

## **CAPITULO 2**

### **ANTECEDENTES.**

#### **2.1 Marco histórico**

Hasta la década de los setenta había muy poca información en la literatura respecto a los efectos de temperatura y presión en la operación de lechos fluidizados. Esto fue debido principalmente a que los equipos para las investigaciones con presiones y/o temperaturas altas, fueron (y aun lo son) costosos en su construcción y operación. A principios de los años setentas se vio el desarrollo de nuevos procesos (combustible sintético, carbón, etc.) con lechos fluidizados, los cuales eran operados a altas presiones.

Los científicos e ingenieros encargados de diseñar estos procesos se dieron cuenta que había falta de información sobre, como la presión y temperatura afectaba la operación de los lechos fluidizados. Por lo tanto, muchos estudios comenzaron a realizarse para determinar el efecto de la presión de operación en los lechos. Aunque ha habido mucho progreso en la determinación de los efectos de la temperatura y presión, aun falta más por lograr. Se espera que en los próximos años, el conocimiento de cómo la temperatura y presión afectan la operación de estos sistemas se expanda más allá. [1]

#### **2.2 Problemas y avances en la fluidización.**

Si bien es cierto que el secado en lechos es mejor que el de métodos tradicionales (secado al sol), también es cierto que en el primero hay aspectos importantes que tienen que ser analizados. Sin embargo es importante señalar que la mayoría de los experimentos e investigaciones son realizadas a presiones mayores a la atmosférica. De ahí que, cuando se

pretende trabajar en el campo de la industria de la química fina y farmacéutica, en los cuales se requiere trabajar con presiones por debajo de la atmosférica, se presentan problemas en torno a la presión que se requiere para experimentos como los de la química fina.

En los problemas referidos con anterioridad están los de degradación térmica y seguridad que son consecuencia de que, en el proceso de secado a altas temperaturas o largos tiempos de residencia, se puede suscitar la degradación parcial de productos sensibles a la temperatura. Por otro lado, en la industria farmacéutica los procesos están involucrados con la evaporación de solventes orgánicos, así como también, dentro de los límites de flamabilidad hay riesgo de que se forme una explosión. [2]

Ante estos problemas surge la fluidización en lechos fluidizados a vacío, donde los lechos fluidizados operan a presiones y temperaturas más bajas. Las bajas temperaturas logradas bajo condiciones de vacío minimiza la probabilidad de la degradación térmica. Al mismo tiempo, las bajas presiones de operación proporcionan un proceso seguro fuera de los límites de flamabilidad. [3]

### **2.3 Avances sobre el efecto de la presión y temperatura en los sistemas de fluidización.**

La temperatura y la presión afectan la operación de los sistemas partícula-fluido por que ambos parámetros afectan la densidad y viscosidad del gas. Es la variación de estos dos parámetros la que determina el efecto de la temperatura y presión en la operación de lechos fluidizados.

Incrementando la temperatura del sistema, se origina que la densidad del gas decrezca y que la viscosidad se incremente. Por lo tanto, no es posible determinar solamente el efecto de la viscosidad del gas en un sistema cambiando la temperatura, por que la densidad también se cambia y el resultado que se obtenga puede ser confuso. Muy pocas instalaciones para investigar tienen la capacidad de cambiar la presión del sistema para mantener constante la densidad, mientras, la temperatura esta siendo cambiada para variar la viscosidad del gas.

Cambiar la presión del sistema solo afecta la densidad en el mismo por que, la viscosidad es una función poco convincente de la presión del sistema. Por ejemplo, incrementando la presión del nitrógeno de 1 a 70 bar solo incrementa su viscosidad aproximadamente 10%.

La mayoría de los procesos de lecho fluidizado operan dentro de los rangos de temperatura y presión de temperatura ambiente a 1000 °C y de ambiente a 70 bar, respectivamente. Sobre este rango de temperatura, la viscosidad del gas se incrementa con un factor de 3 a 4, dependiendo del tipo de gas empleado. Si la presión del sistema permanece constante mientras, la temperatura es cambiada, la densidad del gas disminuye sobre este rango de temperatura con un factor de 4.3. Si la presión del sistema es incrementada sin cambiar la temperatura, la densidad del gas se incrementa aproximadamente con el mismo factor. Los efectos de la temperatura y presión en un lecho fluidizado no pueden ser considerados independientes del tamaño de partícula. [1]

Finalmente, es importante considerar los efectos de estos dos parámetros en el análisis de: la expansión del lecho, tamaño de la burbuja, coeficiente de transferencia de calor, etc.

