, 5 gramos en el caso de dietas y harinas, puede utilizar papel filtro y cubrir con una torunda de algodón si la muestra lo requiere.
3. En un matraz balón con cuello esmerilado (previamente puesto a peso constante y registrado su peso) coloque el solvente (éter etílico). Una cantidad de 130 mL de disolvente normalmente es suficiente para una estimación de 3 a 4 horas de calentamiento a reflujo.
4. Colocar el dedal que contiene la muestra en el tubo extractor del equipo Soxhlet. Posterior a ello montar el tubo extractor en el matraz balón ya con el disolvente y posicionar en la parrilla de calentamiento del equipo y conectar con el tubo enfriador.
5. Conectar el equipo y seleccionar el calor necesario con el interruptor del panel de control empezando en 180 grados centígrados. Verificar que el disolvente de todos los matraces haga ebullición.
6. Observe que el equipo este realizando los reflujos o sifoneos y que el goteo sea constante y éste caiga sobre el dedal.
7. Efectuar la extracción durante 4 a 6 horas. Suspender el calentamiento, quitar el extractor del matraz y dejar caer una gota de éter del extractor a un papel o vidrio de reloj, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa, ajustar el Soxhlet de nuevo al matraz y continuar la extracción.
8. Cuando la extracción se ha completado, gire el interruptor en posición 0 y deje enfriar la placa. Determinación de grasas
9. Retire el matraz balón con cuidado (usando guantes y gafas de protección) y colóquelo en un lugar limpio, libre de grasa; retire los dedales con la muestra y recupere todo el solvente en el matraz. Rotaevaporar la muestra hasta que no tenga solvente, se lleva a peso contante y posteriormente se pesa y se registra el dato.

## Anexo 6. Fibra cruda

### EQUIPOS Y MATERIALES REQUERIDOS

- Vasos de berzelius 600 mL.
- Vaso de precipitado de 1000 mL.
- Digestor de fibra con placas calientes y condensadores.
- Papel filtro Whatman #4.
- Papel filtro libre de cenizas.
- Matraz aforado de 1000 mL.
- Espátula.
- Balanza analítica.
- Campana de extracción
- Bomba de vacío.
- Piseta
- Probeta de 250 mL.
- Matraz kitasato de 1000 mL.
- Embudo buchner.

### REACTIVOS Y PATRONES

- Solución de  $H_2SO_4$  al 0.255 N.
- Para preparar 1000 mL: Medir 7.15 mL de  $H_2SO_4$  y aforar a 1000 mL con agua destilada.
- Solución de NaOH al 0.313 N.
- Se preparan 100 mL con la disolución de 12.5 g de hidróxido de sodio aforando a 1000 mL con agua destilada.
- Solución de NaOH al 0.313 N.
- Se preparan 100 mL con la disolución de 12.5 g de hidróxido de sodio aforando a 1000 mL con agua destilada.
- Agua destilada
- Agua corriente

### PROCEDIMIENTO

1. Hacer una extracción de lípidos a 5 g de muestra con éter de petróleo. Si la muestra a analizar contiene naturalmente menos del 1% de grasa omitir el proceso de extracción.
2. Pesar el crisol previamente lavados y secos que debe estar a peso constante lo mismo que los papeles filtro libres de cenizas.; registrar cada uno.
3. Transferir dos gramos de la muestra desengrasada a un vaso de berzelius de 600 mL y adicionar 200 mL de la solución acida ( $H_2SO_4$ ) previamente calentada a  $80^\circ C$ .
4. Colocar el vaso de berzelius en una de las placas previamente calentada en el digestor con recirculación (CHILLER) y contar 30 min. al iniciar la ebullición.
5. Filtrar la mezcla acidificada con el papel filtro libre de cenizas y el sistema buchner-kitasato con bomba de vacío (esperar que este atemperada la muestra), esto hasta obtener los residuos totales en el filtro)
6. Lavar el vaso de berzelius con agua destilada previamente calentada a  $80^\circ C$
7. (50-70 mL) y filtrar hasta que el agua resultante tenga un pH cercano a 7
8. Transferir la muestra filtrada al vaso de berzelius, lavando el papel filtro con 200 mL de la solución alcalina (NaOH) y comenzar la digestión al igual que en la solución ácida.
9. Filtrar la mezcla alcalina con el papel filtro libre de cenizas y el sistema buchner-kitasato con bomba de vacío y proseguir con el lavado de la muestra (50-70 mL) hasta obtener un pH cercano a 7.
10. Trasferir el papel filtro (sin cenizas) con la muestra a un crisol y dejar a secar a  $110^\circ C$  hasta obtener peso constante (toda la noche aprox.). Registrar el peso.
11. Calcinar a  $600^\circ C$  durante 3 h. Dejar enfriar en un desecador.
12. Pesar el crisol y registrar el peso.

