

Instituto Tecnológico de Durango



INGENIERÍA QUÍMICA

PROTOCOLO DE TESIS PROFESIONAL

“Análisis dimensional y efecto de las condiciones de operación de un extrusor para producción de partículas de alginato de calcio”

Presenta:

Daniella Haydeé Alanís Lozoya

03040852

Director:

Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

Octubre 2012

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	2
ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	3
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
MÉTODO EXPERIMENTAL.....	10
CRONOGRAMA.....	12
BIBLIOGRAFÍA	13

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es analizar el funcionamiento de un extrusor de partículas esféricas (Figura 1) a través de la variación de los parámetros de operación y su efecto en el diámetro promedio de partícula producida. Estos parámetros pueden reducirse, mediante el análisis dimensional¹, a un cierto número de grupos adimensionales que permiten simplificar la regresión y correlación del efecto de las condiciones de operación, para buscar una correlación matemática que permita predecir el diámetro de partícula en función de dichos parámetros de operación.

Los parámetros de operación que se variarán son: el diámetro de la aguja, el flujo de aire de corte, la presión en el tanque y la concentración de alginato de sodio.

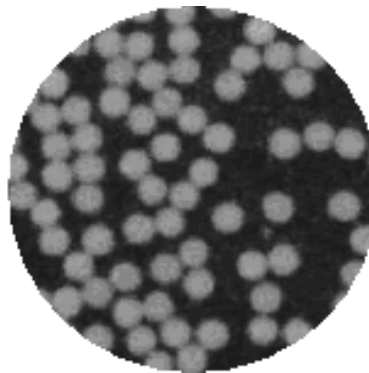


Figura 1. Ejemplo de partículas esféricas

Las partículas esféricas se forman en el momento en que las gotas de alginato de sodio entran en contacto con la solución de cloruro de calcio, produciéndose inmediatamente la gelificación. Un uso que se le puede dar a las partículas es agregar aditivos al alginato para cambiar las propiedades físicas y químicas de las partículas; por ejemplo la adición de materiales magnéticos para fluidización asistida magnéticamente (Cruz-Fierro, 2005; Pinto-Espinoza, 2003).

¹ Teorema pi de Buckingham

JUSTIFICACIÓN

Debido a que diversos procesos utilizados por la industria para la producción de productos farmacéuticos, químicos y alimenticios, requieren de la utilización de partículas sólidas con características específicas es necesario emplear un método que nos permita reducir el tiempo de producción de dichos lotes de partículas, así como tener la capacidad de producirlas con un diámetro específico.

Estas partículas pueden tener distintas aplicaciones como por ejemplo inmovilización de células en aguas residuales para la remoción de nitrógeno, fósforo, metales pesados y metaloides e hidrocarburos, así como también en la industria alimenticia entre otras.

Al obtener datos de las características las partículas de cada lote se estará evaluando las distintas condiciones de operación y el desempeño del equipo, con esto podremos obtener un modelo matemático que nos permita predecir el diámetro de partícula a partir de las condiciones de operación del equipo.

ANTECEDENTES TEÓRICOS

Extrusión

La extrusión es un proceso continuo que consiste en aplicarle presión a un flujo continuo forzándolo a pasar a través de un tubo de menor diámetro, haciéndolo salir por una abertura ya dispuesta.

En la industria, la extrusión consiste en utilización de un flujo continuo de materias primas para la obtención de productos, generalmente metalúrgicos, plásticos y alimenticios, en la que las materias primas son sometidas a fusión, transporte, presión o deformación.

Alginato

“Alginato” es un polisacárido, que se encuentra en gran cantidad en las algas marinas pardas, representando el 30% a 60% de su peso (base seca). El ácido algínico se acumula en las algas marinas en forma de "cuerpos gelatinosos" después de combinarse con las sales del agua de mar. Estos "cuerpos gelatinosos" llenan las células de las algas. La flexibilidad de las algas que crecen en el océano es el resultado de la flexibilidad de estos cuerpos gelatinosos, es decir, los alginatos dándole al alga su estructura típica.

En 1883, el Dr. E.C.C. Standford, científico escocés, fue el primero en aislar y en poner nombre al ácido algínico. Desde entonces, este y sus derivados se han utilizado, en forma de hidrocoloide, para diversas aplicaciones tales como la fabricación de aditivos alimentarios, productos farmacéuticos, cosméticos y textiles.

