

Estudio de la distribución de esfuerzo mínimo y máximo de la bandeja de un deshidratador solar

Mtro. Luis Miguel García Félix

luis.garcia@centla.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7883-3681>

Ing. Sandra Elena Pedrero Hernández

sandra.pedrero@centla.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2095-7788>

Mtro. Daniel Alejandro Pérez Uc

daniel.perez@centla.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0781-8628>

Mtro. Marco Antonio Zárate

marco.zarate@centla.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3977-5394>

Instituto Tecnológico Superior de Centla
Tabasco – México

RESUMEN

En el Estado de Tabasco, es muy común que las frutas de temporada terminen pudriéndose en la huerta familiar, tal es el caso del: mango, plátano, papaya, etc. Con el propósito de aprovechar al máximo los beneficios de estos frutales, y ¿Por qué no?, pensar en comercializar los frutos deshidratados. El presente trabajo presenta el análisis estático de una bandeja de acero inoxidable 304, al ser sometido a cargas externas, a partir de este estudio, se obtuvo la deformación unitaria, desplazamiento y factor de seguridad. Para lograrlo, se realizaron cinco etapas, en la primera etapa; se calculó el dimensionamiento de la bandeja. En la segunda etapa; se determinó el plátano como primera fruta de temporada a ser deshidratada. En la tercera etapa, se calcula el área útil del producto y de tolerancia que se requiere en la bandeja. En la cuarta etapa, se obtuvo la masa del producto a secar por cada bandeja. En última etapa, se modeló y se sometió a cargas externas la bandeja mediante un simulador, demostrando que el mecanismo es confiable y el sistema permite que la temperatura y flujo de aire sea el necesario, permitiendo la aceleración del proceso de deshidratado.

Palabras clave: *deshidratador solar; bandeja; esfuerzos mínimos; esfuerzos máximos.*

Correspondencia: luis.garcia@centla.tecnm.mx

Artículo recibido 5 octubre 2022 Aceptado para publicación: 5 noviembre 2022

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: García Félix, L. M., Pedrero Hernández, S. E., Pérez Uc, D. A., & Zárate, M. A. (2022). Estudio de la distribución de esfuerzo mínimo y máximo de la bandeja de un deshidratador solar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 6025-6042. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3856

Study of the distribution of minimum and maximum effort of the tray of a solar dehydrator

ABSTRACT

In the State of Tabasco, it is very common that seasonal fruits end up rotting in the family garden, such is the case of: mango, banana, papaya, etc. In order to take full advantage of the benefits of these fruit trees, and why not? think about marketing dehydrated fruits. The present work presents the statistical analysis of a 304 stainless steel tray, since sometimes they are external loads, from this study, the unit deformation, displacement and safety factor are obtained. To achieve this, five stages were achieved, in the first stage; tray sizing was calculated. In the second stage; Banana was determined as the first seasonal fruit to be dehydrated. In the third stage, calculate the useful area of the product and the tolerance required in the tray. In the fourth stage, check the mass of the product to be dried by each tray. In the last stage, in the model and in some occasions at external loads, the tray through a simulator, demonstrating that the mechanism is reliable and the system allows the temperature and air flow of the sea to be necessary, accelerating the dehydration process.

Keywords: *solar dehydrator; tray; minimum efforts; maximum efforts.*

INTRODUCCIÓN

La conservación de los alimentos a través del proceso de secado, es una de las técnicas utilizadas desde la antigüedad, cada vez más se busca la manera de agilizar el proceso de deshidratado para la obtención de productos en poco tiempo y de mayor calidad, existen diversos frutos en el estado de Tabasco, que pueden ser aprovechados más allá de su temporada, entre ellos “El plátano”, un fruto tropical de la entidad que se le llama fruto de temporadas, porque la mayor parte de su contenido es agua. En búsqueda de su conservación, son sometidos a diferentes procesos, entre ellos, el secado (López Córdova, 2019) o deshidratados que elimina un porcentaje de agua conservando sus nutrientes.

Existen equipos diseñados para agilizar el proceso de deshidratado (Jaimes Ariza & Serrano Osma, 2020), aprovechando los productos en sus temporadas de mayor producción, para ello, se necesita el estudio de los componentes que conforman el sistema de deshidratado, en este trabajo se estudió específicamente a las bandejas que garantice el secado eficiente del plátano. Por lo tanto, la importancia de pruebas previas a la fabricación de estas.

El mayor número de software que existen permiten el simulado previo a la fabricación de las piezas ensambladas sometiéndolas a cargas externas, las cuales revelan las áreas de mínimos y máximos esfuerzos, desplazamiento unitario y factor de seguridad en el material evaluado, en el presente proyecto se realiza el estudio de esfuerzos mínimos y máximos de una bandeja para un deshidratador solar, el cual permite predecir el comportamiento del material a las cargas externas.

