



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**Título del trabajo:**

Diseño y Construcción de un Secador de Lecho Fluidizado para la Deshidratación de Materiales Organicos con Sensado de Temperatura en Tiempo Real

**Primer autor:**

Nombre completo del autor Joel Chávez Castro  
Grado académico Estudiante de Ingeniería Mecatrónica  
Nombre de la Institución Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato

**Segundo autor:**

Nombre completo del autor Rodolfo Murrieta Dueñas  
Grado académico Maestro en Ingeniería Química  
Correo electrónico rmurrieta@itesg.edu.mx  
Nombre de la Institución Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato

**Tercer autor:**

Nombre completo del autor José Jonathan Rodríguez Meza  
Grado académico Estudiante de Ingeniería Mecatrónica  
Nombre de la Institución Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato

**Cuarto autor:**

Nombre completo del autor Genaro Ismael Ortega-Gutierrez  
Grado académico Estudiante de Ingeniería Mecatrónica  
Nombre de la Institución Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato

**Quinto autor:**

Nombre completo del autor Jazmín Cortez González  
Grado académico Maestro en Ingeniería Química  
Correo electrónico jcortez@itesg.edu.mx  
Nombre de la Institución Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato

**Sexto autor:**

Nombre completo del autor Ismael Urbina Salas  
Grado académico Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica  
Correo electrónico iurbina@itesg.edu.mx  
Nombre de la Institución Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

## **Diseño y Construcción de un Secador de Lecho Fluidizado para la Deshidratación de Materiales Organicos con Sensado de Temperatura en Tiempo Real**

Chavez-Castro J.<sup>a</sup>, Murrieta-Dueñas R.<sup>a,\*</sup>, Rodríguez-Meza J. J.<sup>a</sup>,  
Ortega-Gutierrez G. I.<sup>a</sup>, Cortez-González J.<sup>a</sup>, Urbina-Salas I.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, Carretera Guanajuato-Puentecillas Km. 10.5, Predio el Carmen, Guanajuato, Gto., México. CP. 36262

\* Corresponding Author: [rmurrieta@itesg.edu.mx](mailto:rmurrieta@itesg.edu.mx)

### **Resumen**

En el proceso de deshidratación de materiales orgánicos mediante un secador de lecho fluidizado, existen varios fenómenos que se presentan de forma simultanea como la transferencia de momento, calor y masa. Debido a que el área de contacto entre el fluido y el sólido es grande, los coeficientes de transferencia aumentan considerablemente y la eficiencia de esta importante operación unitaria crece. El objetivo de la deshidratación es que el producto final contenga un nivel deseado de humedad en un corto tiempo sin que se vean afectadas sus propiedades y así poder alargar su vida de anaquel sin la incorporación de conservadores. En este trabajo se realiza el diseño y la construcción de un secador de lecho fluidizado además de la implementación de una interfaz gráfica de usuario (GUI) en MATLAB que es capaz de adquirir e interpretar los datos enviados por el sensor de temperatura y poderlos observar de forma grafica en tiempo real.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

### Abstract

In the process of dehydration of organic materials using a fluidized bed dryer, several phenomena occur simultaneously as transfer of momentum, heat and mass. Because the contact area between the fluid and the solid is large, the transfer coefficients increase considerably and the efficiency of this important unit operation grows. The goal of dehydration is that the final product contains a desired moisture level in a short time without being affected their properties and thus to extend its shelf life without the addition of preservatives. In this paper the design and construction of a fluidized bed dryer is done in addition to the implementation of a graphical user interface (GUI) in MATLAB that is able to acquire and interpret the data sent by the temperature sensor and be able to observe graphically in real time.

**Palabras Clave: Secador de Lecho Fluidizado, Sensado de Temperatura, Interfaz Grafica de Usuario.**

### Introducción

Los lechos fluidizados son ampliamente utilizados en la industria en diferentes operaciones que involucran gas-sólido, como son, secado, adsorción, absorción y reacción química (Mujumdar y Devahastin, 2003; Mohanty y col., 2010).

En el proceso de secado en un lecho fluidizado, se busca la perdida de humedad de material orgánico que contiene un porcentaje de sólidos. Existen un gran



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

número de modelos matemáticos que predicen la cinética de secado en los secadores de lecho fluidizado. Dentro de los modelos más estudiados en la actualidad se encuentra el modelo homogéneo ó modelo de una fase (Zahed y Epstein, 1992) y el modelo heterogéneo ó modelo de dos fases (Zahed y Epstein, 1995). Es importante también tener en cuenta que el flujo y la velocidad de aire dentro del lecho deben ser las adecuadas para llevar a cabo de forma adecuada la operación de deshidratación.

