

REINGENIERÍA DE UN SECADOR ADIABÁTICO DE CHAROLAS PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES HORTOFRUTÍCOLAS

REENGINEERING OF AN ADIABATIC TRAY DRYER FOR SMALL FRUIT AND VEGETABLE GROWERS

Hernández Romero Luz María¹, Cadena Juárez José Felipe Fausto², Luna Román Mayra³

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v7i2.324>

¹Maestra en Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Serdán, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Departamento de investigación y posgrado, lhernandez@cdserdan.tecnm.mx, tel:2451023162, Av. Instituto Tecnológico s/n, Col la Gloria Ciudad Serdán Puebla, <https://orcid.org/0009-0001-2442-0371>

²Maestro en Ingeniería Administrativa. Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Serdán, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Departamento de investigación y posgrado, fjuarez@cdserdan.tecnm.mx, Av. Instituto Tecnológico s/n, Col la Gloria Ciudad Serdán Puebla, <https://orcid.org/0009-0006-6408-0726>

³Maestra en Administración Educativa. Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Serdán, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Departamento de investigación y posgrado, mluna@cdserdan.tecnm.mx, 2451070303, Av. Instituto Tecnológico s/n, Col la Gloria Ciudad Serdán Puebla, <https://orcid.org/0009-0005-7577-2173>

Resumen – En la región donde se encuentra ubicado el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán predominan la producción agrícola y frutícola, hace algunos años se diseñó un equipo secador de charolas y por mucho fue utilizado para darle valor agregado y alargar su vida de anaquel de productos del campo como manzana, pera, durazno, tejocote, nopal, manzanilla, papa, zanahoria, epazote, acelga entre otros, y el continuo uso del equipo llegó a agotar su eficiencia en muchas de sus partes mecánicas y dejó de ser funcional para el secado de productos del campo, mediante un diagnóstico en el sector agrícola de la región del Valle de Serdán en su actividad agrícola se detectó que la comercialización de frutas y hortalizas se realiza en fresco, lo cual genera desventajas como bajo precio debido a una amplia oferta y a un elevado índice de intermediarismo, además de su corta vida de anaquel del producto lo que repercute el bajo nivel de ingresos para los productores haciendo cada vez menos rentable la actividad agrícola, los productores de la región se han acercado a la institución para apoyarlos en darles ese valor agregado y aprender otras alternativas de formas de conservar y comercializar sus productos de temporal en cualquier época del año y poder colocarlos o abarcar otros mercados, el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo realizar la reingeniería del secador de charolas para la deshidratación de frutas y hortalizas como una alternativa tecnológica para los pequeños productores al alcance de su ingreso económico y de esta manera implementar un método de conservación con la transferencia de tecnología y en paralelo la oportunidad de acceder a otros mercados en cualquier época del año.

Palabras Clave: equipo, frutas, hortalizas, reingeniería, secado.

Abstract -- In the region where the Technological Institute of Ciudad Serdán is located, agricultural and

fruit production predominates. A few years ago, tray drying equipment was designed and was widely used to give added value and extend the shelf life of farm products. such as apple, pear, peach, tejocote, nopal, chamomile, potato, carrot, epazote, chard among others, and the continuous use of the equipment came to exhaust its efficiency in many of its mechanical parts and it was no longer functional for drying products. of the field, through a diagnosis in the agricultural sector of the Serdán Valley region in its agricultural activity, it was detected that the marketing of fruits and vegetables is carried out fresh, which generates disadvantages such as low price due to a wide supply and a high index of intermediaries, in addition to the short shelf life of the product, which has an impact on the low level of income for producers, making agricultural activity increasingly less profitable. Producers in the region have approached the institution to support them in giving them that value. added and learn other alternative ways to preserve and market their seasonal products at any time of the year and be able to place them or cover other markets, the objective of this research work was to reengineer the tray dryer for the dehydration of fruits and vegetables as a technological alternative for small producers within the reach of their economic income and in this way implement a conservation method with the transfer of technology and in parallel the opportunity to access other markets at any time of the year.

Key words – drying, equipment, Fruits, reengineering, vegetables.

INTRODUCCIÓN

La Reingeniería es el replanteamiento fundamental y el rediseño de los procesos para lograr mejoras sustanciales en medidas de rendimiento como lo son costos, calidad, servicios y rapidez optimizando los flujos de trabajo y la productividad. Los secaderos que exponen

sólidos a un gas caliente se llaman adiabáticos o secaderos directos, en los que el calor es transmitido desde un medio externo.