(SAGARPA, 2015) menciona que el plátano, es la que más se consume, se cultiva en 14 estados destacan: Chiapas (35%), Tabasco (31%), Colima (10%) y Veracruz (8%) que en conjunto generan 84% de la producción nacional.

La mayor producción de plátano se registra en los meses de mayo, agosto y septiembre con 29%, sin embargo, existe producción todo el año.

En el caso de la industrialización del plátano, existen diversas técnicas para su procesamiento en verde, con la finalidad de obtener productos como:

- Harina de plátano (mezclas para concentrado animal).
- Harinas para consumo humano
- Hojuelas de plátano: secas o fritas
- Tostones

De acuerdo con (ICIA, 2011) el plátano, además de ser consumido de forma fresca, también puede ser deshidratado, el proceso es muy sencillo; no obstante, para obtener un producto de calidad uniforme, es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Es necesario un control estricto del estado de madurez de la fruta.
- Para evitar el pardeamiento de la fruta es necesario inactivar las enzimas, responsables de este proceso de deterioro, mediante un tratamiento térmico o la inmersión en disoluciones antioxidantes.
- Las condiciones de secado han de ser muy cuidadosas y controladas debido al alto contenido en azúcares del plátano maduro: deshidratación con aire caliente: teniendo en cuenta el área de la fruta expuesta al calor y la temperatura del tratamiento, liofilización: esta técnica, al no utilizar altas temperaturas, proporciona ventajas adicionales como la mejor conservación del aroma, color y nutrientes y la mejora de la textura de la fruta que facilita la reabsorción rápida del agua en el producto deshidratado.

Objetivo

- Simular las deformaciones de una bandeja del deshidratador solar para la obtención de los esfuerzos mínimos y máximos en el material mediante la paquetería de un software de simulación.

METODOLOGÍA

1. Dimensionamiento de bandeja

(Carvi, 2020) expresa que uno de los materiales para la industria de alimentos es el acero inoxidable 304 y 316, por tal motivo se elige el acero inoxidable 304 para el modelado de la bandeja.

(Hoyos Leyva, Jaramillo Jiménez, & Giraldo Toro, 2012) da a conocer diferentes tipos de plátano, para este estudio se seleccionaron las características promedio de un plátano:

3.8 cm de diámetro, 150 gr de masa y 15 cm de longitud. En la Tabla 1, se muestra la simbología, la unidad y magnitud utilizada en este estudio.

Tabla 1. Datos para cálculo de dimensionamiento de la bandeja.

Datos	Simbología	Valores
Tolerancia entre pieza	T_P	0.2 centímetros
Número de espacios horizontal	$N. E_H$	28 espacios
Número de espacios vertical	$N. E_V$	15 espacios
Número de piezas horizontal	$N. P_H$	26 piezas
Número de piezas vertical	$N. P_V$	13 piezas
Diámetro promedio por rebanada	D_{PR}	3.8 centímetros

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos aproximados que se obtuvieron del plátano se realizaron los siguientes cálculos para el requerimiento de las dimensiones de las bandejas.

1.1 Tolerancia vertical (ecuación 1), es el espacio entre piezas posicionadas de forma vertical, el cual permitirá la circulación del aire.

$$T_V = (T_P)(N. E_V) \quad (1)$$

Donde;

T_V , Tolerancia vertical, m.

T_P , Tolerancia entre piezas, m.

$N. E_V$, Número de espacios vertical, pz

$$T_V = (0.2cm)(15) = 3cm$$

1.2 Longitud del producto vertical (ecuación 2), es la suma de los diámetros de las rebanadas posicionadas de forma vertical

$$L_{PV} = (N. P_V)(D_{PR}) \quad (2)$$

Donde;

L_{PV} , Longitud del producto vertical

D_{PR} , Diámetro promedio por rebanada

$N. P_V$, Número de piezas vertical, pz

$$L_{PV} = (13 pz)(3.8cm) = 49.4 cm$$

1.3 Longitud vertical de la bandeja (ecuación 3), es la suma de longitud del producto vertical más la tolerancia vertical.

$$L_{VB} = L_{PV} + T_V \quad (3)$$

Donde;

L_{VB} , Longitud vertical de la bandeja

L_{PV} , Longitud del producto vertical

T_V , Tolerancia vertical, m.

$$L_{VB} = 49.4cm + 3cm = 52.4cm$$

1.4 La tolerancia horizontal (ecuación 4), es el espacio entre piezas posicionadas de forma horizontal, el cual permitirá la circulación del aire.

$$T_H = (T_P)(N.E_H) \quad (4)$$

Donde;

T_H , Tolerancia horizontal, m.

T_P , Tolerancia entre piezas, m.