En el proceso de secado de materiales orgánicos utilizados como alimentos, una de las variables mas criticas es la temperatura por lo que es necesario generar un sistema de sensado de esta variable mientras el proceso es llevado a cabo para poder mantenerlo en un punto deseado y con esto evitar los posibles daños térmicos. Otro punto importante es la geometría y dimensiones de la columna ya que si estas no son las adecuadas, los coeficientes de transferencia disminuyen sustancialmente.

En este trabajo se presenta la construcción de un secador de lecho fluidizado y la implementación de la etapa de sensado de temperatura en tiempo real a través de una interfaz de usuario desarrollada en un el software MATLAB.

### Metodología

Debido a que en Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato no existe un secador de lecho fluidizado y es de gran utilidad para realizar estudios sobre el contenido de humedad dentro de distintos materiales orgánicos; para la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Se decidió desarrollar el equipo con estas

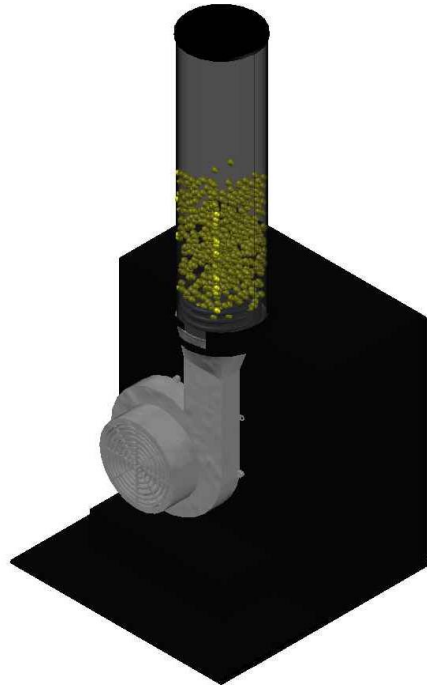
“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

características utilizando materiales de bajo costo pero que proporcionaran la funcionalidad necesaria.

En la Figura 1 se muestra un dibujo tridimensional del secador que posteriormente se fabrico. En esta figura es posible observar tres partes importantes de la construcción del secador: la columna, el motor y la sección de ensamble de ambas piezas. El material elegido para la columna fue vidrio debido a que permite visualizar el movimiento de las partículas dentro del secador. El motor que tiene las características necesarias para deshidratar diferentes tamaños de partícula.



**Figura 1.** Corte transversal del dibujo tridimensional del secador de lecho fluidizado.



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”**  
Multidisciplinario  
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México



**Figura 2.** Construcción del Secador de lecho fluidizado.

En la Figura 2 se observar la columna de vidrio y la base con la que se cuenta para el montaje del motor. Debido a que el control de velocidad de flujo de aire y la temperatura del secador dentro de la columna son aspectos importantes. Se decidió elaborar una interfaz gráfica de usuario diseñada en MATLAB, con la finalidad de realizar el sensado de temperatura en tiempo real.

Dicha adquisición de datos en tiempo real fue posible a través del sensor LM35. Dicho sensor tiene las características necesarias para sensar temperaturas por debajo de  $90^{\circ}\text{C}$ , y considerando que las partículas para ser deshidratadas deben tener una temperatura máxima de  $70^{\circ}\text{C}$  para que no pierdan sus propiedades.

## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

La interfaz permite al usuario visualizar en tiempo real la temperatura en tiempo real dentro del secador. Además, le permite establecer cuanto tiempo desea realizar el sensado y si desea reiniciar.

### Resultados

Las Figuras 3 y 4 muestran el funcionamiento del secador de lecho fluidizado y la gráfica de temperatura que fue obtenida a través de la interfaz gráfica de usuario.



