

SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE ADITIVOS ALIMENTARIOS

Alba, F. ^(p); Gómez, J. A.; Cremades, L. V.; González, M^a M.; Sierra, C.; Fernández, R.

Abstract

Food additives are ingredients added to food in order to increase their security, nutritious value or qualities. In many cases, the additives are provided as tablets, each of which contains the precise dose of additives and salt for each container. When the compression of the ingredients is not possible, the dry dosing process is replaced by a liquid dosing process in which the additives are dissolved in water (control liquid) and they are provided by a waterfall as the container passes through. This liquid dosing process displays sundry disadvantages: incorrect doses, insoluble ingredients, contamination of the control liquid, etc... The main goal of the project is the research and development of a new process: conditioning the food additives is such a way that could allow the compression of those mixtures of additives that cannot be currently compressed. After a year since the project kicked off, the mechanisms, fundamental parameters and optimal values of the preparation processes have been defined. Currently, a laboratory prototype is being tested. This prototype, with 5 kg capacity, integrates all the conditioning processes previously studied

Keywords: Additives, Food, Compression, Pills

Resumen

Los aditivos alimentarios son ingredientes que se añaden a los alimentos con el propósito de aumentar su seguridad, valor nutritivo o cualidades [1]. En muchos casos, los aditivos se suministran en forma de comprimidos, cada uno de éstos contiene la dosis específica de aditivos y sal para cada recipiente [2]. Cuando la compresión de los ingredientes no es posible, la dosificación en seco se sustituye por una dosificación líquida en la que los aditivos se disuelven en agua (líquido de gobierno) y se suministran en cascada al paso del recipiente. La dosificación de aditivos por líquido de gobierno presenta una gran cantidad de inconvenientes: dosis incorrectas, ingredientes insolubles, contaminación del líquido de gobierno, etc,... [3]. El objetivo fundamental del proyecto lo constituye la investigación y desarrollo de un nuevo proceso: el acondicionamiento de aditivos alimentarios que permita la compresión de aquellas mezclas de aditivos que actualmente NO se pueden comprimir. En el primer año de proyecto se definieron los mecanismos, parámetros determinantes y valores óptimos de los procesos de acondicionamiento. Actualmente se están realizando las pruebas de acondicionamiento con el prototipo de laboratorio que se ha construido. Este prototipo, con capacidad para 5 kg, integra los TODOS los procesos de acondicionamiento estudiados anteriormente.

Palabras clave: Aditivos, Alimentos, Compresión, Comprimidos

1. Introducción

El objetivo fundamental de este proyecto lo constituye la investigación y desarrollo de un nuevo proceso para el acondicionamiento de aditivos alimentarios para conservas vegetales que permita la compresión de aquellas mezclas que actualmente NO se pueden comprimir.

Este trabajo presenta unos retos tecnológicos potenciales importantes. En primer lugar no existe ningún proceso similar aplicable a los aditivos alimentarios de conservas vegetales, a

esto hay que unir las propiedades especiales del comprimido: formulación compleja por la granulometría, elevada higroscopicidad de los componentes, compactación de la pastilla limitada por la necesidad posterior de disolución, componentes muy pulverulentos, cristalizados, deshidratados, especias, etc.

2. Diseño del protocolo de ensayos

En esta actividad se determinaron los ensayos y maquinaria necesarios para el estudio de los procesos de pretratamiento. Debido a que en este punto de la investigación no se cuenta todavía con el prototipo acondicionador, las pruebas reprodujeron, con alguna mejora, los procedimientos “artesanales” empleados en las pruebas preliminares, es decir, la mezcla se realizará en mezcladores de laboratorio, el aporte de agua se hará de forma manual, etc...

Se determinó que los parámetros que debían medirse en las distintas pruebas fueran:

- ? Distribución granulométrica inicial y final de la mezclas de aditivos
- ? Humedad y temperatura, inicial y final de la mezclas de aditivos
- ? Posibilidad o no de compresión de las mezclas procesadas
- ? Características de los comprimidos obtenidos (en su caso):
 - ? Compacidad
 - ? Dureza
 - ? Friabilidad
 - ? Validación de las propiedades mejorantes y de su posible toxicidad.