Las algas marinas son la principal fuente del alginato y crecen en gran cantidad en los océanos de todo el mundo, entre ellas se encuentran las algas pardas que constituyen la materia prima de los alginatos. Los alginatos pertenecen

al grupo de sustancias denominadas "biopolímeros marinos" y están llamando cada vez más la atención debido a la diversidad de sus aplicaciones.

Estructura química

El ácido alginico, un polisacárido, está compuesto de dos especies de ácidos urónicos (Figura 2): la unidad de ácido manurónico (M) y la unidad de ácido gulurónico (G), los cuales forman tres tipos de segmentos de bloque de homopolímeros (Figura 3).

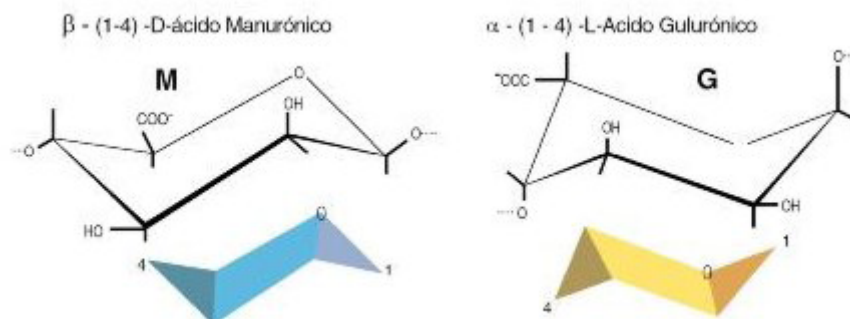


Figura 2. Especies de ácidos urónicos

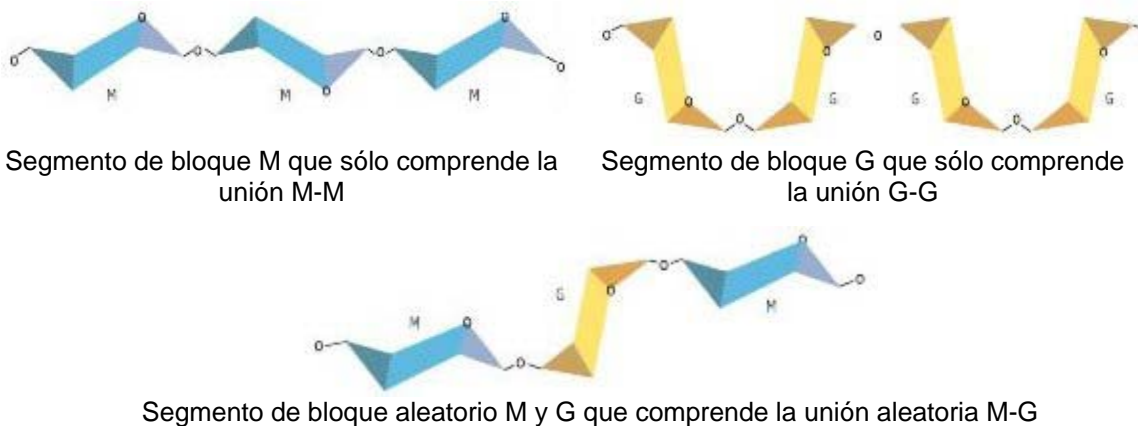


Figura 3. Tipos de segmentos de bloque de homopolímeros

Las diferencias de la relación M/G y la configuración de bloque explica las diferencias de las propiedades y funcionalidad del alginato, en especial, la capacidad gelificante y la fuerza de gel. A modo de referencia, la relación M/G

depende de factores tales como la especie de la alga marina, la parte del alga marina utilizada, la ubicación costera y la estación de cosecha.

El grupo carboxilo, dentro de las unidades M y G, intercambia iones con facilidad, y puede reaccionar con varios tipos de cationes. Esto se traduce en cambios de las propiedades y la funcionalidad del alginato. Al utilizar estas reacciones químicas y los cambios de funcionalidad asociados, los alginatos tienen numerosas aplicaciones comerciales en diversas categorías, tales como agente espesante, agente gelificante, estabilizante de dispersión, coagente de textura o bien, formador de filamentos o películas.