$N.E_H$, Número de espacios horizontal, pz

$$T_H = (0.2cm)(28) = 5.6cm$$

1.5 Longitud del producto horizontal (ecuación 5), es la suma de los diámetros de las rebanadas posicionadas de forma horizontal.

$$L_{PH} = (N.P_H)(D_{PR}) \quad (5)$$

Donde;

L_{PH} , Longitud del producto horizontal

D_{PR} , Diámetro promedio por rebanada

$N.P_H$, Número de piezas horizontal, pz

$$L_{PH} = (26 pz)(3.8cm) = 98.8 cm$$

1.6 Longitud horizontal de la bandeja (ecuación 6), es la suma de longitud del producto horizontal más la tolerancia horizontal.

$$L_{HB} = L_{PH} + T_H \quad (6)$$

Donde;

L_{HB} , Longitud horizontal de la bandeja

L_{PH} , Longitud del producto horizontal

T_H , Tolerancia horizontal, m.

$$L_{HB} = 98.8cm + 5.6cm = 104.4cm$$

2. Densidad del plátano

La densidad, relaciona la cantidad de masa por volumen. (Mataix, 1986) expresa matemática a la densidad de la siguiente manera (ecuación 7):

$$\rho = \frac{m}{v_p} \quad (7)$$

Donde;

ρ , densidad en kg/m^3

m , masa en kg

v_p , volumen en m^3

2.1 Volumen aproximado (ecuación 8) de un plátano. El plátano utilizado en este estudio es de 150 gr. Aproximadamente, con 38 mm de diámetro por 152.4 mm de alto.

$$v_p = \frac{\pi(d_p)^2}{4}(h) = \text{mm}^3 \quad (8)$$

Donde;

v_p , volumen del plátano

d_p , diámetro del plátano

h , altura del plátano

$$v = \frac{\pi(38\text{mm})^2}{4}(152.4 \text{ mm}) = 172,839.5 \text{ mm}^3$$

A continuación, se procede a sustituir los datos calculados en la ecuación 7. para hallar la densidad del plátano.

$$\rho = \frac{m}{v_p} = \frac{150\text{gramos}}{172,839.5 \text{ mm}^3} = 8.6785 \times 10^{-4} \frac{\text{gr}}{\text{mm}^3}$$

Expresar la densidad en kg/m^3

$$8.6785 \times 10^{-4} \frac{\text{gr}}{\text{mm}^3} \left| \frac{(1000\text{mm})^3}{(1\text{m})^3} \right| \left| \frac{1\text{kg}}{1000 \text{ gr}} \right| = 867.85 \text{ kg}/\text{m}^3$$

3. Área útil del producto y de tolerancia

3.1 Área útil del producto

Es necesario saber el área útil que ocupará el producto a secar. Se calcula la superficie que ocupa cada rebanada obteniendo área en mm^2 .

$$A_r = \frac{(\pi)(d^2)}{4} \quad (9)$$

Donde;

A_r , área de la rebanada

d , diámetro de la superficie de la rebanada = 38 mm

Sustituyendo los valores tenemos el área que ocupa el producto a secar:

$$A = \frac{(\pi)(d^2)}{4} = \frac{\pi(38mm)^2}{4} = 1,134.1149mm^2$$

Se realiza la siguiente conversión de mm^2 para obtener Área en cm^2 .

$$1,134.1149mm^2 \left| \frac{1cm^2}{(10mm)^2} \right| = 11.34 cm^2$$

Obtenido el área de la rebana de plátano, se prosigue a calcular el número de pieza total en la bandeja, tomando en cuenta la siguiente ecuación (ecuación 10):

$$N.P_T = (N.P_V)(N.P_H) \quad (10)$$

Donde;

$N.P_T$, número de pieza total en la bandeja

$N.P_V$, número de pieza vertical

$N.P_H$, número de pieza horizontal

De acuerdo a los datos establecidos en la tabla 2.1, se utilizan para sustituirlo en la ecuación 2.10.

$$N.P_T = (13)(26) = 338 \text{ pzas}$$

El total de piezas dentro de la bandeja será de 338 pzas.

El área útil del producto (ecuación 11):

$$A_{UP} = (N.P_T)(A_r) \quad (11)$$

Donde;

A_{UP} , área útil del producto

A_r , área por rebanada de plátano

$N.P_T$, número de pieza total en la bandeja

Sustituyendo en la ecuación 11;

$$A_{UP} = (N \cdot P_T)(A_r) = (338)(11.34 \text{ cm}^2) = 3,832.92 \text{ cm}^2$$

3.2 Área de tolerancia

Para calcular el área de tolerancia, se procede a calcular el área interna de la bandeja (ecuación 12) y posteriormente se resta el área útil de las rebanas al área interna de la bandeja.