De las mezclas objeto de estudio, se escogieron dos mezclas, una que es posible comprimir y otra que en actualidad NO es posible comprimir (mezcla especial):

- ? DIAPIM PIQUILLO: Nombre comercial de una mezcla de aditivos compuesta principalmente de sal y ácido cítrico empleada en conservas de pimientos del piquillo. Se fabrica en formato comprimido de 1 gr hasta 3 gr. En el año 2006 se llegaron a fabricar más de 50 millones de comprimidos de este tipo. En este caso se pretendía comprobar la probable disminución en el empleo de excipiente (estearato de magnesio) en la compresión, gracias al proceso de acondicionamiento.
- ? FLAVOLIVA: Nombre comercial de una mezcla de aditivos (Sal, Ac.Cítrico, Sorbato Potásico, Ac. Ascórbico, Guanilato, Inosinato, Metabisulfito) que actualmente NO se puede comprimir (mezcla especial) empleada en conservas de encurtidos como aceitunas y pepinillos. Se suministra en polvo para dosificarse como líquido de gobierno ante la imposibilidad de hacerlo en formato comprimido.

Por último, se confeccionó un calendario de pruebas para el acondicionamiento y compresión de las mezclas objeto de estudio.

3. Pruebas de referencia de compresión de las mezclas SIN pretratar

Se realizaron pruebas de compresión de cada una de las mezclas objeto de estudio SIN pretratar. Estos ensayos facilitaron los valores de referencia con los que comparar los comprimidos obtenidos con pretratamiento (que se obtendrán posteriormente).



Figura 1. Máquina Compresora Empleada

En las pruebas realizadas se recogieron los valores de los siguientes parámetros:

- ? Temperatura y Humedad de la sala de pruebas
- ? Temperatura y Humedad de las mezclas de ingredientes
- ? Material de los elementos propios de la compresión empleados
- ? Estado de los elementos propios de la compresión empleados: desgaste, corrosión, número de comprimidos fabricados con anterioridad (medida de su antigüedad).



Figura 2. Corrosión / oxidación de los punzones



Figura 3. Adherencia del aditivo al punzón

- ? Determinación del número de comprimidos mínimo que deben producirse sin incidencias: Una mezcla se considera que NO se puede comprimir, si no se obtienen de manera continuada los comprimidos previstos.
- ? Cantidad de excipiente empleado.
- ? Validación de las propiedades mejorantes y de su posible toxicidad.
- ? Calidad de los comprimidos obtenidos: compacidad, dureza, friabilidad
 - ? Rotura o baja compacidad
 - ? Grietas transversales o perimetrales
 - ? Adherencia a los punzones y matrices
 - ? Mal acabado superficial, con falta de material en algunas zonas



Figura 4. Fractura por adherencia a punzón del casquete superior



Figura 5. Fractura del comprimido por baja compacidad

4. Pruebas de acondicionamiento/compresión de las mezclas objeto de estudio

4.1 Pruebas Preliminares

En esta actividad se realizaron todas las pruebas especificadas en el calendario de pruebas. El éxito del proceso del acondicionamiento de cada mezcla se medirá en términos de la posibilidad de su compresión.

Según el método definido en investigaciones anteriores (“deshumectación forzada”), para lograr el acondicionamiento de los ingredientes en polvo, en primer lugar, hay que humectar la mezcla, para que a medida que mezclamos esta, los granos de polvo se “peguen” unos con otros formando así gránulos de distintas formas y tamaños dependiendo de los ingredientes de la mezcla, de la cantidad de líquido humectante aplicado y el tiempo de mezclado. Posteriormente se debe evacuar la humedad aplicada para que se forme una estructura sólida estable.

Para realizar la mezcla de ingredientes se empleó un recipiente de plástico de pequeña capacidad. Para la aplicación de la humedad se utilizó una pistola dispensadora de producto limpia-cristales y todo el conjunto se mezcló gracias a un torno del laboratorio de fabricación de prototipos.

Observaciones:

