



Cooperativa:
"Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales"

OBTENCIÓN DE HARINAS DE PESCADO



SEGUNDO INFORME

PLANTA COMUNITARIA PARA EL SECADO DE PRODUCTOS PESQUEROS OPERADA CON ENERGÍA TERMOSOLAR PARA SU INTEGRACIÓN EN COMUNIDADES RURALES”, CON NÚMERO DE APROBACIÓN CONAHCYT 319524.

Contenido

Presentación	1
Introducción	2
1 Especies Marinas Nativas Aptas para el Aprovechamiento mediante Deshidratación.	3
2 Secado solar.	4
2.1 Factores medioambientales que influyen en el secado solar.	5
Temperatura	5
Velocidad del Aire	5
2.2 Factores Físicos que Influyen en el Secado Solar.	5
Tamaño del producto	5
Grosor del producto	5
3 Instrumentación	6
3.16	
Humedad	6
Actividad de agua (aw).	6
Molino pulverizador	7
Prensa manual de alimentos	8
4 Metodología	10
5	13
Conclusión.	15
Bibliografía	16

PRESENTACIÓN.

Es bien conocido que la mayor parte de la pesca a nivel mundial se utiliza para el consumo humano directo. Sin embargo, durante el procesamiento de estos productos, se generan grandes cantidades de desechos, los cuales se pretende aprovechar mediante el proceso de secado solar.

Por lo tanto, el secado solar del pescado se presenta como una excelente oportunidad para su conservación, además de minimizar las pérdidas, permitiendo que los pescadores de la región aprovechen al máximo sus recursos.

Este informe abarca las diferentes actividades relacionadas con la implementación y el secado solar de residuos y filetes de pescado en dos variedades: Chac-chí y Armado, con el propósito de explorar la producción de subproductos a partir de pescado seco. Para lograr esto, es necesario llevar a cabo varios experimentos, ajustando las condiciones de operación del secador para determinar y validar las condiciones óptimas de funcionamiento.

En este informe se describen los secadores solares que fueron diseñados, simulados, contruidos e instalados en la plataforma solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche. Esto nos permitirá evaluar la viabilidad práctica del sistema de secado solar tipo invernadero.

INTRODUCCIÓN

El secado es un proceso complejo que implica la transferencia de calor y materia, donde el calor se mueve hacia el interior del material y el agua se transporta hacia el exterior. Aunque existen diversos mecanismos de secado, los que predominan en una partícula específica dependen de su estructura y de las condiciones de secado, tales como temperatura, velocidad del aire, humedad relativa, contenido de humedad, dimensiones, superficie expuesta y contenido de humedad en equilibrio.

El secado solar a cielo abierto es una de las técnicas de conservación más antiguas y ampliamente utilizadas por la humanidad, que consiste en exponer los productos a la radiación solar para preservarlos, aunque presenta varias desventajas. Los secadores solares representan una alternativa viable en lugares con alta radiación solar. Esta tecnología permite superar desafíos significativos como el aumento de los costos de los combustibles fósiles y la amenaza de la contaminación ambiental. Los secadores solares aprovechan la energía del sol para eliminar el exceso de humedad de los productos, ofreciendo numerosas ventajas, como una mayor calidad de los productos secos, un proceso más rápido, menores pérdidas, mayor control del proceso y menores requisitos de espacio, en comparación con el secado a cielo abierto.

Reducir el contenido de humedad en los alimentos es clave para prevenir el crecimiento de microorganismos y minimizar otras reacciones de deterioro. Además, al reducir su volumen y peso, se disminuyen los costos de empaque y transporte, y los productos pueden almacenarse a temperatura ambiente durante largos períodos. Estos beneficios son resultado del proceso de secado, que se basa en los conceptos de contenido de humedad y contenido de humedad en equilibrio.

1 ESPECIES MARINAS NATIVAS APTAS PARA EL APROVECHAMIENTO MEDIANTE DESHIDRATACIÓN.

Con base en esta selección, se llevaron a cabo pruebas para evaluar el potencial de aprovechamiento de estas especies, que son capturadas por los pescadores, pero comercializadas a un bajo costo. Esto se debe a que, por lo general, son adquiridas por personas de escasos recursos. En comparación con los filetes de especies más comerciales, estos peces suelen ser más pequeños y presentan tonalidades más oscuras, lo que no resulta atractivo para muchos comensales. No obstante, su valor nutricional es tan beneficioso como el de los pescados de mayor consumo.