Área interna de bandeja;

$$A_{IB} = L_{VB} \cdot L_{HB} \quad (12)$$

Donde;

L_{VB} , Longitud vertical de la bandeja

L_{HB} , Longitud horizontal de la bandeja

A_{IB} , Área interna de la bandeja

A_I , área interna

Sustituir los valores calculados en "El dimensionamiento de bandeja" en la ecuación 12.

$$A_{IB} = L_{VB} \cdot L_{HB} = (104.4)(52.4 \text{ cm}) = 5,470.56 \text{ cm}^2$$

Área de tolerancia (ecuación 13);

$$A_t = A_I - A_{UP} \quad (13)$$

Donde;

A_{TB} , área de tolerancia de la bandeja

A_I , área interna de la bandeja

A_{UP} , área útil del producto

4. Masa del producto por bandeja

De acuerdo al número de pieza por bandeja y los respectivos gramos por cada pieza, se procede a calcular la masa (ecuación 14) en kg a deshidratar por bandeja.

$$m_{tb} = (m_{pr})(N \cdot P_T) \quad (14)$$

Donde:

m_{tb} , masa total por bandeja

m_{pr} , masa promedio de la rebanada

$N \cdot P_T$, número de pieza total en la bandeja

Sustituir los datos obtenidos previamente en la ecuación 14;

$$m_{tb} = (m_{pr})(N.P_T) = (5gr)(338pz) = 1,690grs \left| \frac{1 kg}{1000 grs} \right| = 1.69 kg$$

Con la masa total por bandeja, se puede predecir la cantidad de un sistema de deshidratación solar, con tan solo, determinar la cantidad de bandejas a considerar en el diseño. Por ejemplo; si consideramos un deshidratador con 14 bandejas utilizaremos la siguiente ecuación (ecuación 15);

$$m_{TS} = (m_{tb})(N.B_{sist}) \quad (15)$$

Donde:

m_{TS} , masa total a secar

m_{tb} , masa total por bandeja

$N.B_{sist}$, número de bandejas del sistema

Sustituir los valores calculados en la ecuación 15.

$$m_{TS} = (m_{tb})(N.B_{sist}) = (1,690 grms)(14) = 23,660grs \left| \frac{1 kg}{1,000 grs} \right| = 23.66 kg$$

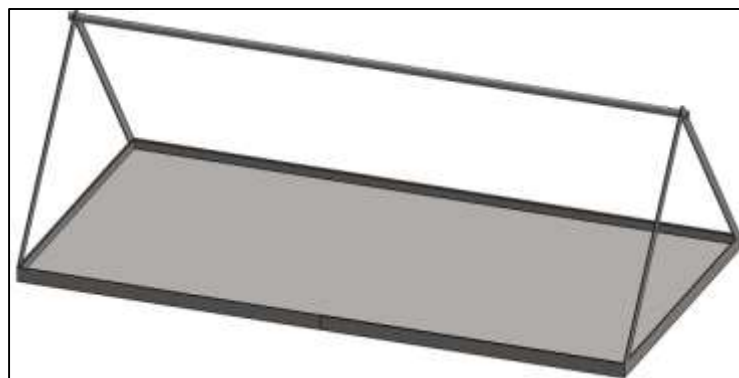
RESULTADOS

5. Bandeja modelada en SolidWorks

El dimensionamiento previo sirve de base para modelar la bandeja con sus respectivas medidas y de acuerdo a los calibres o espesores de los materiales a utilizar en la pieza.

El modelo en SolidWorks cuenta con las siguientes propiedades físicas para este estudio: masa (16,733.95 gramos), volumen (2, 091,743.58 mm³), área de superficie (1, 409,750.30 mm²), centro de masa: (milímetros) X = 535.17 Y = -253.99 Z = 0.00, en la figura 1, se muestra en vista dimétrica la bandeja.

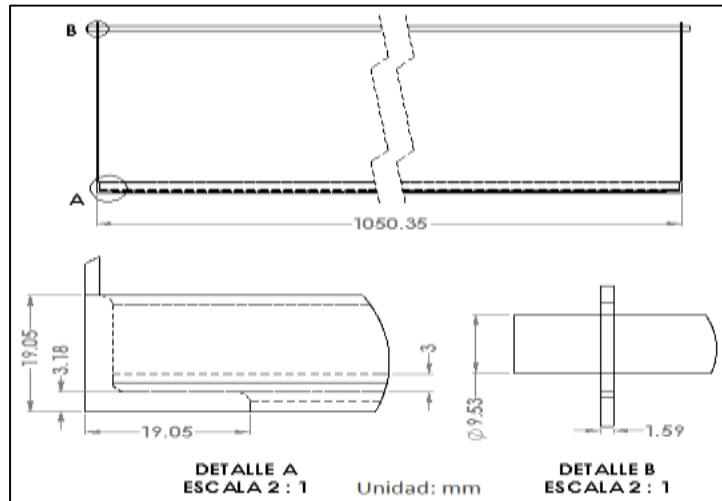
Figura 1. Bandeja en vista dimétrica.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2, se puede observar en la vista frontal el largo de la bandeja, en el detalle "A" las dimensiones del ángulo utilizado y en el detalle "B" se muestra el espesor de la solera.