- ? Se emplearon 200 gr de cada una de las mezclas. Las mezclas se facilitaron YA mezcladas por la empresa suministradora de los aditivos alimentarios.
- ? En ambos casos se aplicaron con la pistola 20 pulsos de agua (**18 ml** aprox.) y la duración total del proceso fue de 20 minutos. Para la mezcla de DIAPIM se aplicaron 15 pulsos de agua iniciales y se mezcló durante 10 minutos, posteriormente se aplicaron otros 5, para mezclar de nuevo otros 10 minutos más. En el caso de la FLAVOLIVA se alternaron en 4 ocasiones, 5 pulsos de agua con otros tantos minutos de mezcla.
- ? La mezcla se realizó con una velocidad de rotación de 62 r.p.m.
- ? Para el secado de ambas mezclas se empleó un secador de bandejas, con una temperatura de 70°C durante 24 horas.
- ? Una vez secada la mezcla, se tamizó con las mallas de 2.5 y 0.63 mm. Después de las primeras pruebas de compresión, únicamente se consideró como gránulo “aprovechable” aquel que tuviese un diámetro de partícula inferior a 2.5 mm. La justificación de esta discriminación es puramente geométrica, si se comprime una mezcla con gránulos con un tamaño superior a 2.5mm, se obtendrían comprimidos con desviaciones de peso mayores de las permitidas (5%).



Figura 6. Mezclas de FLAVOLIVA y DIAPIM acondicionadas. Tamaño de grano > 2.5 mm -> rechazo



Figura 7. Mezclas pretratadas y comprimidos obtenidos. Tamaño de grano < 2.5 mm

- ? Se logró comprimir el rango de granulometría indicado de ambas mezclas, empleando un 0.4% de excipiente (estearato de magnesio).

4.2 Modificaciones Introducidas en el Proceso de Acondicionamiento

En las pruebas preliminares de acondicionamiento se obtuvo un altísimo porcentaje de rechazo respecto de la cantidad inicial de mezcla (DIAPIM: 30.4%, FLAVOLIVA: 27.1%). Como se indicó en el punto anterior, este rechazo está impuesto por el tamaño máximo (2.5mm) que los gránulos de las mezclas acondicionadas no deben superar para obtener comprimidos sin desviaciones de peso superiores al 5%.

Para intentar reducir lo más posible estos porcentajes de rechazo (que hacen inviable la aplicación industrial del proceso) en las posteriores pruebas, se determinaron las siguientes acciones:

- a) Eliminación total del aporte de agua:

Manteniendo como mezclas de estudio el DIAPIM y a la FLAVOLIVA, se introdujeron directamente en el horno con el propósito de eliminar la humedad natural del producto. Por lo tanto, NO hubo aporte de líquido.

Resultados:

- ? La granulometría de la mezcla no varió respecto de la inicial, por lo tanto era correcta.
- ? Se pudo comprimir la mezcla de DIAPIM (con la misma cantidad de estearato que la empleada en su producción normal), pero fue **imposible comprimir** la mezcla de **FLAVOLIVA**.

- b) Reducción del aporte de agua respecto de las pruebas de granulación:

Teniendo en cuenta que un aporte de líquido humectante de **18 ml** para 200 gr de mezcla era **excesivo** (tamaño de gránulo excesivo en pruebas preliminares) y que **SIN** aporte de humedad no se consiguió comprimir la mezcla de FLAVOLIVA ni reducir el estearato empleado para el DIAPIM (prueba de eliminación total del aporte de agua), en este caso se probó a reducir las cantidades de agua aportadas dentro de este margen (0 ml ? 18 ml para 200 gr) hasta obtener los siguientes resultados:

Resultados:

- ? La reducción en el aporte de agua se realizó hasta un punto en el que fue imposible percibir a simple vista la formación de gránulos de ningún tamaño durante el proceso de mezcla (realizada en el torno). Este momento se alcanzó, cuando se aplicaron **5 ml** de agua (4 pulsos de pistola) a los 200 gr de mezcla.

- ? Con esta cantidad de agua (5 ml) y justo después del proceso de secado en el horno se logró comprimir la mezcla de FLAVOLIVA y en el caso del DIAPIM, éste pudo comprimirse con la mitad de estearato empleado normalmente (2%).
- ? En ambos casos la granulometría fue homogénea, por debajo de los 2.5 mm de tamaño de tamaño de grano y el peso de los comprimidos obtenidos estaban dentro de los valores de tolerancia.
- ? Cuando se redujo aún más el aporte de agua (< 5 ml para 200 gr) los resultados obtenidos fueron los mismos que si NO se hubiese aportado agua.



Figura 8. Comprimidos de FLAVOLIVA y DIAPIM. Deshumectación forzada. grano <0.63mm

4.3 Conclusiones obtenidas de la actividad

De las pruebas preliminares anteriormente descritas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ? El proceso de acondicionamiento debe prestar especial atención a la homogeneidad y tamaño de los gránulos obtenidos en el proceso de pretratamiento:
 - ? **Granulometría Homogénea:** Es imprescindible que exista una granulometría homogénea para que se rellene de manera óptima el hueco de la matriz y se puedan obtener, de esta manera, comprimidos con desviaciones de peso menores del 5%.
 - ? **Tamaño de partícula:** Se considera que el tamaño de gránulo obtenido no debe superar 2.5 mm.