## **2.4 Lechos fluidizados con vapor sobrecalentado.**

El vapor sobrecalentado ha sido reconocido como un medio de secado que conduce a no contaminar y a dar seguridad en el secado a bajos niveles de consumo de energía. [4]

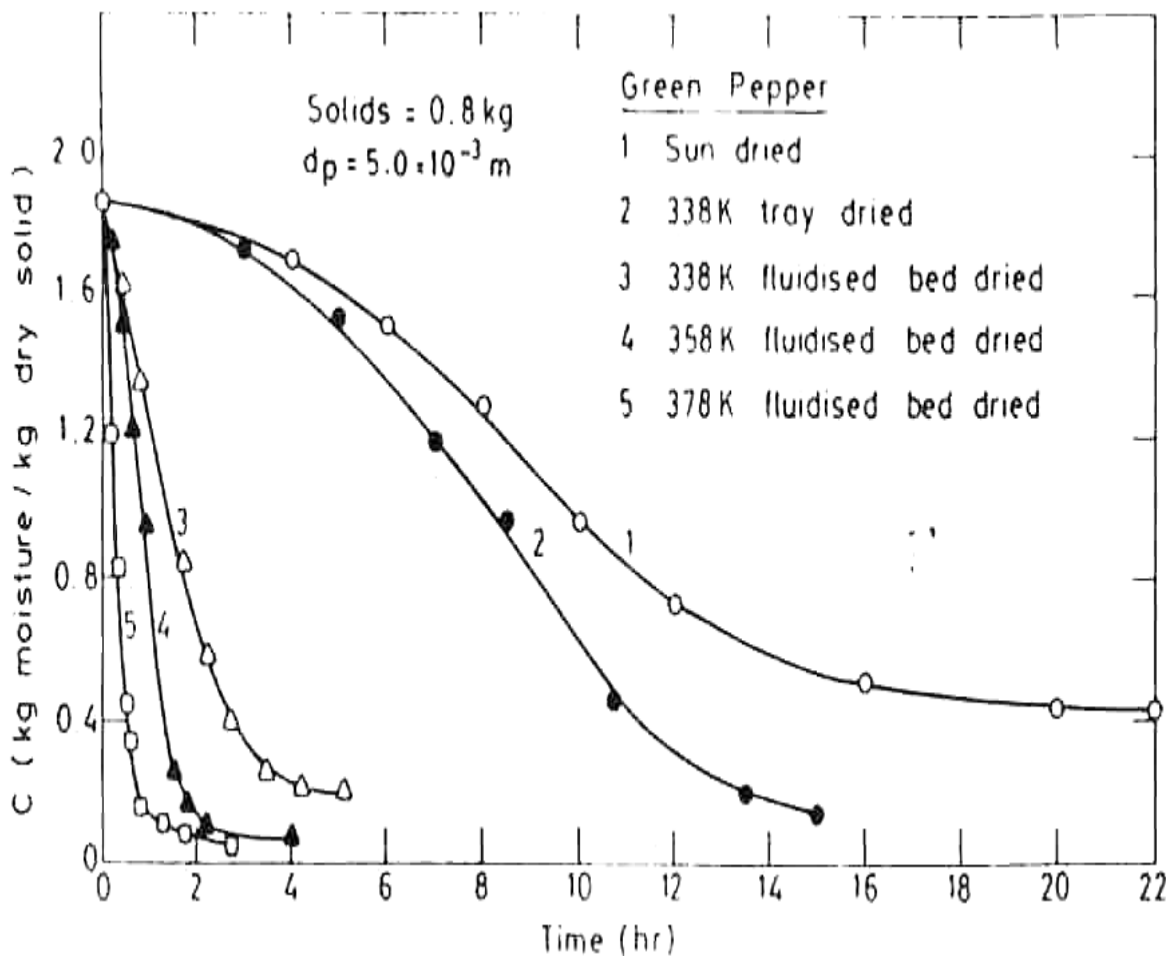
El secado con vapor sobrecalentado ofrece importantes ventajas:

- Ahorro de energía. Más de un 90% de ahorro de energía es posible por que la energía suministrada a estos secadores puede ser recuperada en una forma utilizable. [4]
- Los secadores que operan con vapor sobrecalentado requieren un sistema cerrado, y por lo tanto no hay emisión de partículas finas a la atmósfera que cree contaminación.
- Calidad en el producto. Cuando se lleva a cabo el secado con vapor, no hay posibilidad de que se contamine el producto por humo de gas u oxidación. En muchos casos este da una mejor calidad en el secado. Muchos alimentos para animales contienen fibras, proteínas y almidones. Entonces, en estos productos se ha encontrado al ser secados con vapor sobrecalentado son más fáciles de digerir y en muchos casos tienen un valor nutritivo más alto.
- Operación segura. Como el vapor es inerte, no hay riesgo de de explosión o fuego durante el secado.

Los campos de aplicación más actuales incluye los siguientes: granos, maíz y trigo, alimento para peces, pulpa de frutas cítricas, azúcar, etc.

## 2.5 Ventajas de los lechos fluidizados.

Las razones por las que se ha adoptado el proceso de secado con lechos fluidizados son, debido a que hay más contacto entre el fluido y las partículas, y más transferencia de masa y calor. Thomas y Varma en su investigación, sobre “Secado en un lecho fluidizado de material alimenticio granular”, hicieron una comparación de dos métodos de secado, el secado en un lecho fluidizado y el secado convencional (ver figura 2.1). [5]



**Figura 2.1** Secado fluidizado vs. Secado convencional de pimienta verde. [5]

El material con el que se experimenta es pimienta verde, así que, en la figura 2.1 se compara la eficiencia de los métodos de secado, demostrándose claramente la ventaja que

hay en el secado con lecho fluidizado sobre el convencional, respecto a el tiempo de secado, donde el primero arroja una importante disminución en el tiempo de secado. Además, con respecto al color de la pimienta se observo que cuando se seca en el lecho, esta conserva su color verde natural, con un sabor fresco cuando se procesa a polvo, cabe señalar que este trabajo fue realizado con aire. [5]