Aquí se presentan las tres especies marinas más comunes nativas del estado de Campeche.



Ilustración 1.1. *haemulon plumierii* "Chac-Chi", Ronco Arara



Ilustración 1.2. *Ariopsis felis* "Boox", Bagre boca chica



Ilustración 1.3. Orthopristis chrysoptera "Armado", Pigfish

La ventaja de trabajar con estas especies, además de que pueden alcanzar hasta 30 cm de longitud, radica en que, al ser fileteados, un gran porcentaje de su carne suele desperdiciarse. Teniendo esto en cuenta, se propuso aprovechar lo que no se vende o se desecha, junto con peces de bajo costo, para secarlos y transformarlos en harina de pescado. Esta harina serviría como base para la elaboración de subproductos, como alimento para tilapia o aves de corral.

2 SECADO SOLAR.

El secado solar a cielo abierto ha sido utilizado desde tiempos ancestrales para deshidratar una amplia variedad de productos. La principal ventaja de los secadores solares radica en la fuente de energía empleada, que es limpia, renovable y accesible a nivel local. Sin embargo, presentan un desafío importante: la naturaleza intermitente de la radiación solar y la variación en la intensidad de la radiación según la hora del día.

Esto hace necesario un diseño y un control estratégico para asegurar un secado efectivo.

2.1 Factores medioambientales que influyen en el secado solar.

El secado solar implica la eliminación casi total del agua en los alimentos mediante la energía térmica del sol, resultando en un producto prácticamente seco con un contenido de humedad muy bajo.

Para lograr este resultado, es fundamental considerar ciertos factores medioambientales:

Temperatura

La temperatura proporciona la energía térmica esencial para que las moléculas de agua se evaporen. La rapidez con la que esto ocurre depende de la cantidad de energía suministrada y de la capacidad del aire para transportar la humedad liberada. El proceso de secado se ajusta según la temperatura, que varía dependiendo del tipo de producto y su nivel inicial de humedad.

Velocidad del Aire

El aire es el medio que transporta la humedad liberada del producto. A mayor velocidad del aire, mayor es la tasa de secado debido al aumento en la remoción de humedad. Sin embargo, un exceso en la velocidad del aire puede prolongar el tiempo de secado o incluso detener el proceso en casos extremos.

2.2 Factores Físicos que Influyen en el Secado Solar.

Tamaño del producto

El tamaño es un factor crucial a considerar en el proceso de secado. A mayor tamaño de la pieza, mayor será la cantidad de agua contenida en ella. Si el producto es rico en agua, el tiempo necesario para secarlo por completo será considerablemente mayor.

Grosor del producto

El grosor del producto es tan importante como su tamaño. Cuanto más gruesa sea la pieza, mayor será su contenido de humedad, lo que incrementará el tiempo requerido para secarla de manera adecuada.

3 INSTRUMENTACIÓN

3.1 Equipo de Laboratorio.

En esta sección se describen los equipos utilizados, junto con sus especificaciones técnicas, y se detallan los pasos seguidos en el proceso de secado de pescado.

Humedad

Para la determinación de la humedad se utilizó un analizador de humedad, marca Boeco modelo BMA 150, con una precisión de $\pm 0.01\%$ mg.



Ilustración 3.1. Medidor de humedad

Actividad de agua (aw).

La actividad del agua (aw) se define formalmente como la presión parcial de vapor de agua en equilibrio con el alimento dividido por la presión parcial de vapor de agua en condiciones estándar, (presión de vapor parcial del agua pura a la misma temperatura). Se utilizó un equipo marca Rotronic Hygropalm de tipo portátil, con una precisión de $\pm 0.01\%$ mg.



Ilustración 3.2. Actividad de agua

Máquina de tamiz automática de acero inoxidable

La máquina de tamiz automática es un equipo que consta de una serie de tamices o rejillas con un tamaño de poro específico, el cual permite por medio de una agitación constante y automática la separación de la materia prima de acuerdo a su tamaño. El producto final es obtener una materia prima con tamaño de partícula altamente homogénea.



Ilustración 3.3. Máquina de tamiz

Molino pulverizador

El molino pulverizador, es un equipo que permite obtener materia prima (ingredientes) y mezclas, en forma de polvo o partículas finas (harinas).