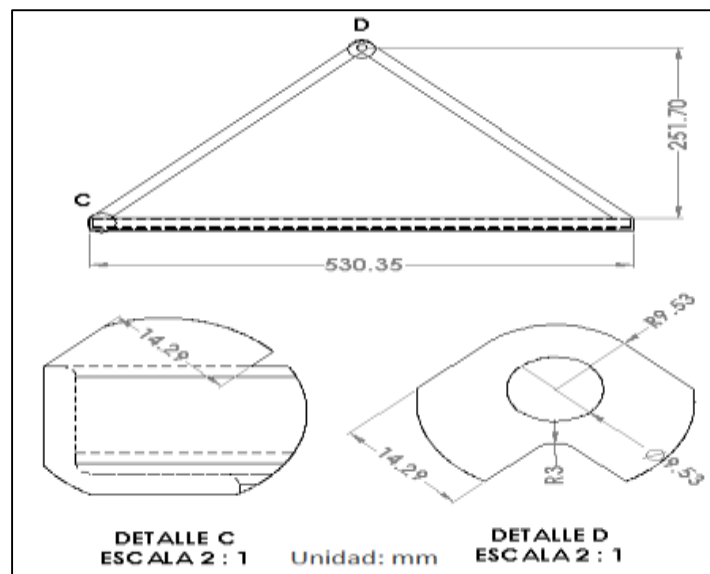
Figura 2. Dimensionamiento en vista frontal y detalle de la bandeja.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3, se puede observar en la vista lateral el ancho de la bandeja, en el detalle "C" lo ancho de la solera y en el detalle "D" se muestra el diámetro del taladrado.

Figura 3. Dimensionamiento en vista lateral y detalles de la bandeja (eje).



Fuente: Elaboración propia.

El material utilizado en la bandeja es acero 304, el cual es utilizado en la industria alimenticia y cuenta con las siguientes propiedades mecánicas visualizadas en la tabla 2.

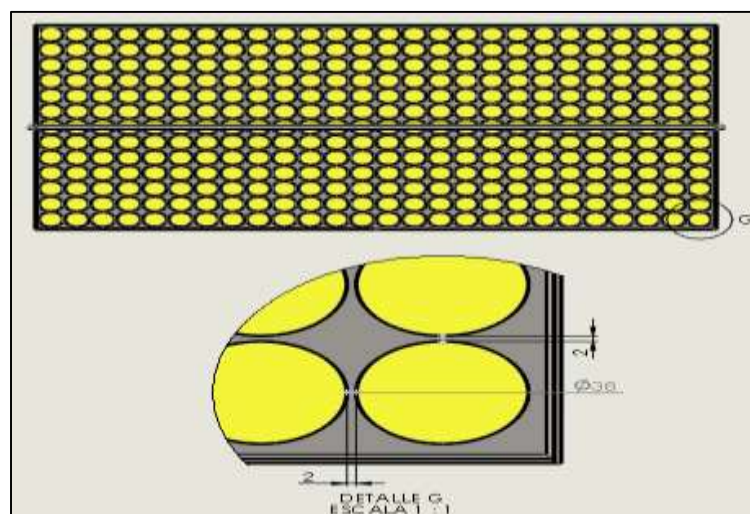
Tabla 2. Propiedades mecánicas y físicas del acero 304. Fuente: (Systèmes, 2020)

Propiedades	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.9×10^5	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	75×10^3	N/mm ²
Densidad de masa	8×10^3	kg/m ³
Límite de tracción	517.017	N/mm ²
Límite elástico	206.807	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.8×10^{-5}	/K
Conductividad térmica	16	W/(m·K)
Calor específico	500	J/(kg·K)

6. Distribución del producto en la bandeja

La distribución del producto en la bandeja debe ser de tal forma que el aire caliente pueda circular sin obstáculo para que dicho sistema sea más eficiente en cuanto a la remoción de vapor de agua producida por la circulación del aire. En la figura 4 se muestra la distribución del producto de acuerdo al número de pieza horizontal y vertical utilizados en el tema 1 del cual obtuvo 338 pzas por bandeja y de los cálculos del tema 4, se obtuvo una masa por bandeja de 1.69 kg

Figura 4. Distribución del producto y tolerancia asignada.