## Anexo 7. Guía de deshidratación solar

### 1. SELECCIÓN

Las frutas y verduras que se reciban deben de tener el mismo estado de madures para que al momento de deshidratarse sea de manera pareja y que al final no queden algunos con mayor o menor cantidad agua.

### 2. LAVADO

Todas las frutas y verduras deben de ser lavadas con una solución jabonas o al menos enjugadas con agua potables. La solución jabonosa se hace dependiendo de las instrucciones que diga el tipo de jabón a usar.

Tipo de fruta/verdura	Lavado
Frutas y verduras con cascara o piel gruesa	Lavar con cepillo y solución jabonosa retirando toda la suciedad
Frutas y verduras más delicadas	Fregarse con las manos y solución jabonosa retirando suciedad
Frutas y verduras frágiles	Lavar en recipiente evitando manipular excesivamente
Hongos y zetas	Retirar en seco la suciedad, para enjuagar con agua purificada

Todos los utensilios y recipientes que se usen también deben de ser lavados, pero con un cepillo o esponja diferente con la que se lavan los alimentos.

Las hierbas, plantas, hojas medicinales, y especias, se enjuagan con agua potable retirando la mayor parte suciedad con las manos sin manipular excesivamente.

### **3. DESINFECCIÓN**

Después de haber lavado perfectamente las frutas y verduras, es necesario pasarlas por una solución desinfectante. Los utensilios y recipientes que se vayan a utilizar y se sean de acero inoxidable o plástico también se deben de desinfectar.

La solución desinfectante se hace con 0.5mL de cloro por 1L de agua purificada, es importante aclarar las soluciones desinfectantes son de un solo uso y al cambiar de ingrediente se tiene que renovar la solución. Por eso se recomienda mejor hacer la solución y colocar en un bote en spray, para solo rociar las cosas y no tener que sumergirlas.

### **4. CORTE**

Los alimentos se deben de cortar de aproximadamente de menos de medio centímetro de grueso para que el deshidratado sea rápido, no se contamine durante el proceso y se aproveche todo el espacio que se pueda en las charolas. Además, se retira el rabo, hojitas, tallos, raíz y cascara o piel que sea externa del alimento o no se quiera en su presentación final.

En esta parte del proceso se hace el peso inicial

### **5. PREPARACIÓN**

En este paso se puede realizar distintos métodos para que los alimentos se deshidraten mas rápido, no se oxiden o se conserven mejor.

Para un deshidratado más rápido se puede agregar un poco de sal encima de los alimentos. Para usar una cantidad menor de sal y ahorrar tiempo, una noche antes se pueden picar los alimentos para dejarlos remojando en una solución de salmuera durante toda la noche, la solución consiste en agregar 50 gramos de azúcar por cada litro. La concentración de solutos en el alimento hará que se deshidraten más rápido.

Para evitar la oxidación u oscurecimiento enzimático en los alimentos se recomienda escaldar los alimentos, se calienta agua hasta que esté hirviendo para después agregar los alimentos y dejarlos no máximo de 5 segundos para después sacarlos y agregarlos en agua tibia para enfriarlos y bajar su temperatura, con esto se evita el color marrón que normalmente toman los alimentos al estar expuestos tanto tiempo al sol. Otro método es hacer una solución de ácido cítrico, agregando por cada 2 litros un 1/8 de un limón mediano.

Un método en especial para evitar el oscurecimiento y al mismo tiempo acelerar el proceso de deshidratado es agregando azúcar, este método es libre y al gusto. Se puede empanizar o espolvorear poquito azúcar directamente en el alimento y así deshidratarlo, hacer una solución azucarada y dejarlos remojando o reducirlos en agua hirviendo junto con el azúcar. Es importante aclarar que el uso excesivo de azúcar hace que se atraigan moscas y más insectos.

## **6. ACOMODO**

Los alimentos con un gran contenido de agua se acomodan de manera que están totalmente extendidos sobre la charola y no se encuentre uno sobre otro. Alimentos que no tengan tanta agua o contengan propiedades antimicrobianas (cebolla, ajo, hierbas, etc.) pueden acomodarse hasta 2 kg por charola sin importar que esté uno sobre el otro procurando que quede muy bien distribuido en toda la charola.

