



UACAM
Universidad Autónoma de Campeche



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Centro de Investigación en
Materiales Avanzados, S.C.



**UNIVERSIDAD DE
GUADALAJARA**

Secador de pescado alimentado con biomasa

Informe Técnico

**GRUPO DE TRABAJO DEL PROYECTO: “Planta comunitaria para el
secado de productos pesqueros operada con energía termosolar
para su integración en comunidades rurales”, número de aprobación
CONAHCYT 319524**



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	SECADO DE ALIMENTOS.....	5
3	INTERCAMBIADOR DE CALOR EN EL SECADO	7
4	LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE EN EL SECADO	10
5	SECADOR DE BIOMASA	12
6	CONCLUSIONES.....	17
7	BIBLIOGRAFÍA.....	18
8	IMÁGENES.....	19

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 .Partes de una secadora de flujo continuo	6
Figura 2 Equilibrio Térmico.....	8
Figura 3 Intercambiador de calor básico.	9
Figura 4 Ciclo de biomasa	11
Figura 5 Módulo de Biomasa	14
Figura 6 Módulo de Biomasa con túnel de secado.....	15
Figura 7 Vista interior del módulo de Biomasa.....	17
Figura 8 Serpentín de acero inoxidable de 2”	17

1 INTRODUCCIÓN

El secado es un proceso que se aplica a gran cantidad de productos con técnicas agroindustriales para el aprovechamiento y la conservación de los alimentos. Con el tiempo estas prácticas se han venido combinando con ayuda de nuevas máquinas y las energías renovables, para que el secado sea continuo y garantizar que el producto sea de mejor calidad. Ya que las secadoras industriales son caras y no están al alcance de la mayor parte del sector agrícola en donde se encuentran pequeños agricultores, el empleo de las energías renovables y las investigaciones realizadas hasta el momento podrían ayudar a este tipo de población para que puedan realizar un secado de forma amigable con el medio ambiente, fácil, obtención, creación y operación.

Con el objetivo de complementar el funcionamiento del secador solar de túnel utilizado para el proyecto de secado de pescado en este proyecto, se ha elaborado el siguiente informe sobre la construcción, instalación y puesta en marcha del módulo de calentamiento de aire por combustión directa de biomasa seca o gaseosa, con el enfoque que al ser una fuente alterna de producción de aire caliente para el secado, ampliaría a tres formas de secado de aire seco: por tubos evacuados, fotovoltaico y ahora por calentamiento directo con biomasa; herramientas necesaria para apoyar las actividades de investigación e incrementar la transferencia de tecnología para las comunidades pesqueras de dicha región.

Es importante mencionar que, al ser un intercambiador de calor de aire por combustión directa, las temperaturas de aire alcanzadas superan si ningún problema en mas de 30° centígrados la del calentamiento por colectores solares, superando los 100° C sin ninguna dificultad en un tiempo menor a los módulos de calentamiento previamente instalados

Otra contribución interesante es la descripción de la tecnología del secado por combustión de biomasa (seca o gaseosa), su alcance, requerimientos, afectaciones, necesidades que cubre y el potencial de su implementación, entre otros factores; es decir, todas las variables de importancia para llevar al completo éxito su aplicación como modulo auxiliar en el secador de túnel.

Este informe también cubre aspectos relacionados con el aprovechamiento de la biomasa como un recurso importante, asequible, barato y abundante, en beneficio del mejoramiento del equipo para el objetivo final que es el aprovechamiento del mismo por parte de las comunidades pesqueras.

Con este documento se pretende contribuir a la implementación sustentable de las tecnologías de secado por combustión directa para un intercambiador de calor de aire, abordándose los temas prioritarios en cada una de sus etapas para que se logren obtener el calor uniforme para calentar el aire y de esa forma seguir el proceso de obtención de productos secos de gran calidad.

2 SECADO DE ALIMENTOS

El proceso de secado es altamente demandante en energía dado que el calor necesario para evaporar el agua es el más alto existente, esto cuando el agua está en estado libre en el producto, sin embargo, existe una cierta cantidad de agua que está ligada a sí misma y a la estructura del alimento, teniendo diferentes interacciones, con energías de unión tanto químicas como físicas muy considerables. Esto se observa en el transcurso del proceso de secado en donde la eliminación del agua libre se hace de manera constante y relativamente simple (periodo de velocidad constante), posteriormente esta velocidad empieza a disminuir debido a que se requiere más energía para eliminar el resto del agua, siendo característico del proceso de velocidad decreciente, en donde la eliminación de agua es por medio de la capilaridad y la difusión.