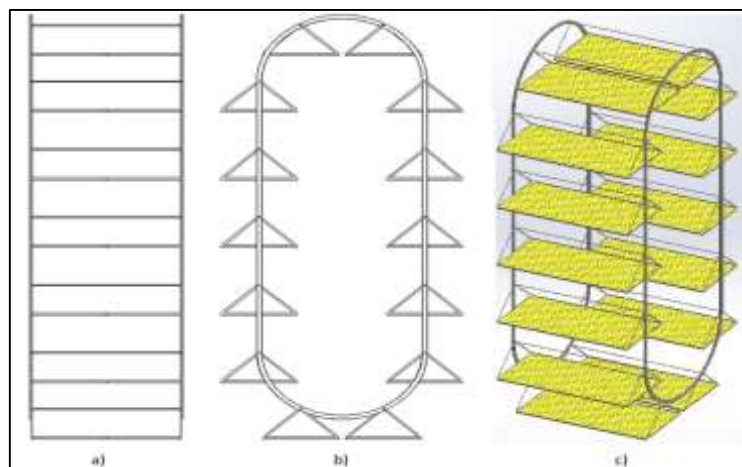


Fuente: Elaboración propia.

7. Propuesta de un sistema de deshidratación solar.

(Corporation, 2020) define ensamble como la unión de dos más partes entre sí para formar un conjunto o subconjunto completo. En la figura 5a-c, se muestra en el inciso a) una vista frontal del ensamble de bandejas, b) una vista lateral con visualización del eje de soporte de las bandejas y c) una vista isométrica con las perspectivas visuales para ubicar las bandejas dentro del ensamble con representación del producto de 23.66 kg (masa propuesta para un sistema completo).

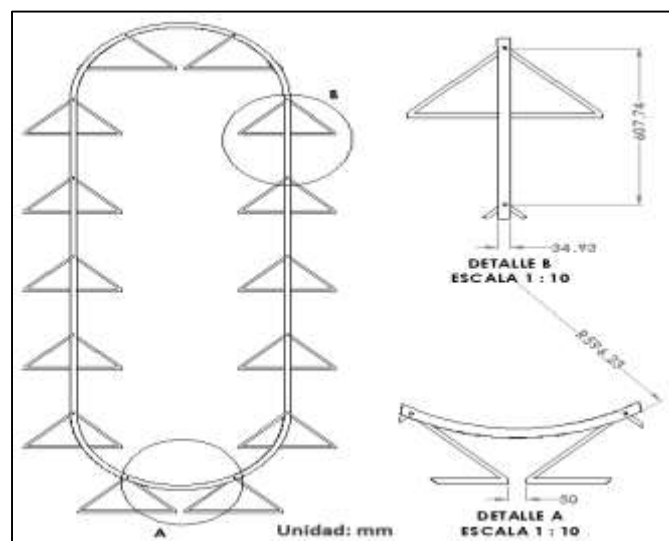
Figura 5. Ensamble de las bandejas en la estructura propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6 se muestra una vista lateral el cual tiene dos detalles; detalle “A” muestra la distancia o tolerancia entre bandejas en el punto inferior y en el detalle “B” se observa la distancia entre cada bandeja.

Figura 6. Detalles de la estructura y bandejas en el ensamble.

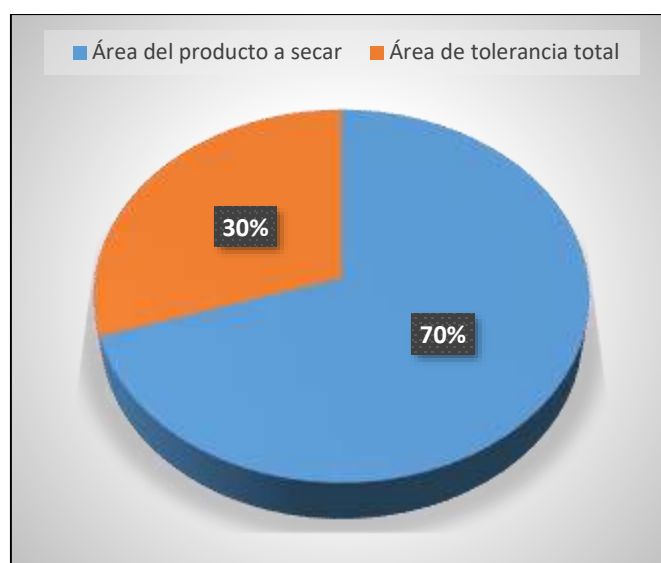


Fuente: Elaboración propia.

8. Eficiencia de las bandejas

En la tabla 3 y gráfica 1, se muestra que el 100 % es igual al área total interna de la bandeja, que es equivalente a $5,470.56 \text{ cm}^2$, el 70.06 % es igual al área que ocupa toda las rebanadas de plátano dentro de la bandeja que es de $3,832.92 \text{ cm}^2$ y el 29.94% es la tolerancia de espacio entre cada una de las rebanas, estas permiten la fluidez del aire y la circulación del vapor de agua con un área de $1,637.64 \text{ cm}^2$.

Gráfica 1. Porcentaje de área utilizada y tolerancia para fluidez del vapor de agua.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Superficie y porcentaje de las áreas a utilizar.