## **7. DESHIDRATADO SOLAR**

El deshidratador se acomoda de modo que la corriente de aire esté entrando y saliendo del deshidratador, evitando que alguna sombra tape la luz solar hacia el deshidratador. El deshidratador se va moviendo conforme pasan las horas, para evitar alguna sombra.

El tiempo del deshidratado puede variar por las condiciones del clima como la temperatura o humedad, pero se recomienda que al menos unas 4-5 horas el deshidratador esté expuesto al sol para que alcance las temperaturas de 50-60 °C.

También se recomienda que durante este tiempo las charolas las vayan cambiando de posición para que a todos los alimentos les alcance a dar un poco la radiación y con eso puedan prevenir el crecimiento de microorganismos.

Para las charolas de 2 kg que quedaron muy llenas, es muy importante que se vaya mezclando los alimentos de la parte superior con los alimentos de la inferior que se encuentran en la charola, para que se vaya distribuyendo bien la humedad y se deshidraten uniformemente.

## **8. DESHIDRATADO ACTIVO**

Si el deshidratado no se alcanzó a completar en el primer día, se recomienda durante la noche colocar el deshidratador en un lugar techado y seco, para que el sereno o algún otro cambio en el ambiente no haga que los alimentos vuelvan a tomar la humedad perdida.

La secadora se debe de colocar en un punto medio entre las charolas, para que les dé por igual la circulación de aire. Además, se recomienda tapar algunos orificios del deshidratador para seguir manteniendo la temperatura de 50-60°C.

Si no se quiere hacer uso de los deshidratadores, se recomienda que el deshidratador esté en un lugar que el clima ambiental sea frío y seco para que pueda tener una temperatura menor a los 20°C, porque como todavía no está deshidratado completamente se tiene el riesgo que crezcan microorganismos.

## **9. PESO FINAL**

Hay muchas maneras de asegurarse que el alimento está bien deshidratado, no tiene que haber ningún olor o sabor a humedad, los olores y sabores son característicos del alimento, pero siendo más intensos además de un sabor casi a cocinado, la textura debe de ser crujiente sin ninguna sensación a húmedo.

La mejor manera de saber que el producto está listo es con el peso final, si el peso final del producto deshidratado es 10% o menos del producto inicial, significa que está listo. Por poner un ejemplo, si se deshidrató 20 kilos de jitomate y al final de la deshidratación final nos queda un 2 kilo (10% de 20 kilos), significa que ya está bien deshidratado el jitomate. Este método acompañado de las demás pruebas organolépticas mencionadas.

## **10. EMPAQUETADO**

Se retira el alimento de las charolas, para después hacer el peso final y así sacar rendimientos. El alimento se debe dejar enfriar un poco antes de empaquetarlo, para que la alta temperatura que tiene no cause una condensación en los recipientes herméticos, haciendo que cambien de textura los deshidratados y vuelvan a tomar humedad.

Después de enfriarse un poco, los alimentos deshidratados se deben de guardar en recipientes herméticos y almacenar en un lugar fresco, seco y que no esté en contacto directo con la luz.