Los procesos para eliminación de la humedad se pueden realizar utilizando los diferentes mecanismos de transferencia de calor, es decir; por conducción, cuando el alimento está en general en contacto con un elemento sólido caliente, por convección cuando está en contacto con flujos líquidos o gaseosos y por radiación, cuando se expone por ejemplo a la radiación solar o la emitida por hornos eléctricos o de microondas.

El método más utilizado es el convectivo, en donde se utiliza el aire tanto como medio de calentamiento como para el arrastre de la humedad, en este caso, la eficiencia de remoción de humedad depende de la temperatura y de la humedad relativa del aire.

En la mayor parte de los secadores industriales se utiliza el quemado de combustible (gaseoso, líquido o como en este caso biomasa) para calentar el aire, el cual se introduce a una cámara de secado, para la deshidratación de producto. Estos secadores en su mayoría están diseñados para un producto en particular y solo se usan en las temporadas de cosecha, quedando sin utilización el resto del año, aumentando la tasa de recuperación del capital. Algunos son acondicionados para tratar otros productos, pero es necesario establecer las nuevas condiciones de operación para un nuevo caso particular.

Para el secado se requieren consumos energéticos térmicos importantes, considerando un valor promedio de 2500 kJ/kg de agua evaporada, sin embargo, hay que tomar en cuenta; las pérdidas térmicas y el material a deshidratar, alcanzando valores totales de casi 4500 kJ/kg de agua evaporada. Además, hay que considerar la energía necesaria para hacer circular el

aire al interior de la cámara, en donde se utilizan diferentes tipos de ventiladores para este propósito.

En caso en donde se tiene aire con alta humedad, se requiere circular más flujo, aumentando con esto, los consumos de energía eléctrica. Lo anterior dificulta su implantación en zonas rurales en donde el flujo eléctrico es escaso o está poco disponible.

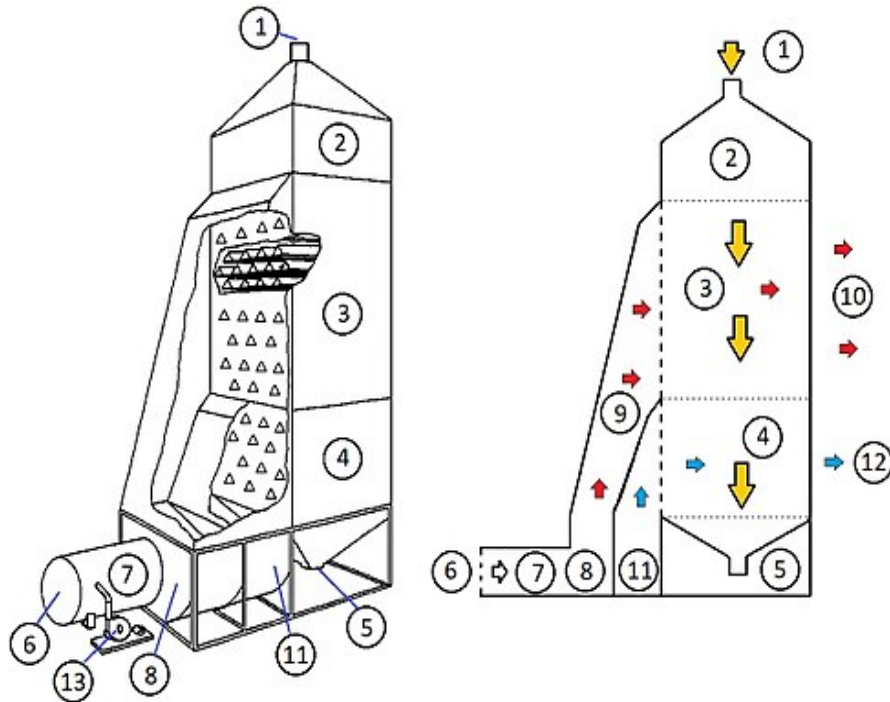


Figura 1 .Partes de una secadora de flujo continuo

Secadora de flujo continuo, de caballetes

Flecha blanca: aire ambiente.