Ilustración 3.4. Molino pulverizador

Prensa manual de alimentos

La prensa manual es un equipo que permite eliminar el exceso de humedad en las materias primas previo a su secado por medio de un proceso de prensado manual. Esto reduce el tiempo de secado de la materia prima.



Ilustración 3.5. Prensa manual

Molino triturador de huesos

El molino triturador de huesos es una máquina robusta, fabricada en acero inoxidable, diseñada para reducir huesos y materiales orgánicos a tamaños específicos. Equipado con un motor de alta potencia y cuchillas de acero templado, este equipo garantiza un triturado preciso y eficiente ideal para la producción de harinas animales y otros subproductos derivados



Ilustración 3.6. Molino triturador

Báscula de piso

La báscula de piso es una plataforma resistente diseñada para pesar cargas de diversos sectores y aplicaciones. Su construcción robusta asegura la durabilidad, mientras que su precisión cumple con los requisitos específicos de cada aplicación.



Ilustración 3.7. Báscula de piso

Olla vaporera

Utensilio de cocina diseñado para cocinar alimentos en un recipiente cerrado, que mantiene una presión interna predeterminada. Este sistema limita el escape de aire y líquidos, permitiendo una cocción rápida y eficiente mediante vapor.



Ilustración 3.8. Olla vaporera

4 METODOLOGÍA

Se recibieron diversos tipos de pescado en neveras con hielo para mantener la frescura del producto (figura 4.1). Se realizó el pesaje y registro de la cantidad de pescado recibido diariamente. Tras completar este proceso, el pescado se lavó y enjuagó, y luego se sometió a una revisión para eliminar cualquier material extraño (figura 4.2).



Ilustración 4.1. selección de pescado



Ilustración 4.2. Lavado de pescado

Una vez finalizado el lavado, el pescado se coloca en una olla para cocción, con el objetivo de ablandar los huesos. Posteriormente, se utiliza una prensa manual para extraer el agua contenida en el pescado, obteniendo así un subproducto que servirá como base para la producción de biofertilizante y así obtener el residuo de pescado listo para el secado solar (figura 4.3).



Ilustración 4.3. Prensado de pescado

Se pesó y registró el peso del pescado prensado, que luego se trasladó al secador solar. En el secador, el residuo de pescado prensado se extendió sobre las mesas para permitir la eliminación de la mínima cantidad de agua aún contenida. Este proceso de secado duró aproximadamente 7 horas (figura 4.4).



Ilustración 4.4. Residuo de pescado prensado

Una vez que el residuo de pescado ha sido secado (Figura 4.5), se procede a triturarlo en el molino triturador de huesos. Este proceso transforma los restos de huesos, espinas y pulpa en harina de pescado, utilizando equipos de seguridad como guantes, lentes, cubre bocas y batas. Dado que no todo el pescado se puede triturar de una sola vez, es necesario repetir el proceso varias veces para maximizar la cantidad de producto obtenido (Figura 4.6).



Ilustración 4.5. Residuo de pescado seco



Ilustración 4.6. Triturado de residuo de pescado

Una vez finalizado el proceso de triturado del pescado seco, se tamiza para obtener una harina de pescado fina, separando las partículas de mayor tamaño que se reintroducen en el molino triturador. Este procedimiento se repite hasta que todo el pescado se convierte en harina. Al concluir, la harina se almacena en bolsas al vacío o en contenedores con tapa hermética para evitar la humedad ambiental. La harina de pescado obtenida está entonces

lista para su uso en la producción de pellets para alimento de tilapia o para aves de corral, siempre respetando las formulaciones específicas para cada tipo de alimento.

5 RESULTADOS.

Durante el proceso de obtención de harina de pescado, se observó que el prensado del pescado mejora la eficiencia del secado. Es importante destacar que el proceso de prensado es más eficaz cuando el pescado está caliente o tibio, ya que en estas condiciones el líquido se extrae con mayor facilidad.

En un período de 4 días, se procesaron un total de 344.8 kg de pescado crudo. Tras la cocción y el prensado, se obtuvieron 172.05 kg de pescado prensado, lo que representa una pérdida del 49.90% de su peso inicial, debido a la eliminación de agua, que se utilizará como base para el biofertilizante. Después del secado, el peso se redujo aún más, resultando en 74.50 kg de harina de pescado, lista para la producción de pellets para alimento de tilapia o aves de corral.