En el presente trabajo se empleará el término secado para referirse a la remoción de agua de materiales de proceso u otras sustancias por evaporación, mediante la aplicación de calor bajo condiciones controladas.

La producción de alimentos es una actividad fundamental para la supervivencia humana, pero también puede presentar riesgos para la salud pública si no se toman las medidas adecuadas de seguridad alimentaria. En este caso, es fundamental cambiar el equipo para su funcionamiento para garantizar la calidad y seguridad de los alimentos producidos, así como atender las necesidades de los productores de frutas y hortalizas de la región del Valle de Serdán.

Los equipos de calidad están diseñados para cumplir con los estándares internacionales de seguridad alimentaria y garantizar la calidad y pureza de los alimentos producidos. Para ello es necesario reconstruir con materiales de alta calidad y someter a rigurosas pruebas de buen funcionamiento, lo que garantiza la seguridad y fiabilidad del producto final. Los productos de alta calidad tienen un mayor valor agregado, lo que puede resultar en precios más altos y mayores márgenes de ganancia para los pequeños productores.

La reingeniería del equipo es fundamental para garantizar la calidad, seguridad y eficiencia del proceso productivo en el aprovechamiento del excedente que no se logra colocar en el mercado o darle valor agregado a producto que no se comercializa en fresco. Además de actualizar las funciones del equipo optimizando la estructura física actual, para colocarlo como una tecnología opcional para los pequeños productores hortofrutícolas.

A un año de la fundación del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, se realizaron varios proyectos de investigación, uno de ellos fue el diseño y construcción de un secador de charolas adiabático con dos finalidades generar un prototipo didáctico para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias para la materia de tecnología de conservación y por otro lado atender las demandas de pequeños productores para darle

un valor agregado a productos que no se vendían en fresco o al excedente que no se consumía pero que por su corta vida de anaquel se descomponía provocando pérdidas en dicha producción y por ende pérdidas económicas, como ya se mencionó anteriormente el uso continuo del equipo derivó en la no funcionalidad de algunas piezas mecánicas lo que a la larga conllevó al no

funcionamiento del equipo, teniéndolo inactivo y descompuesto en el taller de frutas y hortalizas del instituto por muchos años. Abandonando la atención hacia ese sector agrícola que confiaba en aprender la metodología del secado de alimentos y de la posibilidad de implementar la tecnología para tener la oportunidad de otro ingreso extra al comercializar los productos en otra época del año.

Con base a lo antes planteado se volvió a tener contacto con los productores agrícolas donde solicitaron el apoyo con la finalidad de encontrar alternativas de métodos de conservación que prolonguen la vida útil de sus productos en una forma óptima y poderlos comercializar en cualquier época del año, así como de no tener pérdidas de su producción en fresco, para ello se decide valorar los componentes y funcionalidad del equipo secador, llevando a identificar aquellos aspectos y partes sobre todo mecánicas que pueden volverse a rediseñar, reconstruir o cambiar para volver a utilizar el equipo deshidratador y pueda ser un equipo adecuado para el secado de productos hortofrutícolas como una alternativa tecnológica para los pequeños productores agrícolas y promover el desarrollo tecnológico tanto para alargar la vida útil como de darle un valor agregado comercial, por lo que el objetivo fue rediseñar el equipo secador de charolas adiabático para los pequeños productores.

El rediseño de un equipo o instalación se considera importante para este proyecto ya que por un lado se habilita un equipo didáctico para la realización de prácticas relacionadas con el secado o deshidratado de frutas para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias y por otro lado y muy importante la atención a la solicitud de los pequeños productores para darle ese valor agregado a productos que no son colocados en la comercialización en fresco, incorporando características que reducen o eliminan el riesgo de ser una fuente de contaminación para los productos elaborados, tanto de forma directa como indirecta, ya que en el rediseño se detectó que las charolas que son de acero galvanizado y que tiene contacto directo con el producto son fuente de contaminación al mismo por su desgaste dentro del proceso de secado.

En este trabajo se presenta un rediseño de un secador de charolas prototipo que opera a combustión de gas esto derivado de obtener un producto a menor tiempo. El rediseño se obtuvo realizando cálculos de balance de materia y energía; se obtuvo que para una capacidad nominal de 10 Kg. de fruta y 8 kg de verdura los componentes del equipo son:

- a) motor 1Hp
- b) ducto de aire

- c) ventilador
- d) cámara de secado
- e) extractor de salida de aire
- f) capa adiabática con refuerzo de fibra de vidrio
- g) Charolas de 52cm por 80 cm
- h) Separación de soportes entre charola y charola de 10cm
- i) 1 puerta de dos hojas con sello hermético