Flecha amarilla: granos.

Flecha roja: aire caliente.

Flecha azul: aire frío.

1. Entrada de granos húmedos.
2. Depósito de granos.
3. Cámara de secado.
4. Cámara de enfriado. 5

5. Salida de granos secos.
6. Entrada de aire.
7. Cámara de combustión con quemador.
8. Ventilador de aire caliente.
9. Conducto de aire caliente.
10. Salida de aire caliente y húmedo (no representada).
11. Ventilador de aire frío y conducto de aire frío.
12. Salida de aire frío (no representada).
13. Ventilador para aire de la combustión

3 INTERCAMBIADOR DE CALOR EN EL SECADO

Como se pudo entender en el tema anterior, dentro de los métodos físicos de conservación de alimentos se encuentra uno de los más antiguos utilizados por el hombre, la deshidratación, el cual tiene el objeto de evitar su deterioro durante un tiempo largo de almacenamiento. La exposición directa al efecto combinado del sol y el viento, permitía a las primeras civilizaciones y hasta nuestros días conservar los alimentos. Este método natural se sigue utilizando sobre todo en regiones en donde la climatología lo permite, dificultándose el proceso en regiones con alta humedad ambiental. Cabe mencionar que una gran cantidad de productos son cosechados en períodos de alta precipitación pluvial.

En la actualidad, la deshidratación de alimentos es uno de los métodos de conservación más usados en la fabricación de productos, ya sean intermedios o finales, teniendo este proceso una gran importancia económica dentro del procesamiento de alimentos en casi la mayoría de los países del mundo. Una gran cantidad de productos agrícolas requieren de un secado pos-cosecha para asegurar la estabilidad de los productos durante el transporte y almacenamiento con destino final a centros de acopio alejados, por lo general de los centros de producción.

Considerando desde luego que el módulo de biomasa es en su totalidad es un intercambiador de calor de fluidos, es necesario conocer más a fondo el concepto.

Los intercambiadores de calor son uno de los equipos de mayor uso en la industria y agroindustria. Son básicos en las instalaciones de refrigeración, calefacción, aire acondicionado y de regulación de la temperatura (como en este proyecto), puesto que están presentes en todas las instalaciones más comunes y polivalentes. Es por esto por lo que, pese a que su funcionamiento es muy sencillo (se basa en la termodinámica y en el intercambio

de calor entre dos fluidos), están presentes en una gran variedad de industrias, lo que ha provocado que exista un amplio abanico de intercambiadores con diferentes características. Por consiguiente, se explicará que es un intercambiador de calor, el funcionamiento del intercambiador de calor y sus principales usos. Además, se mencionarán los tipos de intercambiadores de calor más conocidos.

A grandes rasgos, un intercambiador de calor es un aparato pensado para que dos fluidos a temperatura distinta entren en contacto, directa o indirectamente, con el fin de que se produzca una transferencia de calor entre ambos. Estos dispositivos son clave en sistemas más complejos como equipos de aire acondicionado, de refrigeración, de procesamiento, secado, incluso, en máquinas muy presentes en nuestra vida cotidiana tales como ordenadores, frigoríficos y coches.

No obstante, ¿cómo es exactamente el funcionamiento del intercambiador de calor? Pues esto depende específicamente de los tipos de intercambiadores de calor de los que hablemos, pero, en el fondo, todo se reduce a un principio fundamental de la física: la termodinámica.

Funcionamiento del Intercambiador de Calor

El llamado principio cero de la termodinámica es el que explica el funcionamiento del intercambiador de calor. Según este, cuando dos objetos (en nuestro caso, fluidos) a distinta temperatura entran en contacto, se produce una transferencia de calor entre ambos hasta que se llega al equilibrio térmico, es decir, hasta que sus temperaturas se igualan. Esto es perfectamente consecuente con la ley de la conservación de la energía, puesto que el flujo de calor también es una transferencia de energía y, por tanto, no es que el calor desaparezca, sino que fluye hacia el elemento con menor temperatura como se aprecia en la **figura 1**.