5. Validación de las características mejorantes / inocuidad de las mezclas pretratadas

Para que el empleo de un aditivo pueda ser aceptado en alimentación, debe ser sometido a una completa evaluación toxicológica [4]. Las pruebas se realizaron en los LABORATORIOS L.A.C. (Calahorra, La Rioja)

Todos los comprimidos obtenidos, a partir de las mezclas pretratadas, fueron sometidos a una serie de controles con el propósito de:

- ? Comprobar que las proporciones en peso de cada uno de los ingredientes de los comprimidos fabricados se encuentran dentro de los márgenes permitidos (2%), es decir, **comprobar** que el **proceso de mezcla es efectivo** y que la humectación y posterior secado, NO afectan negativamente a la distribución en peso de los ingredientes.

- ? Asegurar que los aditivos empleados no han sufrido cambios en sus propiedades mejorantes y que no suponen **ningún riesgo en términos de toxicidad**.
- ? Asegurar la **disolución total** del comprimido en el recipiente destino, sin que existan partes de la misma que permanezcan sin disolver una vez dosificadas.

En TODOS los casos, los resultados de los análisis realizados, tanto de toxicidad como de solubilidad, indicaron que las propiedades de los comprimidos obtenidos eran idénticos a las de los comprimidos que se producen actualmente.

Otra de las pruebas que se realizaron con éxito fue la de la dosificación de dichos comprimidos en un dosificador automático de comprimidos. La prueba se realizó con comprimidos de FLAVOLIVA empleando el circuito de pruebas con el que cuenta la Universidad de La Rioja.

Se puede concluir que los comprimidos obtenidos a partir del proceso de acondicionamiento diseñado son **PERFECTAMENTE VÁLIDOS** para su dosificación en cualquier planta envasadora.

6. Estudio de los parámetros de la compresión para su aplicación en mezclas de aditivos SIN pretratar

Las mezclas de aditivos alimentarios **comprimidos** poseen una limitación, por razones sanitarias, en el empleo de excipientes que faciliten la compresión (<0.4% en peso del total de la mezcla) [5]. Por este motivo la operación de compresión supone una tarea muy delicada y difícil (en algunos casos imposible) debido a las características particulares de los componentes.

Como se ha indicado anteriormente, la **principal razón que impide la compresión** de estas mezclas de aditivos, radica en la naturaleza de sus ingredientes. En algunos casos, estos son extremadamente abrasivos con los elementos de la compresión (matriz y punzones) que hacen imposible el trabajo continuado de las máquinas de compresión independientemente de la presión o la geometría de la pastilla. Por esta razón, un factor fundamental en la fabricación de comprimidos lo constituye la maquinaria y utillería empleada en la compresión de las mezclas.

En este sentido se pensó que una modificación de los parámetros de la compresión facilitaría la compresión de alguna de las mezclas estudiadas. Debido a la especial importancia de este punto se consideró el estudio de la nueva utillería de compresión como uno más de las actividades del proyecto.

6.1 Fabricación de los comprimidos. mezcla y compresión.

La compresión directa de las mezclas es la alternativa más económica para la fabricación de comprimidos y la que se emplea para la fabricación de las mezclas que actualmente se pueden comprimir. Este tipo de fabricación de comprimidos se realiza en 2 tipos de máquina:

- ? **Excéntricas:** Un punzón que comprime el polvo dosificado en una matriz. Son máquinas tradicionales que se emplean para producciones limitadas.
- ? **Rotativas:** Varias matrices van siendo llenadas y comprimidas al girar un revolver. Especial para grandes producciones.

En ambos casos se lleva a cabo la misma secuencia en el conformado del comprimido: llenado, matriz, enrasado, compresión y expulsión del comprimido.