DESARROLLO

Para la determinación de la reingeniería se utilizó la siguiente metodología:

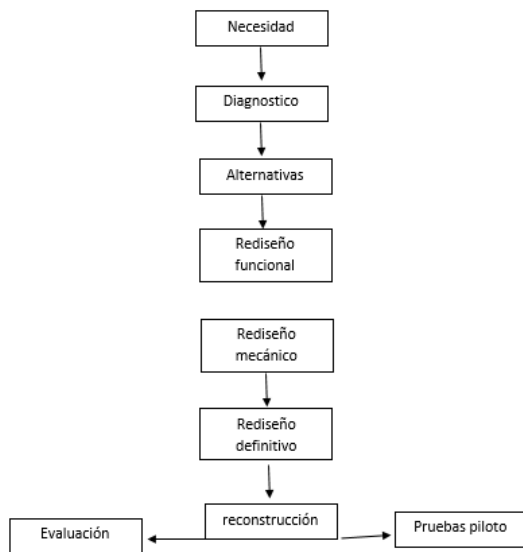


Diagrama 1. Metodología.

Para el aparatado de alternativas se consideraron dos aspectos:

1. Diseño del secador partiendo de todo nuevo conforme a presupuesto.
2. Rediseño del secador a partir del presupuesto asignado y cambiar solo las piezas no funcionales.

Se decidió por la segunda alternativa valorando costo de construcción o rediseño de piezas y mejoras para el mismo.

Una de las piezas a cambiar fue el ventilador que lleva el aire caliente: según Hernández el término de ventilación se refiere al suministro de aire necesario a la presión requerida para vencer las diferentes resistencias, para la selección del ventilador se consideró lo siguiente:

- a) Temperatura máxima de trabajo 75°C
- b) Altura sobre el nivel del mar 2520
- c) Caudal de aire requerido $Q=0.32\text{m}^3/\text{s}$
- d) Presión estática 0.79 pulg de la columna de agua

Selección del ventilador:

- a) Ventilador modelo Soler Palau centrífugo modelo SA9/4
- b) Motor monofásico de 1 Hp 127V a 60Hz
- c) Potencia de frenado del motor 0.92BHP
- d) Rpm 1725
- e) Caudal máximo de aire 2600 m^3/hr

Se desmoldaron las puertas para poder instalas la cinta de caucho blanco hermético para asegurar la concentración de calor en la cámara de secado.

Se instaló el panel de control de las funciones básicas para el equipo secador adiabático de charolas, con botones de encendido y apagado, para las funciones del ventilador, extractor y del mismo equipo.

Se cambiaron las charolas de acero galvanizado por charolas de acero inoxidable calibre 304 para asegurar la inocuidad de los productos a secar.

La reingeniería quedo de la siguiente manera:

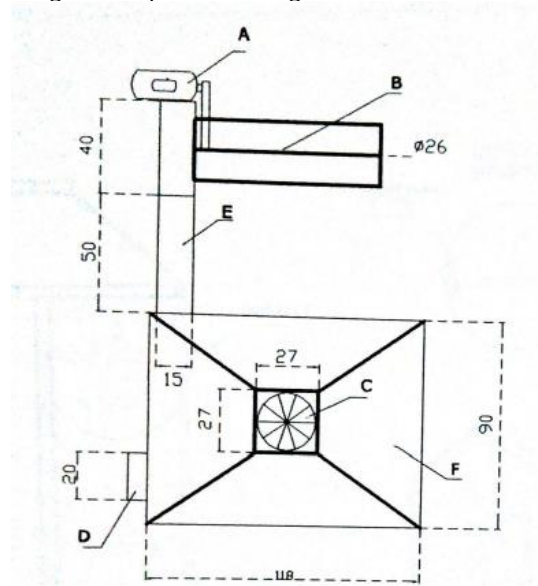


Figura 1. Vista superior.

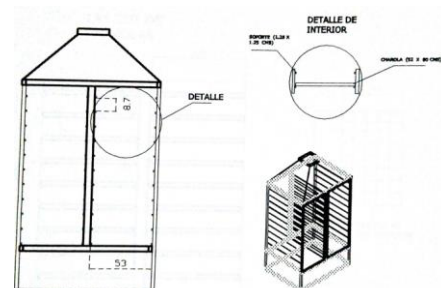


Figura 2. Vista interior con distribución de charolas.