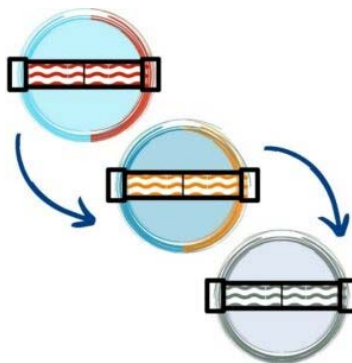


Figura 2 Equilibrio Térmico.

En concreto, los intercambiadores de calor (en su gran mayoría) fuerzan 3 transferencias de calor.

- ✓ Convectiva: el fluido caliente transmite su calor a la pared interna del tubo o de la placa.
- ✓ Conductiva: la que se produce a través de la propia placa o tubo.
- ✓ Convectiva: en este caso, el calor se transmite desde la parte externa del tubo o placa al fluido con menor temperatura.

De este modo, en estos aparatos el fluido a mayor temperatura va cediendo calor según va recorriendo el dispositivo. Esto implica que en cada momento el coeficiente de transferencia de calor por convección es diferente y, consecuentemente, también varía el coeficiente global de transmisión de calor **Figura 2**.

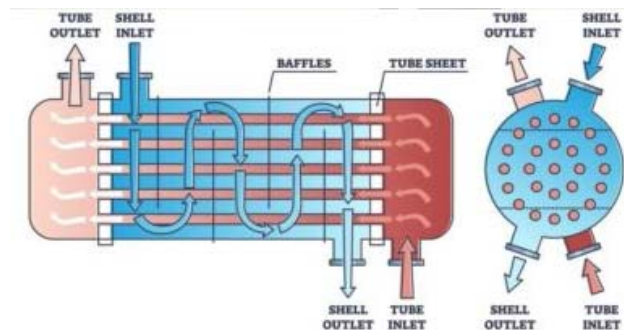


Figura 3 Intercambiador de calor básico.

Tipos de Intercambiadores de Calor

De contacto entre fluidos:

Intercambiadores de contacto directo. Los fluidos se mezclan, por lo que se pueden contaminar. El ejemplo prototípico de este tipo son las torres de refrigeración.

Intercambiadores de contacto indirecto. Los fluidos no se mezclan, puesto que están separados por la pared de un tubo o por otra superficie. En estos, los intercambios de calor se producen en 3 fases: convección, conducción y, de nuevo, convección (el caso de este proyecto).

Dirección de los fluidos:

Paralelo. El fluido caliente y el frío fluyen en la misma dirección y en el mismo sentido.

Contraflujo. Los fluidos se desplazan en la misma dirección, pero en sentidos contrarios, por lo que entran al intercambiador por extremos opuestos.

Cruzado. Los fluidos recorren el intercambiador de forma perpendicular con respecto al otro. No se tocan, puesto que uno pasa a través del tubo y el otro lo rodea.

Según cuantas veces se intercambia calor:

Paso simple. Solo se intercambia calor en una ocasión.

Múltiples pasos. Hay más de un punto de intercambio.

Intercambiadores de Calor en la Industria Alimentaria

Los intercambiadores de calor en la industria alimentaria son vitales para la obtención de productos agroalimentarios de calidad y, más concretamente, para los procedimientos que permiten garantizar la seguridad alimentaria, como la esterilización la pasteurización y la deshidratación (secado). En el caso de la deshidratación como la que se plantea en este proyecto, el objetivo principal es la eliminación de la mayor parte de la humedad del producto evitando la propagación de cualquier tipo de microorganismo. Para ello, se necesitan los siguientes elementos: un suministro continuo de aire caliente, que lo surte el sistema de ventilación forzada; un dispositivo (horno) de calentamiento cerrado, que está formado por intercambiadores tubulares de calentamiento directo (flama aire- aire); y un circuito de desfogue de calor excedente que son las chimeneas que también pueden clasificarse como intercambiadores al ambiente.

4 LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE EN EL SECADO

La biomasa es un recurso abundante en la mayoría de los procesos agroindustrial y es una fuente energética disponible y con alto potencial de uso, lo cual facilitaría al sector agrícola en gran parte, no solo a las grandes industrias sino también a los pequeños productores, campesino y pescadores (como en este caso), ya que su forma de operar hace que sea viable usarse en cada lugar donde se utilice en del país. Su manejo es relativamente sencillo, ancestral mejorando y economizando los procesos productivos del sector agrícola y agroindustrial.