## RECOMENDACIONES

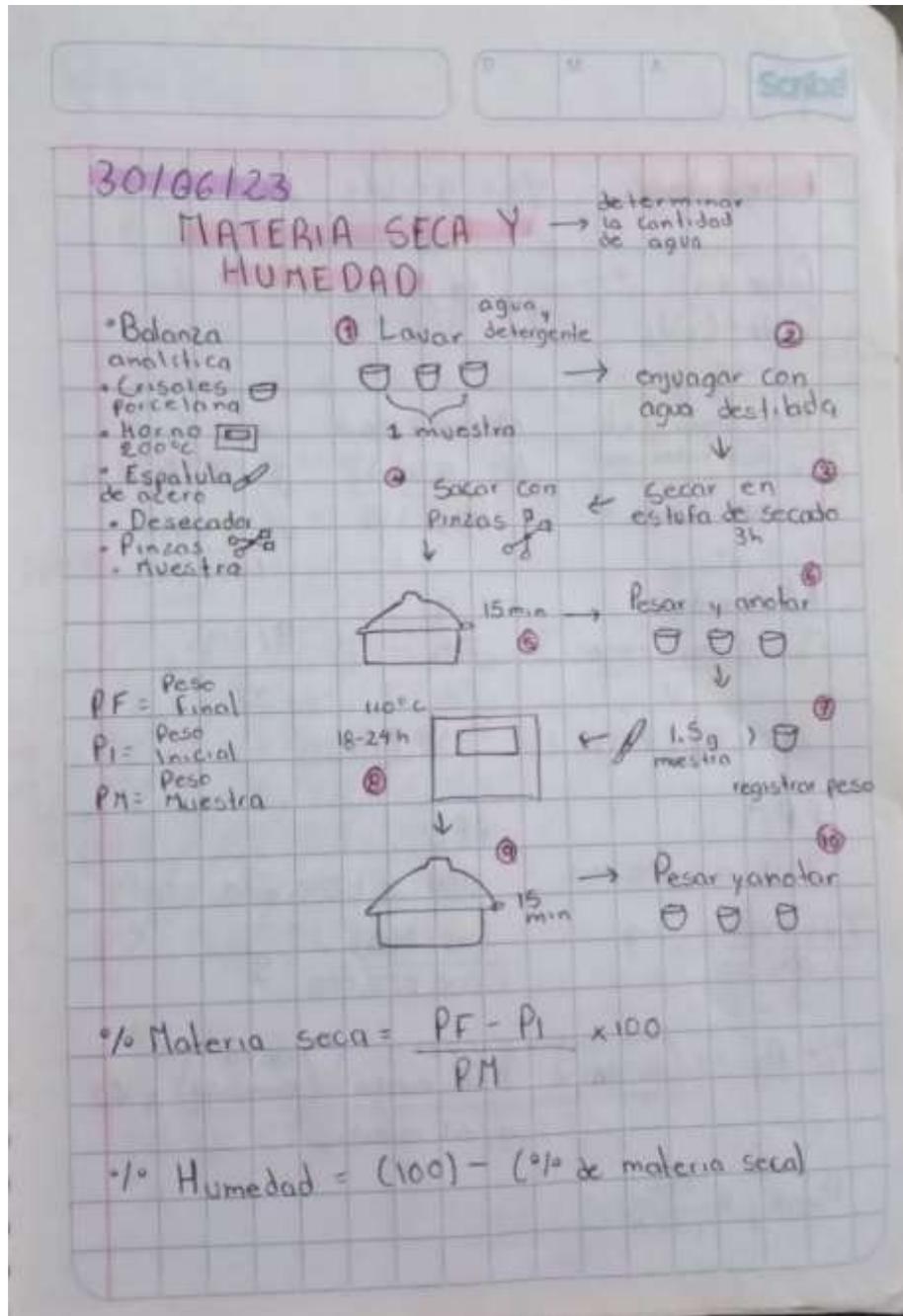
Los alimentos con pigmentos verdes son más susceptibles a perder su color hacerse de una tonalidad marrón, se recomienda tapar el deshidratador con una lona negra sin cerrar los orificios, para que no le dé la luz directamente, pero siga atrayendo el calor y circule el aire caliente.

Los alimentos con pigmentos morados, rojos, naranjas se concentrará más el color mientras se deshidratan, entonces no necesitan de ninguna medida para conservarlos.