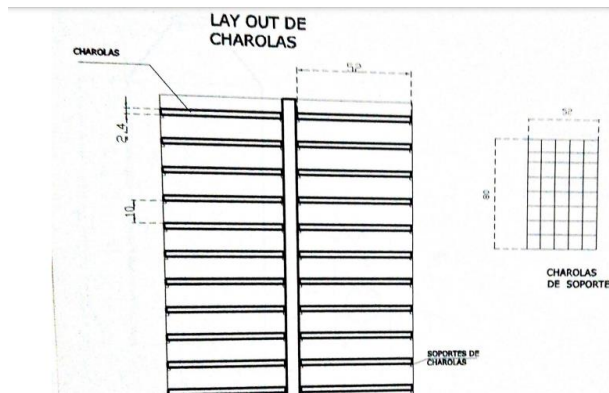


Figura 3. Lay out de charolas rediseño en acero inoxidable.

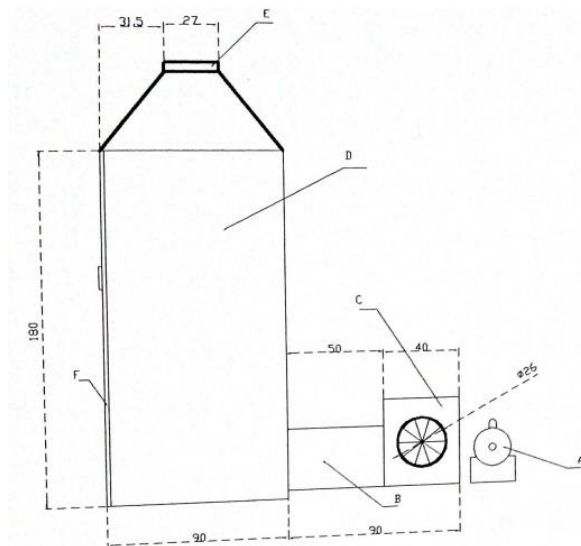


Figura 4. Vista lateral .

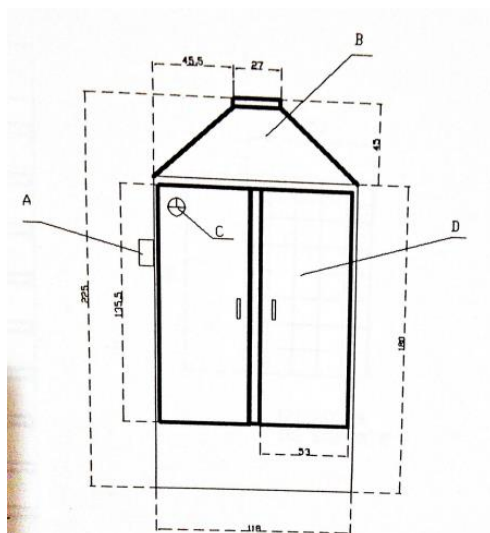


Figura 5. Vista frontal, puerta a dos hojas

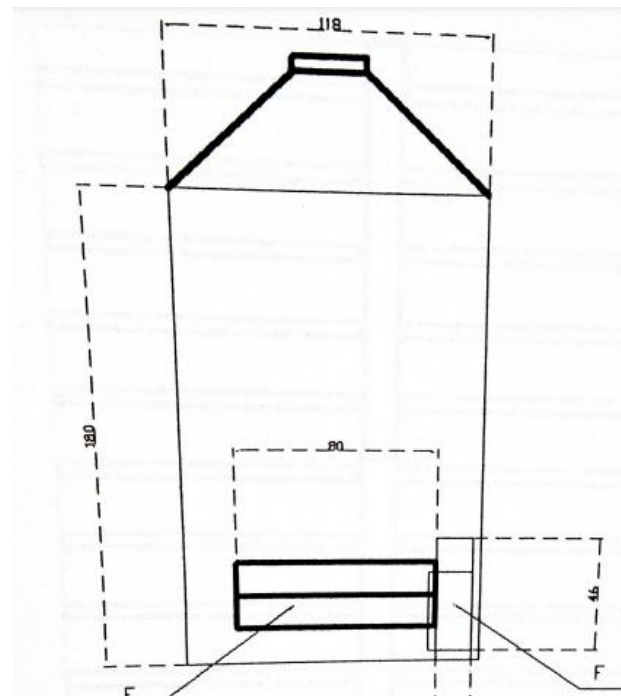


Figura 6. Vista trasera, entrada de aire caliente.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para este apartado se obtuvo que el rediseño del equipo secador de charolas para pequeños productores hortofrutícolas es una opción para la transferencia de tecnología adecuada para pequeños productores hortofrutícolas que permite darle valor agregado a frutas y hortalizas de la región del Valle de Serdán.