La biomasa se puede definir como la porción biodegradable de productos de origen vegetal o animal (materia orgánica) que puede ser aprovechada energéticamente. Se puede clasificar en los residuos orgánicos de origen vegetal o animal obtenidos de procesos naturales o industriales. La biomasa abarca todo tipo de producción de energía renovable, más económica y amigable con el medio ambiente por sus diferentes usos de aplicación (Figura 3). En la composición de la biomasa se pueden encontrar grandes cantidades de oxígeno, carbono e hidrogeno, lo que indica que generan reacciones exotérmicas generadoras de energía. Por esta razón, la biomasa permite encontrar una gran cantidad de energía almacenada en el conjunto de componentes de origen orgánico.

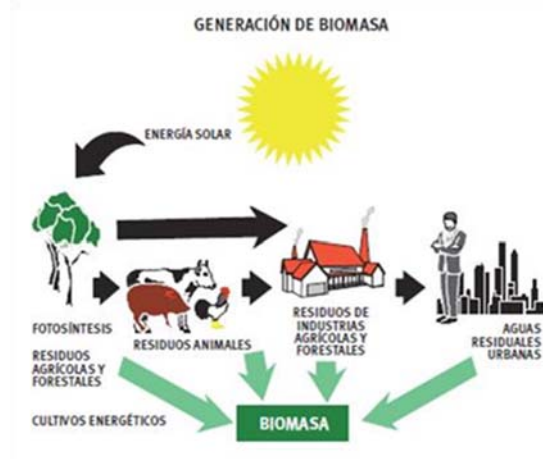


Figura 4 Ciclo de biomasa

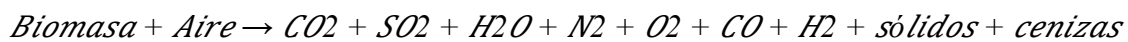
La valorización energética de la biomasa está constituida por la cantidad de energía que contiene y puede ser liberada cuando se somete a un proceso de conversión energética, la biomasa representa fuente de energía renovable. Ejemplo, el uso de la leña como fuente energética. “México cuenta con condiciones favorables (climáticas y geográficas) para el desarrollo de múltiples actividades agropecuarias. El país cuenta con una superficie continental de 1.972.550 Km², de los cuales el 58% se estima que se destina a la actividad agropecuaria”.

La combustión de la biomasa es un proceso en el cual se transforma la materia prima (los residuos de la biomasa) en energía térmica, siendo un proceso que se ha llevado a cabo desde hace muchos años. La investigación sobre las tecnologías de secado por medio de quema de biomasa está arrojando resultados convenientes para mejorar o extender el proceso cuando existen tecnologías duales.

La biomasa utilizada para quemarse en este proyecto consta principalmente de carbón vegetal, residuos der madera, pellets de madera y carbón, los pellest son elaborados

artesanalmente por alumnos de la facultad de Ingeniería de la Universidad autónoma de Campeche.

En el proceso de la combustión de la biomasa, la reacción se basa en una reacción exotérmica de una mezcla o una sustancia. Los productos de la reacción de Carbono e Hidrogeno con Oxígeno en la combustión directa y completa son Dióxido de Carbono e Hidrogeno (CO_2) y Agua (H_2O), la presencia de Monóxido de Carbono (CO) en los productos es producida a una reacción incompleta, teniendo una aparición de reacciones secundarias. Las cenizas inquemadas y los sólidos hacen parte de la Biomasa que no reacciona, el proceso anterior se describe así:



CO₂: Dióxido de Carbono

SO₂: Dióxido de Azufre

H₂O: Agua

N₂: Nitrógeno

O₂: Oxígeno

H₂: Hidrogeno

5 SECADOR DE BIOMASA

El módulo de secado de biomasa forma parte del secador de túnel instalado en la Facultad de ingeniería, este módulo fue pensado principalmente para usarse en días nublados o con poca radiación solar, cuando los colectores solares no proporcionen de calor necesario para poder calentar el aire que deshidrata los alimentos en proceso.