Propiedades de los Alginatos

La mayor ventaja de los alginatos es su comportamiento en solución acuosa. Una variedad de cationes se combina con los grupos carboxilos de alginatos, lo que se traduce en un cambio importante de sus propiedades y funcionalidad.

Los alginatos se transforman rápida y suavemente por reacciones de intercambio iónico con sales de metales divalentes. Esto se representa en la siguiente gráfica que muestra el cambio de viscosidad a medida que se produce el intercambio iónico entre iones monovalentes por divalentes. Al inicio, la solución de alginato tiene propiedades de flujo laminar, terminando en una estructura firme de gel (Figura 4).

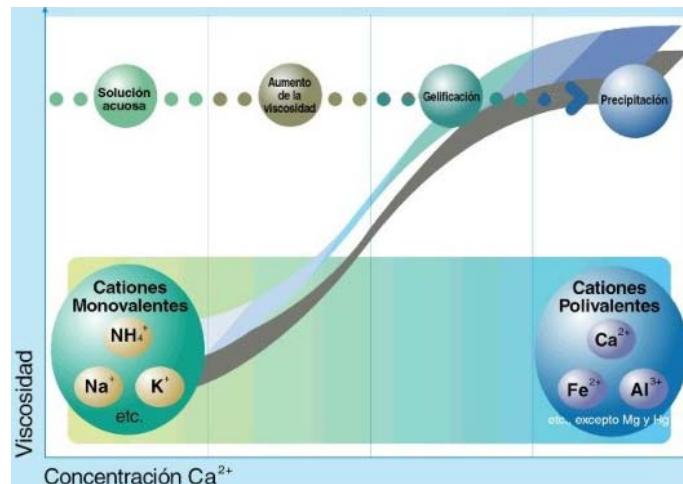


Figura 4. Gráfica de cambio de viscosidad

Propiedades de la solución de alginato de sodio

El alginato de sodio es soluble en agua fría y caliente. Esta solución de pH neutro es un líquido suave y viscoso.

Efecto del Peso Molecular

La viscosidad de la solución acuosa de alginato de sodio depende directamente del peso molecular, es decir, del grado de polimerización del alginato de sodio.

La viscosidad de la solución acuosa de alginato de sodio aumenta logarítmicamente a medida que aumenta la concentración del alginato de sodio.

Transición de alginatos de Sol a Gel

- La transición de Sol (fluido viscoso) a Gel (cuerpo elástico) se observa a la vista. La masa gelificada es un co-polímero de dos tipos de segmentos, los segmentos de bloque G entrelazados por interacciones intermoleculares y los segmentos de bloque M disueltos.

- Un segmento del polisacárido que esté formado por monómeros de ácido gulurónico (poliguluronato) presenta una forma similar a una cinta rizada, con hendiduras en las cuales encajan perfectamente los iones calcio, formando una estructura llamada “Modelo de Caja de Huevos”(Figura 5). Estos enlaces cruzados se estructuran mediante la quelación de un sólo ión calcio a través de los grupos hidroxilo y carboxilo en cada uno de los pares de las cadenas de polímeros.

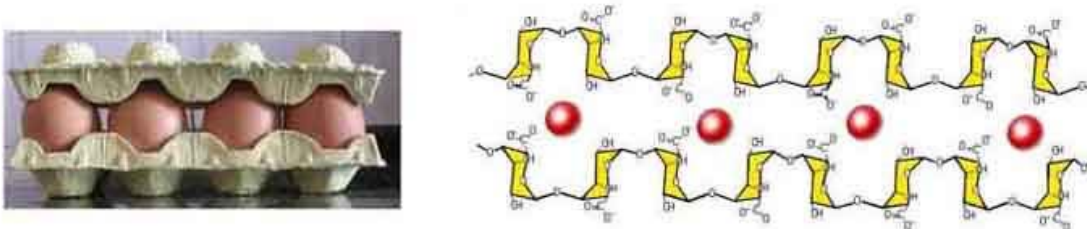


Figura 5. Estructura de “Caja de huevos” del alginato de calcio

- De los alginatos ricos en ácido manurónico (M) se obtiene un gel elástico; mientras que de los alginatos ricos en ácido gulurónico (G) se obtiene un gel firme y quebradizo. La rigidez del gel de los productos fabricados se puede ajustar al mezclar los alginatos M y G en la proporción deseada.