Tabla 5.1. Registro de peso en kg de residuo de pescado

4 de junio de 2024							
Total prensado							
19.25							
Pesos del pescado hervido							
	Peso mas cubeta(KG)	Peso de la cubeta o nevera (Kg)	Peso real sin cubeta o nevera(KG)	Peso + olla (KG)	Peso de las ollas (KG)	Peso sin olla (KG)	Peso prensado (KG)
Pescado 1	12.6	1.2	11.4	15.05	4	11.05	4.7
Pescado 2	9.9	1.2	8.7	13	4.35	8.65	5.75
Pescado 3	15.85	3.05	12.8	16.4	4	12.4	5.95
Pescado 4	12.6	1.2	11.4	18.45	4.35	14.1	6.8
Pescado 5	21.25	1.9	19.35	23.95	4	19.95	9.75
Total	72.2	/	63.65	86.85	/	66.15	32.95
6 de junio de 2024							
Pesos del pescado hervido							
	Peso mas cubeta(KG)	Peso de la cubeta o nevera (Kg)	Peso real sin cubeta o nevera(KG)	Peso + olla (KG)	Peso de las ollas (KG)	Peso sin olla (KG)	Peso prensado (KG)
Pescado 1	20.45	2.4	18.05	21.75	4	17.75	8
Pescado 2	18.95	2.4	16.55	20.35	4.35	16	7.7
Pescado 3	27.65	6.25	21.4	25.05	4	21.05	10.45
Pescado 4	14.65	3.15	11.5	11.5	4.35	-4.35	5.45
Total	81.7	/	67.5	67.15	/	50.45	31.6
7 de junio de 2024							
Pesos del pescado hervido							
	Peso mas cubeta(KG)	Peso de la cubeta o nevera (Kg)	Peso real sin cubeta o nevera(KG)	Peso + olla (KG)	Peso de las ollas (KG)	Peso sin olla (KG)	Peso prensado (KG)
Pescado 1	29.7	2.4	27.3	31.25	4	27.25	14.7
Pescado 2	46.8	6.25	40.55	46.15	6.1	40.05	21.45
Pescado 3	28.1	7.55	20.55	27.7	4.35	23.35	9.9
Pescado 4	20.5	4.35	16.15	15.4	2.1	13.3	8.9
Pescado 5	29.05	2.4	26.65	27.55	5.55	22	14.3
Pescado 6	30.45	2.4	28.05	28	4	24	11.8
Pescado 7	15.6	1.2	14.4	17.7	4	13.7	7.2
Total	200.2	/	173.65	193.75	/	163.65	88.25



Ilustración 5.1. Residuo de pescado después de secado



Ilustración 5.2. Harina de pescado

CONCLUSIÓN.

En conclusión, la optimización del prensado mejora el proceso de secado y reduce el tiempo necesario para el secado del pescado crudo procesado, se obtuvo una cantidad significativa de harina de pescado, tras perder aproximadamente el 50% de su peso inicial debido a la eliminación de agua. Esto nos proporciona una visión clara del rendimiento y la eficiencia de este proceso de la seguridad y los procedimientos detallados son cruciales para obtener la calidad en el manejo del pescado en la producción de harinas.

BIBLIOGRAFÍA

- Doymaz, I., & Pala, M. (Noviembre de 2003). Las características de secado en capa fina del maíz. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877403000256?via%3Di%3Dhub>
- Hernández, A. (18 de Agosto de 2020). ¿COMO LIMPIAR Y FILETEAR PESCADO? Obtenido de <https://buenazo.pe/tecnicas-y-tips/2020/08/18/comolimpiiar-filetear-pescado-83>
- Jayaraman, K., & Das Gupta, D. (1995). Drying of fruits and vegetables. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079840652010000400013
- Millán, J. A. (5 de Julio de 2015). Dpto. Máquinas y Motores Térmicos. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/nmwmigaj/SECADERO.htm>
- Pangavhane, D., Sawhney, R., & Sarsavadia, P. (2002). Diseño, desarrollo y pruebas den rendimiento de un nuevo secador solar de convección natural. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544202000051?via%3Di%3Dhub>