Se cambió el ventilador que lleva el aire caliente a la cámara de secado, mismo que permite que este aire se distribuya de manera uniforme para un secado de frutas y hortalizas adecuada y que al final del proceso se tenga una humedad del 11%, esto para alargar la vida útil de los productos que no son colocados en fresco en el mercado. Así mismo se cambiaron las charolas de acero galvanizado por charolas de acero inoxidable que permite la inocuidad de los productos.

CONCLUSIONES

La finalidad del trabajo de reingeniería se logró con el rediseño de un secador adiabático de charolas para pequeños productores hortofrutícolas haciendo más funcional, para verificar la funcionalidad con base al rediseño del equipo se recomienda hacer pruebas piloto para el secado de frutas y hortalizas de la región.

De acuerdo a lo obtenido de la reingeniería del equipo secador se pretender desprender tres líneas de

investigación, donde se involucrarán a estudiantes de servicio social, residencia profesional y créditos complementarios de investigación, de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias y a estudiantes de la carrera de Informática o Ingeniería mecánica para trabajar en una primera línea de investigación, considerando lo siguiente:

1. Línea de investigación para la automatización del proceso de secado bajo la aplicación de conocimientos técnicos y científicos para la búsqueda de soluciones sustentables a los problemas relacionados con la automatización de procesos de secado en alimentos.
2. Línea de investigación relacionada con la estandarización de procesos de secado en frutas, hortalizas y especies aromáticas que se producen en la región del Valle de Ciudad Serdán, tomando tiempos y temperaturas de secado para apoyar el proceso de automatización.
3. Línea de investigación con base a los cambios físicos, químicos y enzimáticos que experimentan los productos hortofrutícolas durante el proceso de secado, así como que componentes aromáticos y funcionales se conservan o son susceptibles a cambios durante el secado. Así mismo del manejo de almacenamiento y como se preserva y alarga su vida en anaquel mediante estudios de sistemas de empaque atmósferas modificadas, tratamientos físicos, adición de químicos y otros, directamente relacionados con la calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Champy James (1996), Reingeniería de la Dirección, Ediciones Díaz de Santos, SA. Gobierno del Estado de Veracruz (2005). Programa Integral de Reingeniería de la Administración Pública Estatal (Reforma del Gobierno de Veracruz).
- [2] Hammer Michael y Champy James (1994), Reingeniería, Editorial Nava, Colombia.
- [3] Hernández Alarcón Mireya (2001). La reingeniería de procesos y su aplicación práctica. Revista Investigación Administrativa, enero-junio, año 30 No. 89 Instituto Politécnico Nacional.
- [4] Johansson Henry J., Mc Hugo, Pandlebury John A., Wheeler William A. III (2003), Reingeniería de Procesos de Negocios, Editorial Limusa, México
- [5] Peppard, Joe y Rowland Phillip (1998). La esencia de la reingeniería en los procesos de negocios. Prentice Hall Hispanoamérica S.A. México.
- [6] Manganelli Raymond y Klein Mark (1995). Equipo alimentario. Editorial Nava. Colombia
- [7] Meléndez Reyes Humberto (2002), Reingeniería de los Negocios Revista de la Maestría en Administración de

Empresas de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga, Colombia

[8] Morris, Daniel y Brandon, Joel (1994). Reingeniería. Cómo aplicarla con éxito en los negocios. McGraw-Hill Interamericana, España.

[9] Sheer August W. (1999). El diseño de equipo y su importancia en la industria. Editorial Norma. Colombia.

[10] Edward Pita 1999, Acondicionamiento de aire, CECSA.

[11] Robert Montt 1998, Mecánica de fluidos Editorial Prentice may.

[12] Brennan, J.G.; Butters, J.R.; Cowell, N.D.; Lilly, A.E. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. 2a Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1980.

[13] Broker, Donald B; Barker Arkenna, Fredd W. Drying and storage of grains and oilseed. Editorial Van Norstrand Reinhold. New ork 1992. [11]

[14] Comisión venezolana de normas industriales. Norma 1156:79 Alimentos para animales, determinación de humedad.

[15] Mejía Gutiérrez, Luis Fernando, Díaz Arango, Félix Octavio, Ormaza Zapata, Ángela María, maquinaria y equipos para la industria de alimentos, Editorial Universidad de Caldas, 2023.

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Luz María Hernández Romero
Metodología	José Felipe F. Juárez Cadena
Recursos	Mayra Luna Román
Escritura - Preparación del borrador original	Luz María Hernández Romero
Supervisión	José Felipe F. Juárez Cadena
Validación	Luz María Hernández Romero Que apoya: Mayra Luna Román



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.