El módulo de secado por biomasa está diseñado para poder operar principalmente con biomasa sólida como lo es, la madera, el carbón vegetal, residuos agrícolas (ramas, pasto etc.), pellets, así como desperdicio domésticos como cartón y papel; de igual forma este módulo es capaz de funcionar con biogás (Metano) conectándolo a un depósito del mismo, la ventaja extra de utilizar estos consumibles es que al ser de biomasa y reciclados no cooperan a la acumulación de gases de efecto invernadero, al contrario ayudan a cerrar el ciclo verde y la recuperación de combustibles reciclados.

Poder calorífico de la biomasa

El poder calorífico se refleja como el contenido calórico por unidad de masa, es el parámetro que establece la energía disponible en la biomasa y se expresa como la cantidad de energía por unidad física. La temperatura, el contenido de agua (vapor o líquido) y productos de combustión influyen en la biomasa. La energía que esta combinada químicamente en el combustible está compuesta por el poder calorífico del combustible (biomasa) en energía, Joule [J], y por la cantidad de materia, kilogramo [kg]. Cada combustible es diferente, el poder calorífico varía por el volumen, el peso, la humedad y la densidad. De forma más concreta, el poder calorífico superior (PCS) es el que realmente se produce en la reacción de combustión, y el poder calorífico inferior (PCI) es el poder producido que es aprovechado sin utilizar la energía de la condensación del agua y otros procesos.

El poder calorífico inferior (PCI) de un combustible se determina a partir del poder calorífico superior (PCS), extrayendo el calor latente del agua formado por la siguiente ecuación:

$$PCI = PCS - 2,5 (9H + H2O)$$

En donde,

PCI, Poder calorífico inferior [MJ/Kg]

PCS, Poder calorífico superior [MJ/Kg]

2,5 calor de condensación del agua a 0°C [MJ/kg agua].

9 kilos de agua que se forman cuando se oxida un kilo de hidrogeno. H, hidrogeno en el combustible tanto por uno.

H2O, humedad del combustible, tanto por uno.

Algunos de los principales insumos que se pueden quemar en el secador cuentan con un poder calorífico adecuado para la operación (Tabla), alcanzando temperaturas de combustión de hasta 600°C.

Tabla 1 Poder calorífico de combustibles de la biomasa

BIOMASA	PODER CALORIFICO (MJ/kg)
Madera	15 - 20
Carbón vegetal	25 -32
Pellet de carbón	25.2
Pellet de madera	20.3
Pellet de aserrín	20.5

Aserrín	11
Paja de cereal	16-17
Cáscara de coco	18 - 19
Caña de azúcar (bagazo)	9
Desechos orgánicos sin secar	13

Materiales y construcción del Módulo de biomasa

Ya que este módulo de biomasa se acopla al secador de túnel ya existente, no fue necesario un diseño independiente, se utilizaron las medidas del secador de túnel para el nuevo módulo, quedando de la siguiente forma como se ve en la Figura 4. las medidas son similares y son las siguientes: 1 x 0.50 x 0.60 metros, largo ancho y alto respectivamente, del lado derecho tiene una admisión de aire de 0.30 x 0.30 metros, en donde va colocado el filtro de aire, cuenta del lado derecho con una chimenea de 4 in de diámetro para salida de los gases de escape de la combustión.



Figura 5 Módulo de Biomasa

El volumen interno del horno (Figura 5) de trabajo del módulo de acuerdo a sus medidas es de 0.3 m³, en el horno hay un serpentín de tubería de acero inoxidable grado alimentario cedula 20 de 2 pulgadas de diámetro y 2.8 m de largo, este serpentín es el que se calienta directamente con la biomasa y trasfiere el calor al aire que lleva dentro y que pasa a una velocidad de 2.31 m/s (dato medido) el volumen del serpentín es de 0.005672 m³ y se dentro

del horno se alcanzan una temperatura de combustión de hasta 404°C en promedio (variando según el combustible), la temperatura medida a la salida del extractor es de 95.1°C sin carga y de 75° C a plena carga cuando el flujo volumétrico es de 0.004680 m³/s a la entrada del módulo y un flujo masico de 0.00554112 kg/ con una densidad de aire a 25°C de 1.184 kg/m³. La transferencia de calor tiene una pérdida de más de una tercera parte entre los gases calientes en el horno y el serpentín inoxidable, aunque este dato lo podemos variar si regulamos la velocidad del aire de entrada al variar la velocidad del extractor, a menor velocidad hay una ganancia de temperatura de hasta el 10%, pero se sacrifica volumen de aire de entrada y esto afecta a la eficiencia media total.