Áreas	Superficie	Porcentaje
Área de tolerancia	$1,637.64 \text{ cm}^2$	29.94%
Área de producto a secar	$3,832.92 \text{ cm}^2$.	70.06%
Área total	$5,470.56 \text{ cm}^2$	100%

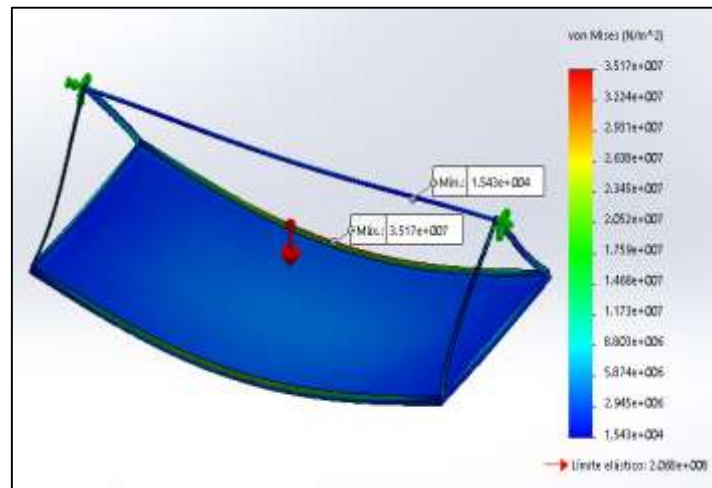
Fuente: Elaboración propia.

9. Análisis estático de la bandeja

(CARMAN, 2020) refiere que el análisis estático previo a la fabricación de un prototipo es de vital importancia en estos tiempos, puesto que determinan; desplazamientos, deformaciones, roturas y fallos en las piezas provocados por la actividad a la cual estará sometido. En la figura 7, se muestra la tensión de Von Mises y de acuerdo a los indicadores de color, se puede observar que los lugares con mayor tensión son las áreas

cercanas a las aristas horizontales de la bandeja y que el área de menor tensión es la barra de acero que sirve de soporte para la bandeja.

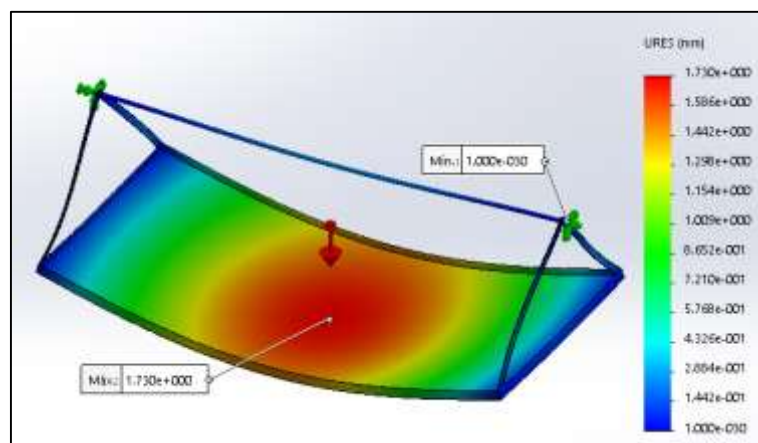
Figura 7. Vista trimétrica de la tensión mínima y máxima de Von Mises.



Fuente: Elaboración propia.

El desplazamiento es un valor muy importante, este indica la zonas con mayor cambio de longitud en sus dimensiones, ocasionando que estas puedan exceder el limite elastico y llegar al limite plastico sin que este pueda recuperar sus dimesiones iniciales y causar un deformación en sue estructura. En la figura 8, se observa el área donde se concentra el mayor desplazamiento.

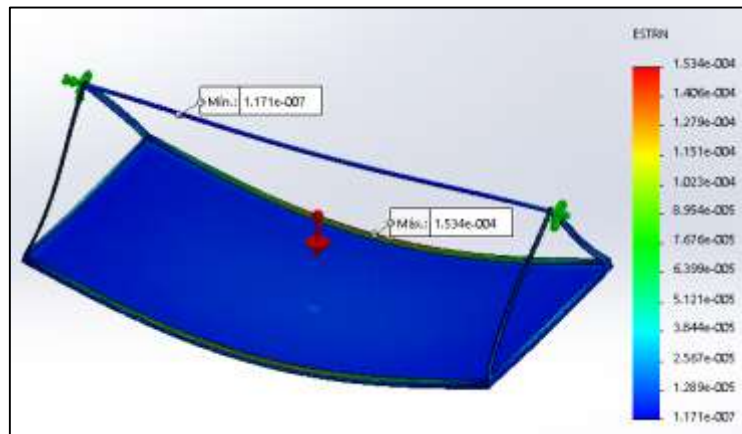
Figura 8. Vista trimétrica del desplazamiento producido por la masa del plátano.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9, se muestra la deformación unitaria el cual puede ser considerado en los tres ejes y puede ser de contracción o de expansión en el material, además de ser un numero adimensional, pero que con ayuda de este se puede determinar la deformación total en la pieza y/o en ensamble.