**Figura 3.** Funcionamiento del secador de lecho fluidizado.

La Figura 3 muestra el funcionamiento del secador. Como se puede observar, este dispositivo permite una buena transferencia de masa y calor, ya que el movimiento de las partículas que se encuentran dentro favorece y aumenta los coeficientes



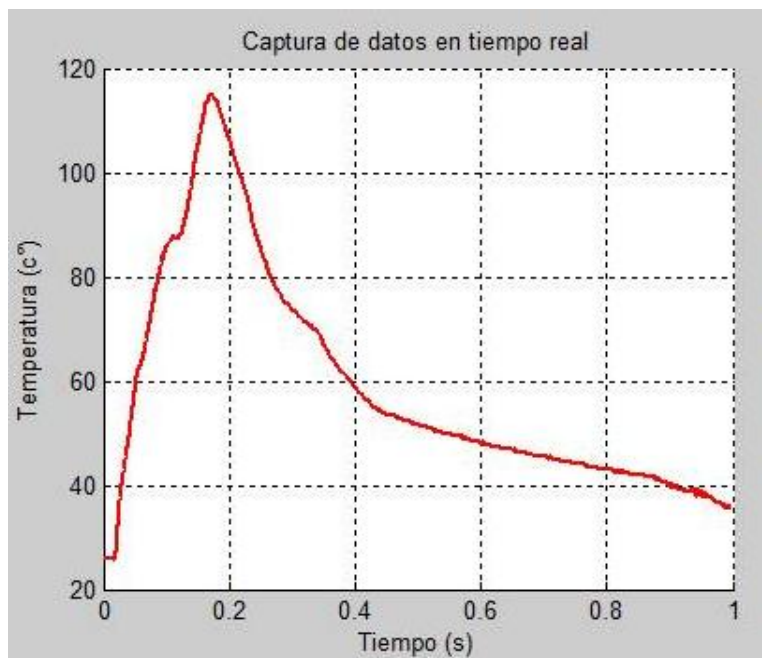
## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

de transferencia. De la misma manera que se presentan las partículas dentro de la columna en la Figura 1, la Figura 3 tiene pequeñas partículas que desean ser deshidratadas.

La Figura 4 por su parte, muestra una gráfica en tiempo real del aumento de la temperatura dentro de la columna del secador. Como se puede observar existe un aumento sustancial en los primeros instantes. Esto se debe a que se encendió la resistencia para que la temperatura aumentará y posteriormente se apago y descendió la temperatura.



**Figura 4.** Sensado de temperatura en tiempo real del secador de lecho fluidizado.

Con este equipo ya es posible realizar pruebas de deshidratación. La eficacia del equipo radica en el diseño de la columna y la incorporación de la resistencia. Por el momento, no se cuenta aún con el control de temperatura y velocidad de flujo;





## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

sin embargo, se vislumbra que es un equipo que cubrirá las necesidades de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

### Conclusiones

El desarrollo de tecnología propia y la aplicación de conocimientos por parte de los estudiantes para atacar una necesidad latente en el Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, motivo al desarrollo de un secador de lecho fluidizado. Dicha construcción consistió de la elección de materiales de bajo costo y alta eficiencia. A este equipo era necesario desarrollar una interfaz de usuario capaz de sensor la temperatura en tiempo real y permitirle al usuario reiniciar el sensado.

La variable crítica en el funcionamiento del secador es la temperatura. La deshidratación de alimentos en general no debe sobrepasar los 70°C o de lo contrario pierde sus propiedades nutrimentales. La implementación del sensado de temperatura permite al usuario detectar temperaturas por encima de lo esperado para que el tome una decisión respecto al uso de la resistencia.

La contribución de este trabajo es el diseño y la implementación de una interfaz gráfica de usuario programada en MATLAB para el sensado de temperatura en tiempo real; aplicado a un secador de lecho fluidizado. Esto permitió controlar de forma automática el nivel deseado de temperatura en el proceso de deshidratación de las partículas que se encuentran dentro del secador.

### Bibliografía



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”**

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Chandran A. N., Subba Rao S. y Varma Y. B. G. (1990). Fluidized Bed Drying of Solids, AIChE Journal 36, 29-38.

Geldart D. (1986). Gas Fluidization Technology, Ed. John Wiley & Sons, U.S.A.

Knowlton T. M. (1986). Gas Fluidization Technology, Editado por D. Geldart, Editorial John Wiley & Sons, U.S.A.

Knowlton T. M., (2003) Handbook of Fluidization and Fluid-Particle Systems, Editado por Wen- Ching Yang, Ed. Marcel Dekker, U.S.A.

Krishnaiah K., Pydisetty Y., y Varma Y. B. G. (1982). Residence Time Distribution of Solids in Multistage Fluidization. Chemical Engineering Science 37, 137-1377.

Krishnaiah K. y Varma Y. B. G. (1982). Pressure Drop, Solids Concentration and Mean Holding,

Time in Multistage Fluidization. The Canadian Journal of Chemical Engineering 40, 346-351.