Las pruebas que se realizaron sobre los comprimidos buscaban satisfacer las siguientes especificaciones:

? Geometría de los comprimidos

Los comprimidos deben poseer una determinada geometría para que puedan ser empleadas en un dosificador automático de comprimidos. La forma que debe poseer el comprimido para la dosificación automática viene impuesta por el sistema de dosificación diseñado. Para el correcto funcionamiento de este sistema es preciso que los comprimidos rueden uno respecto de otros para poder discriminar una hilera de estos, del conjunto almacenado a granel en el depósito principal. Una vez que se ha obtenido una fila de pastillas, éstas tienen que rodar por el conducto que hace de almacén, antes de la dosificación en los recipientes. Para que sean posibles estos movimientos relativos entre pastillas, no es necesario que la pastilla sea totalmente esférica, basta con que el cuerpo de la pastilla tenga unas proporciones similares en cuanto al diámetro y la altura y que no presente aristas pronunciadas que puedan provocar atascos entre ellas.

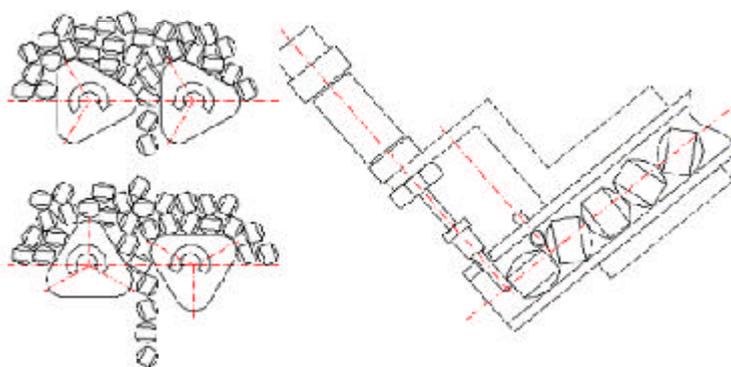


Figura 9. Mecanismo de serialización y expulsión del dosificador automático

? Dureza / Compacidad

Debe existir un compromiso entre la dureza mínima necesaria para que el comprimido soporte los trasiegos propios del transporte, manipulación y paso por el dosificador automático y una dureza máxima que no suponga un retraso en la dilución del comprimido en el recipiente.

? Uniformidad de peso

Todos los comprimidos destinadas a un determinado recipiente tienen que tener un peso dentro de los límites de tolerancia establecidos (<5%).

Para superar satisfactoriamente todos estos requisitos se estudiaron distintos diseños de matrices y punzones, propias de una máquina de compresión excéntrica.

6.2 Modificación en el diseño y materiales de los punzones.

A continuación, se detalla un resumen de las experiencias y conclusiones obtenidas después de sucesivos mecanizados con distintos materiales y una vez realizadas numerosas pruebas de compresión con varios tipos de mezclas.

? Disminución de la curvatura de la cabeza del punzón

Existe una relación directa entre el diámetro que determina la concavidad de los punzones y la presión máxima que se puede ejercer para conformar una pastilla. Cuanto menor es la curvatura de los casquetes, mayor es la presión que puede aplicarse sin que el material de

la pastilla se adhiriera a la superficie de contacto de los punzones. Esta disminución en la curvatura tiene como límite la concavidad necesaria para que los comprimidos rueden una respecto de otras en el depósito principal del dosificador.

? Empleo de nuevos materiales:

Hasta el momento actual la mayoría de los problemas existentes a la hora de fabricar comprimidos estaban relacionados con el **desgaste** (ataque físico) y la **corrosión** (ataque químico) de los punzones. Las paradas en la producción para pulir los troqueles eran continuas y la vida útil de los punzones (medida en número de cajas de pastillas que es capaz de fabricar entre paradas) se reducía con cada repaso. El material de los punzones era de acero F-521 templado y revenido.

Con el propósito de mejorar en este punto tan crítico y de ayudar, de esta manera, al propósito fundamental de conseguir la compresión de las muestras especiales, se realizó una búsqueda exhaustiva sobre posibles metales y recubrimientos para los punzones.

Durante 3 meses se probaron distintas posibilidades. La bondad de cada tratamiento térmico o recubrimiento se medía en términos del número de cajas de pastillas fabricadas sin paradas para pulir. Para esta prueba se empleó una máquina compresora excéntrica de 1 sólo punzón debido al elevado precio de los tratamientos.

Los resultados fueron los siguientes:

- ? Carburos de Cromo y de Tungsteno, recubrimientos de 4 mm.
- ? Nitruración (recubrimientos de 4 mm)
- ? Cromados (recubrimientos de 4 mm)
- ? Carburo de Titanio y Carburo Nitruro de Titanio (recubrimientos de 4 mm)
- ? Acero pulvimetalúrgico CPM 420V (sin recubrimiento, todo el punzón mecanizado a partir de una pieza maciza)



Figura 10. Punzón inf. y sup. recubiertos de carburo de cromo (izqda.) y tungsteno (drcha.)

