

## CAPÍTULO 9

### CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

#### 9.1 OBSERVACIONES.

Es importante decir que el conocimiento teórico de las características de un lecho fluidizado, así como de los parámetros principales que afectan el comportamiento de este, son requeridas para comprender rápidamente que es lo que afecta tanto el proceso fluidinámico como el del secado.

En estos experimentos se utilizaron granos de elote tipo Asgrow 57, el cual era desgranado sólo de la parte central del elote para obtener un tamaño de grano uniforme. El elote no debía durar más de dos días en refrigeración ya que se hecha a perder muy fácilmente.

En lo que se refiere al manejo del equipo de fluidización, a pesar de que su manejo es sencillo, es recomendable que el alumno se familiarice con este mucho antes de comenzar con las pruebas experimentales para que el manejo de este sea más ágil y ya se tenga la habilidad necesaria para leer las diferencias de presión en el estudio de la fluidinámica y también maneje bien el regulamiento del vacío mediante la válvula.

En cuanto a los cambios hechos al equipo fueron muy pocos, sólo se cambió la ubicación del manómetro de mercurio a la parte de enfrente de la columna para que sea más fácil la lectura, así mismo la posición es más elevada que la anterior. En cuanto a los rotámetros, se observó que el flujo de los tres rotámetros entraba a la columna debido a no contaban con una válvula reguladora y este flujo que no era medido afectaba el comportamiento del lecho, a pesar de que las válvulas se compraron, por

falta de tiempo y debido a que había algunas partes dañadas en las conexiones de dos rotámetros, ya no se instaló la serie de rotámetros. En realidad en el proceso de secado sólo se utilizó el nuevo rotámetro cuya capacidad es de 1200 LPM ya que el grado de humedad de los granos de elote es muy elevado y sólo este rotámetro era capaz de brindar el flujo necesario para alcanzar un lecho fluidizado.

El mantenimiento del equipo es un aspecto muy importante que se debe llevar a cabo antes del proceso de secado, en particular de la bomba de vacío, ya que al tener que trabajar durante muchas horas seguidas su eficiencia se ve afectada, y el vacío que genera va disminuyendo conforme pasa el tiempo. En este caso la limpieza del tinaco fue un factor muy importante ya que se mejoró de manera notable el funcionamiento de la bomba, es preciso que la limpieza del tinaco se lleve a cabo periódicamente, ya que el agua potable tiene un alto grado de sales lo que provoca que se forme sarro dentro del tinaco, y como el agua que se encuentra dentro de éste recircula, el sarro queda impregnado en la bomba con lo cual su desempeño se ve afectado.

Otro aspecto importante es la purga del filtro del aire, ya que este se llena con impurezas regularmente y se necesita que esté vacío para que siga dejando libre de impurezas al aire antes de que entre a la columna.

Una recomendación importante para futuros usuarios del equipo de fluidización es la instalación de un sistema de refrigeración para evitar que el agua se caliente, este es un aspecto fundamental para el óptimo funcionamiento de la bomba de vacío.

Es importante señalar que antes de introducir los granos de maíz en la columna se limpiaron totalmente, inclusive las cascaritas de los granos se retiraron, ya que en los primeros experimentos se observó que estas se quedaban en la superficie del lecho y

eran las primeras partículas que se secaban y no permitieron que las partículas que se encontraban abajo se secaran uniformemente.

**Tabla 9.1.** Comparación de tiempo que tardo el lecho en fluidizar y su humedad inicial en la 1ª velocidad en la columna.

1ª Velocidad 1.27 m/s				
Velocidad m/s	Temperatura °C	Presión kPa	Tiempo en fluidizar Minutos	Humedad absoluta inicial %
1.27	60	80	45	53.09
1.27	45	80	60	60.31
1.27	30	80	90	65.60
1.27	60	67	60	35.45
1.27	45	67	180	43.19
1.27	30	67	300	53.55
1.27	60	53	90	48.93
1.27	45	53	240	23.39
1.27	30	53	380	49.93

**Tabla 9.2.** Comparación de tiempo que tardo el lecho en fluidizar y su humedad inicial en la 2ª velocidad en la columna.

2ª Velocidad 1.06 m/s				
Velocidad m/s	Temperatura °C	Presión kPa	Tiempo en fluidizar Minutos	Humedad absoluta inicial %

1.06	60	80	60	46.21
1.06	45	80	90	62.82
1.06	30	80	180	55.64
1.06	60	67	82	49.20
1.06	45	67	195	29.18
1.06	30	67	425	45.66
1.06	60	53	124	32.69
1.06	45	53	350	62.96
1.06	30	53	550	17.15

En las tablas anteriores se puede observar que los experimentos con menor flujo de aire y temperatura baja presentan menor humedad inicial. Se considera que estos dos factores fueron más determinantes en el proceso de secado que el grado de vacío ya que los tiempos en fluidizar fueron muy altos, más de lo que se esperaba. Por lo tanto como se puede observar, la humedad inicial fue mayor cuando se utilizó la velocidad de flujo de 1,27 m/s, debido a que al utilizar la velocidad de 1.06 m/s el tiempo de secado fue mayor y esto ocasionó que la humedad de la partícula a menor velocidad fuera menor.

## 9.2 Conclusiones

A pesar de que el comportamiento del lecho durante las pruebas fluidinámicas no fue el esperado, las tendencias de presión y temperatura si coinciden con los resultados obtenidos en estudios realizados anteriormente. Estas pruebas fueron de suma importancia para obtener la velocidad mínima de fluidización y así poder establecer los parámetros iniciales para realizar los experimentos de secado.

Es importante mencionar que los tiempos que se utilizaron variaron de manera notoria en los experimentos fluidinámicos y los de secado; esto debido a que para poder realizar los experimentos fluidinámicos el rotámetro con mayor capacidad de flujo con que se contaba era de 700 LPM, con el cual era muy difícil lograr que los granos de maíz fluidizaran, y por lo tanto fue necesario someter a un proceso previo de liofilización. Por otra para el secado de las partículas se utilizo un rotámetro de 1200 LPM pero el tiempo de trabajo aumentó ya que para lograr que las partículas fluidizaran el tiempo fue desde 1 hora hasta 9, esto dependiendo de la velocidad de flujo , presión y temperaturas utilizadas.

De igual modo las curvas del secado no muestran el comportamiento como se esperaba, sin embargo se puede afirmar que se obtuvieron buenos resultados durante el proceso de secado al comparar los resultados generales de las gráficas obtenidas. En estas graficas se muestra que como resultado de temperaturas más elevadas, el porcentaje de humedad relativa es menor. Para describir de manera más clara la forma en que la humedad fue disminuyendo durante el proceso de secado, se utilizo la regresión lineal, cuya pendiente indica la manera en que se comporto el lecho durante el proceso de secado.

Por otro lado se muestra que el efecto del vacío es importante para la mayor remoción de humedad, sin embargo estos resultados no son del todo satisfactorios, ya que con un mayor grado de vacío, se esperaba que la velocidad de secado fuera mayor y esto no sucedió.

Según los resultados obtenidos, se puede concluir que las temperaturas en las que el secado es más rápido, son las de 45 y 60 °C, usando la temperatura de 30°C el

tiempo de secado es muy elevado y debido a esto el efecto del grado de vacío es difícil de apreciar.

Es recomendable que para un mejor conocimiento del comportamiento de los granos del maíz en un lecho fluidizado se hagan más pruebas de secado con otras velocidades dentro de la columna.

La calidad final del producto fue buena, ya que las partículas no perdieron su forma original y su aspecto físico era agradable a la vista.