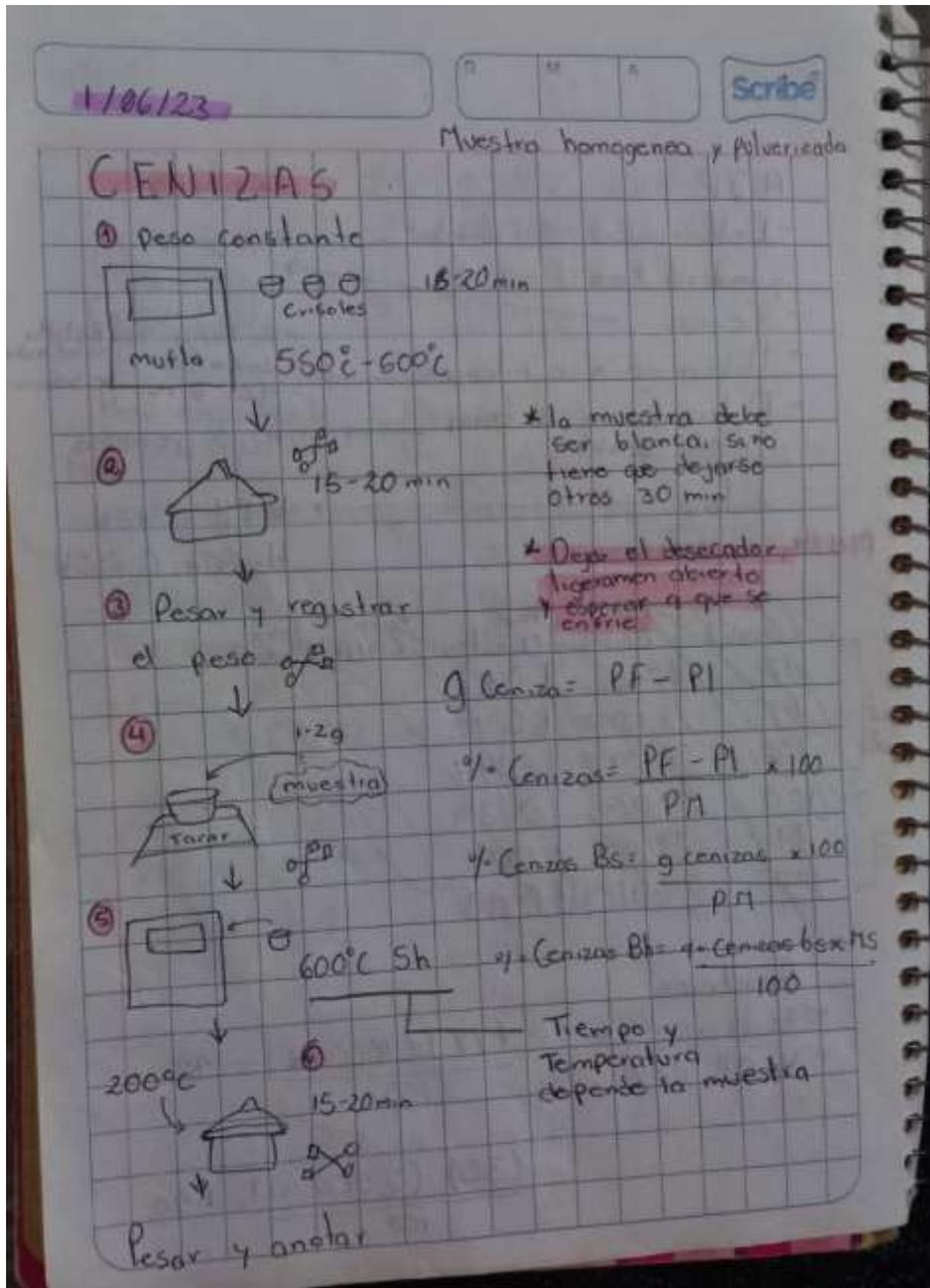
Ya se mencionó que la temperatura ideal de deshidratación es entre 50-60°C, pero si se sobrepasa a 70°C se debe de tener cuidado porque ya no se estaría deshidratando el alimento, se estaría cocinando y ocurrirían otras reacciones en el que no son propias de los deshidratados, incluso hasta se puede quemar tomando un color dorado o hasta negro. En los días más calurosos se debe tener demasiado cuidado con la temperatura.

El utilizar hierbas, especias o plantas en los alimentos a deshidratar, hace que el proceso sea más rápido y que no se acerquen insectos y animales.

Anexo 8. Diagrama de la técnica "Materia seca y humedad"



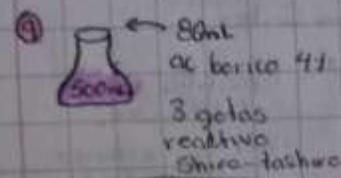
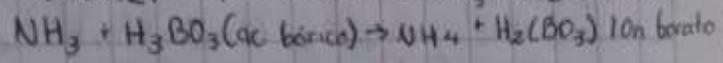
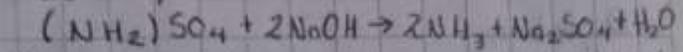
Anexo 9. Diagrama de la técnica "Cenizas"



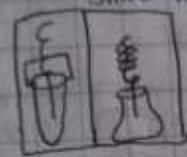
Anexo 10. Diagrama de la técnica "Determinación de nitrógeno total"



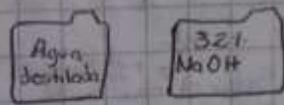
### Destilación y Neutralización



10 abrir chiller para enfriamiento de destilado



11 revisar conectores

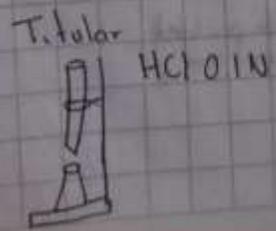
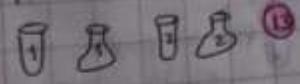