Figura 6 Módulo de Biomasa con túnel de secado.

Módulo de biomasa (horno túnel)

Lado [L]: 0.60 x 0.50 m

$$\text{Área horno tunel} = L \times L$$

$$\text{Área horno tunel} = 0.60 \times 0.50 = 0.3 \text{ m}^2$$

Longitud [L]: 1.0 m

$$\text{Volumen horno tunel} = A * L = (0.3 \text{ m}^2 \times 1.0 \text{ m}) = 0.3 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen horno tunel} = \mathbf{0.3 \text{ m}^3}$$

Tubería serpentín inoxidable de 2"

Diámetro 2" = 0.0508 m

$$\text{Área del tubo} = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\text{Área del tubo} = \frac{\pi(0.0508)^2}{4} = 0.002026 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen del tubo} = A * L = (0.002026 \text{ m}^2 \times 2.8 \text{ m}) = 0.005672 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del tubo} = \mathbf{0.005672 \text{ m}^3}$$

Flujo volumétrico

$$\text{Flujo Volumétrico} = V = V^{\rightarrow} * A$$

$$\text{Flujo Volumétrico} = V = 2.31 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.002026 \text{ m}^2 = 0.004680 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{Flujo Volumétrico} = V = \mathbf{0.004680 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

Flujo másico

La densidad (δ) se toma a 25°C de temperatura a 1 atm.

$$\text{Flujo masico} = \dot{m} = \delta * V$$

$$\text{Flujo masico} = \dot{m} = 1,184 \text{ [kg/m}^3] * 0.004680 \text{ [m}^3/\text{s}] = 0.00554112 \text{ [kg/ s]}$$

$$\text{Flujo masico} = \dot{m} = \mathbf{0.00554112 \text{ [kg/ s]}}$$

Con los cálculos anteriores hallamos el volumen de aire del sistema, en donde el flujo volumétrico del aire es 0.004680 [m³/s]. Logrando tener una idea de la cantidad de aire que se debe calentar conociendo que en 1 hora se consumen 2,5 kg de biomasa que nos genera aproximadamente 45 [MJ/kg] en 15 minutos empezada la combustión para lograr una temperatura promedio de flujo de entre 70 °C y 80 °C que se observó experimentalmente, en la figura 6 y 7 se logra apreciar el interior del horno del módulo de biomasa y su serpentín inoxidable.



Figura 7 Vista interior del módulo de Biomasa



Figura 8 Serpentín de acero inoxidable de 2''

6 Conclusiones

En este trabajo se realizó la evaluación y acoplamiento de un módulo de biomasa al tren de calentamiento de aire de la Planta de Secado Solar. Se realizó un estudio de los diferentes tipos de biomasa para determinar su posible aprovechamiento en el módulo en mención.

La temperatura del aire dentro del módulo alcanza el rango de 70°C-80°C, suficiente y adecuado para el proceso de secado de productos de origen pesquero.

7 BIBLIOGRAFÍA

1. Aprovechamiento de la energía solar térmica en el sector agropecuario. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Firco. Junio del 2007.
2. Brochero M. Juan., Estupiñan H. Romario Sistema de Calentamiento con Biomasa Para Uso Alternativo en el Secador Solar de Tunel Hohenheim, Colombia 2019
3. Cengel. Yunus, A. Transferencia De Calor y Masa, Universidad de Nevada, Reno. Editorial Mc Graw Hill, 2015
4. Chaves, E. Secado solar de alimentos
5. El sector energético en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2008.
6. Energía solar disponible. Universidad Nacional Autónoma de México. Sección de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México. Diciembre del 2005.
7. Energía y tú, 2004. Revista científico popular trimestral de Cuba solar No. 26 (abril-junio).
8. Estudio de gran visión: Una estrategia para el impulso económico de Tabasco. Vol. 2. Gobierno del Estado de Tabasco, 1994. Pag. 54, 109 y 123.
9. Giraldo, G., Gómez, A. Tratamiento de Conservación del Banano por el Método Combinado de Impregnación a vacío y Secado con Aire Caliente
10. Martínez Lozano, Sergio. Evaluación de la Biomasa Como Recurso Energético Renovable en Cataluña (2.009)

8 IMÁGENES