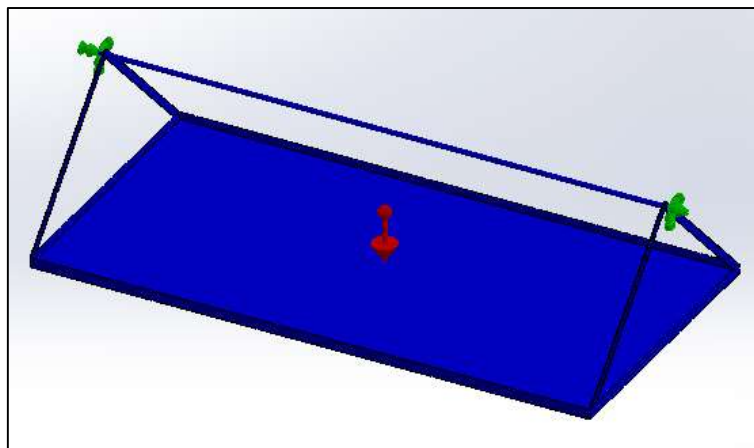
Figura 9. Vista trimétrica de la deformación unitaria.



Fuente: *Elaboración propia.*

El factor de seguridad es número adimensional el cual determina si el material utilizado en el modelo es el adecuado para el trabajo al cual será sometido y de acuerdo al software SolidWorks Simulation, si este es de color azul (Figura 10) indica que el factor de seguridad está por encima de este y el color rojo indica que está por debajo del factor de seguridad que fallará al momento de incidir una carga externa.

Figura 10. Vista trimétrica de las áreas por encima del factor de seguridad.



Fuente: *Elaboración propia.*

CONCLUSIONES

El análisis estático ha remplazado los procesos de prueba y error, lo cual ha generado aportaciones extraordinarias a la industria. Por lo que este estudio, determina que no se presentará falla en el material seleccionado para la bandeja, puesto que las cantidades de masa en cada bandeja, no logran alcanzar el límite elástico de los materiales utilizados. En cuanto al rendimiento se establece que tiene un 70% de utilización del área de cada bandeja.

Cada bandeja tendrá la capacidad de deshidratar 1.66 Kg. de fruta, para este caso en específico, el cual se estudió el plátano como fruta a deshidratar. Si consideramos las 14 bandejas del sistema propuesto, se tendría una capacidad total de 23.24 kg. por sistema aproximadamente.

LISTA DE REFERENCIAS

- CARMAN. (05 de Mayo de 2020). *CARMAN Official Site*. Obtenido de <https://grupocarman.com/blog/2017/12/17/analisis-estatico-y-dinamico/>
- Carvi, G. (05 de Mayo de 2020). *Grupo Carvi*. Obtenido de <https://www.grupocarvi.com/es/noticias>
- Corporation, L. (2020). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/albertpromo/trabajo-ensamble>
- Hoyos Leyva, J. D., Jaramillo Jiménez, P. A., & Giraldo Toro, A. (2012). Caracterización física, morfológica y evaluación de las curvas de empastamiento de musáceas (*Musa spp.*). *Acta Agronómica*, 1-10.
- ICIA. (18 de Enero de 2011). *Plátano deshidratado - Instituto Canario de Investigaciones Agrarias*. Obtenido de <https://www.icia.es/biomusa/es/documentos/grupos-de-trabajo/canarias/postcosecha/industrializacion-del-platano/48-4-deshidratacion-de-platano-maduro/file>
- Jaimes Ariza, L. V., & Serrano Osma, J. C. (2020). *Desarrollo de un Deshidratado a Partir del Aprovechamiento de Subproductos de Pescadería en la Cadena de Restaurantes Doña Petrona Del Mar de la Ciudad de Bucaramanga*. Bucaramanga: Universidad Nacional Abierta y a Distancia Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías E Ingenierías. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/34337>
- López Córdova, E. E. (2019). *Industrialización de la moringa aplicada a las condiciones climáticas de Piura*. PIURA, PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2191/ING-LOP-COR-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mataix, C. (1986). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Madrid: Castillo.
- SAGARPA. (Mayo de 2015). *Plátano Tabasco*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/69388/MargenesComer_PlatanTabasco_May2015.pdf

Systemes, D. (16 de Abril de 2020). *Ayuda de Solidworks*. Obtenido de http://help.solidworks.com/2019/spanish/SolidWorks/sldworks/HIDD_DLG_MATERIAL_EDITOR.htm

VE. (01 de Mayo de 2020). *Sistema Rotatorio*. Obtenido de <http://www.verticalevadores.com.uy/estacionamientos-inteligentes/sistema-rotatorio/>