Hacer el primer lavado del destilador con pura agua destilada

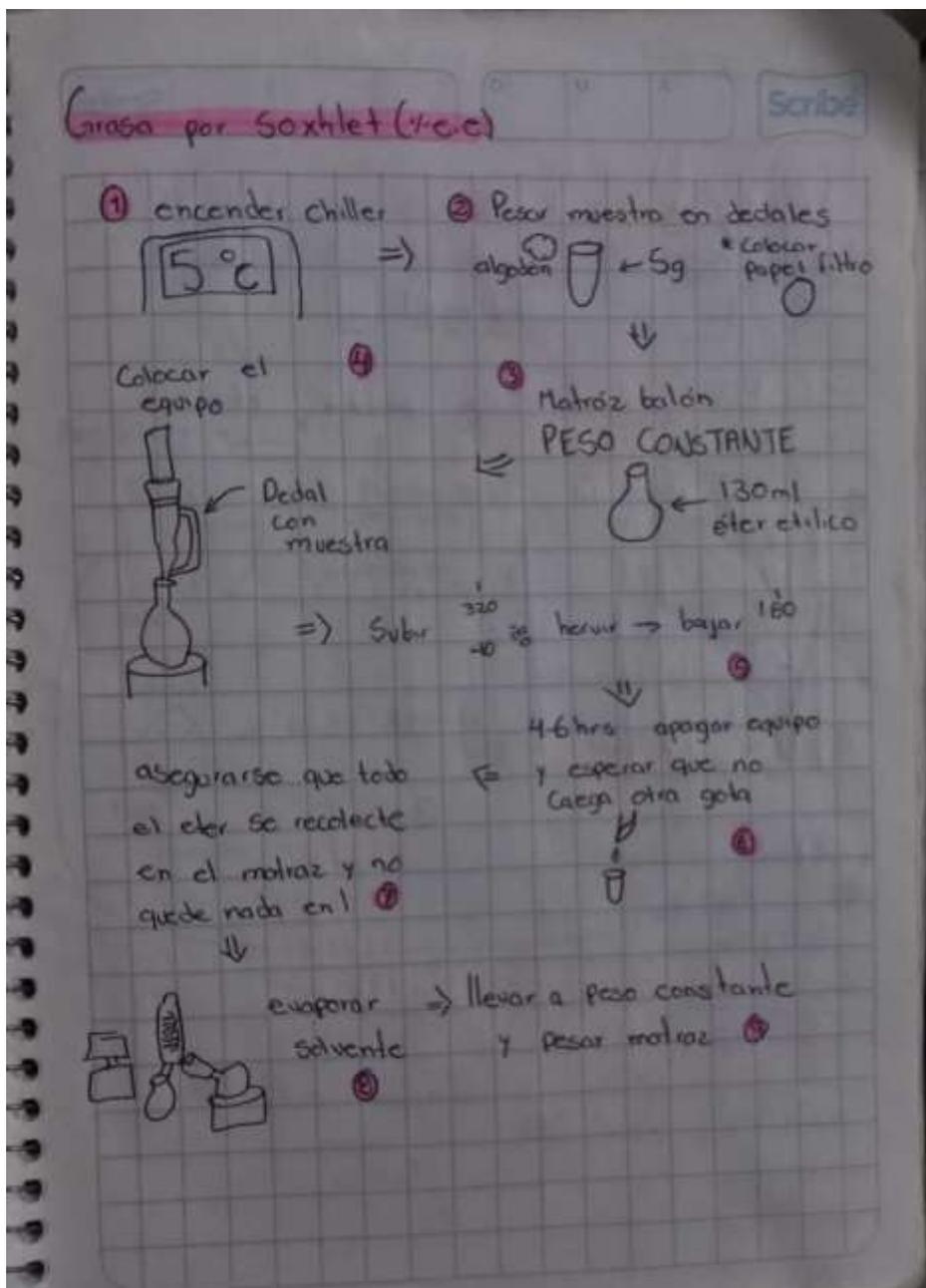
14 Presionar 0.5 bar + Reagent 4 segundos

Poner las tubos y matraces con muestra y número correspondiente

15 Lavar con agua destilada al finalizar



# Anexo 11. Diagrama de la técnica "Extracto etéreo"



Anexo 12. Diagrama de la técnica "Fibra cruda"