- Una gelificación inmediata se produce cuando los iones de calcio se contactan con los alginatos (Figura 6). Aprovechando esta característica, es posible producir una jalea esférica al dejar caer gota a gota una solución acuosa de alginato en una solución de calcio. También se puede producir una jalea con forma de hilo al dejar caer la solución de alginato en forma continua.



Figura 6. Ejemplo de gelificación

• Dado que el gel de alginato está compuesto de las uniones iónicas generadas por reacción entre los alginatos y los cationes divalentes/polivalentes, este gel permanece en una fase irreversible incluso bajo calor. No se produce ruptura cuando este gel de alginato es esterilizado al calor, calentado en un horno eléctrico o se aplican procesos de congelación/descongelación.

• La velocidad de reacción de la gelificación entre los alginatos y los iones calcio puede controlarse mediante el ajuste de la velocidad de ionización del calcio como se describe a continuación:

- (1) Seleccionar un tipo adecuado de sal de calcio,
- (2) Usar secuestrantes de combinación,
- (3) Ajustar con un nivel de pH apropiado.

(<http://www.kimica.jp/>)

Aplicaciones de los alginatos

- En el estudio de lechos fijos, fluidizados, sedimentadores y otros procesos de contacto sólido-fluido.
- En el manejo de las heridas exudativas e infectadas utilizando apósitos de alginato de calcio vs cura convencional.
- Perlas de alginato son empleadas con fines terapéuticos.
- En la cerveza mantiene y mejora la espuma.
- En cremas en pastelerías mantiene en un rango las diferentes texturas.
- En jugos de frutas para estabilización y emulsificación.

(<http://bases.bireme.br/cgi>)

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de los principales parámetros de operación (flujo de aire de corte, diámetro de aguja, presión en el tanque y concentración de alginato) de un extrusor de partículas esféricas en el diámetro de las partículas producidas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Producir lotes de partículas variando el flujo de aire de corte, el diámetro de la aguja, la presión en el tanque y la concentración de alginato en la solución.
- Caracterizar cada lote de partícula de una muestra representativa y obteniendo información estadística para cada lote.
- Realizar un análisis dimensional de los parámetros relevantes para la operación del equipo con el fin de generar grupos adimensionales que permitan analizar el conjunto de datos experimentales que se obtengan.
- Proponer un modelo matemático por regresión que correlacione adecuadamente los números adimensionales relacionados con el diámetro de partícula y los parámetros de operación.

MÉTODO EXPERIMENTAL

El equipo a utilizar es el extrusor de partículas esféricas (Figura 7) diseñado y construido por Valero Soria (2009). El equipo esta formado principalmente por un tanque, por el cuerpo del extrusor, por la cámara de corte y por el compresor de aire.



Figura 7. Extrusor de partículas

En la Figura 8 se muestra el esquema del funcionamiento del equipo que se utilizará para la elaboración de las partículas esféricas. Para la producción de las partículas se introduce la solución de alginato de sodio en el tanque y está fluye hasta llegar a la punta de la guja, por efecto de la presión proporcionada por el compresor. Las gotas de alginato caen en un vaso de precipitado en el cual se encuentra la solución de cloruro de calcio, al entrar las gotas en contacto con la solución se calcifican y por tanto se forman las partículas.

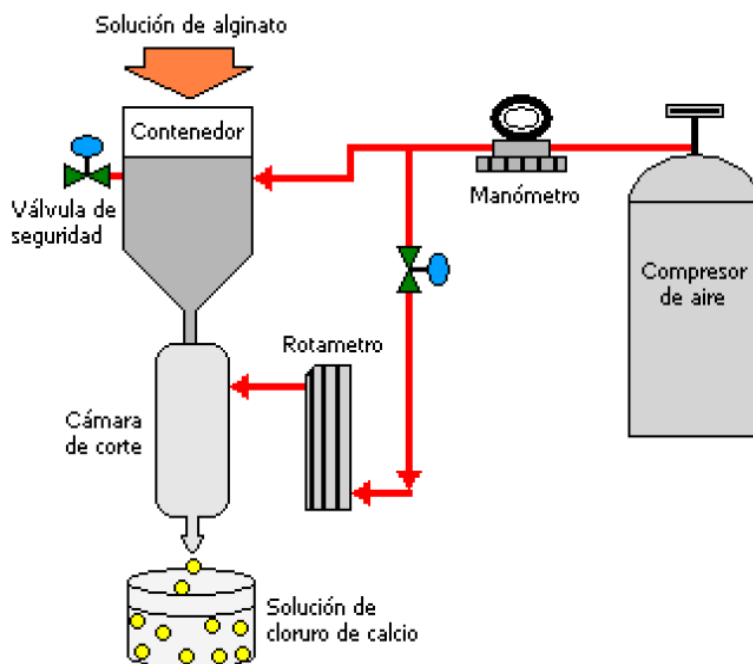


Figura 8. Diagrama de operación del equipo

Los parámetros de operación que se modificarán y analizarán en este proyecto son el flujo de aire, la presión en el tanque, el diámetro de la aguja y la concentración de alginato. Se utilizarán 3 calibres diferentes para el diámetro de la aguja y 3 concentraciones de alginato. Para el flujo de aire y la presión en el contenedor se manejarán cinco valores dentro de los rangos de operación del equipo.

En base a este diseño experimental se obtendrán 225 lotes de partículas. Se tomará una muestra de cada uno de los lotes para analizarla y obtener el diámetro promedio de cada lote y su desviación estándar.

Mediante la aplicación del teorema pi de Buckingham se generará un conjunto de grupos adimensionales a partir de las variables de interés. Con los grupos adimensionales generados se buscará una correlación matemática que permita estimar el diámetro de partícula en base a los parámetros de operación mencionados.

CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	FECHA				
	Ago-Dic-11	Ene-Jun-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12
Revisión de bibliografía					
Producción de partículas					
Análisis estadístico por lote					
Análisis dimensional					
Formulación de modelo de regresión					
Redacción de tesis					
Defensa de tesis					

Nota: Este proyecto de tesis está relacionado con un trabajo previo de residencia profesional, por lo que ya se tiene avance en la investigación bibliográfica y en el funcionamiento del extrusor. Sin embargo, no se van a emplear los lotes de partículas ni los datos obtenidos previamente, sino que consiste en un estudio nuevo, ampliado, tomando un rango mayor de los parámetros analizados anteriormente e incluyendo nuevos parámetros (aunque sí se tiene contemplado comparar algunos lotes con los trabajos previos). El análisis dimensional propuesto no se trabajó en la residencia; los grupos adimensionales generados serán la base del análisis global para la correlación de las condiciones de operación (en vez de las variables originales como en los estudios anteriores).

BIBLIOGRAFÍA

Acha de la Cruz O. (1999). "Extracción de ácido algínico de la especie *Gratelupia doryphora* (algas pardas-Ancón-Perú)". *Tecnia. Universidad Nacional Mayor de Ingeniería-Perú*, 9(1):19-24.

Alanís Lozoya D. H. (2009). "Efecto de los principales parámetros de operación de un prototipo de extrusor de partículas esféricas". Reporte de residencia profesional, Instituto Tecnológico de Durango.

Cruz-Fierro C. F. (2005). "Hydrodynamic Effects of Particle Chaining in Liquid-Solid Magnetofluidized Beds: Theory, Experiment, and Simulation". Tesis para obtener el grado de Doctos en Filosofía en Ingeniería Química, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EE. UU.

Perry H., Green D. W., Maloney J. O. (2003). "Manual del Ingeniero Químico". McGraw Hill. P. 16-4 y 20-20.

Valero Soria H. A. (2009). "Prototipo para la producción de partículas esféricas por extrusión". Tesis para obtener el grado de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Durango.

<http://miiksci.unizar.es/bioquimica/tmas/azucares/alginato.html>

[http://bases.bireme.br/cgi-](http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILAC)

[bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILAC](http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILAC)
[S&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=276513&indexSearch=ID](http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILAC)

<http://www.kimica.jp/spanish/portada.htm>