La opción del acero pulvimetalúrgico fue muy superior al resto de las alternativas en términos de número del comprimidos fabricados sin necesidad de pulido y en calidad de los comprimidos obtenidos, ya que con este material era posible aplicar una presión conformación mayor que la habitual.

6.3 Características del nuevo material de los punzones. Acero CPM 420V INOX

El acero CPM 420V, es un acero inoxidable pulvimetalúrgico hipercarburado de altísima resistencia al desgaste, oxidación y corrosión con buena pulibilidad. Adecuado para matricería, estampación-corte, herramientas de extrusión que exigen inoxidable (química, plásticos, cauchos...), ejes, válvulas, husillos, matrices. Tiene gran aplicación en industria de la alimentación, cirugía y farmacia (compactación medicamentos).

La clave del éxito de este material frente al resto, se debe a sus magníficas prestaciones frente a los problemas críticos a la hora de comprimir pastillas: el **desgaste físico** propio de la erosión y la **corrosión química** producida por los ingredientes de las mezclas (principalmente sal). En las siguientes figuras, se puede observar los valores de resistencia al desgaste y vida relativa (vida relativa por corrosión) del acero CPM 420V INOX (o su variedad CPM 9V) frente al acero **1.2379** (denominación UNE, **F-521**) que es el que ha sido empleado hasta este momento.

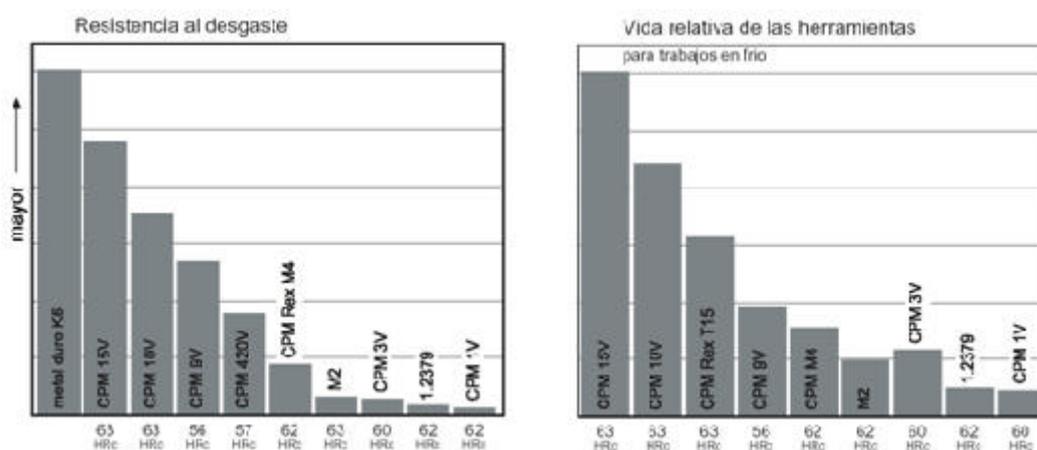


Figura 11. Características del acero CPM 420V INOX

A pesar de NO haber sido posible comprimir las mezclas especiales (SIN realizar el proceso de acondicionamiento en el prototipo) con estas modificaciones, se ha comprobado una mejora extremadamente significativa en el proceso de compresión de las mezclas habituales que SI se pueden comprimir. Se ha aumentado la calidad de los comprimidos y el número de comprimidos que se pueden fabricar sin paradas para pulir los punzones.

Otra ventaja que presentan estos casquillos es que son elementos muy comunes para otras aplicaciones por lo que su suministro es inmediato y su precio muy asequible.

Este mismo concepto aplicado en las matrices puede aplicarse a los punzones haciendo que sea posible separar el cilindro del resto de la pieza con lo que podrían sustituirse los deteriorados sin necesidad de fabricar toda la pieza.

7. Conclusiones.

Ya se han comenzado las pruebas de funcionamiento del prototipo acondicionador con el que se podrán reproducir a escala las pruebas de acondicionamiento/compresión que se han ensayado con éxito. El resultado de las pruebas de mezcla ha sido muy satisfactorio. Las mejoras identificadas en el proceso de compresión ya han sido introducidas en la producción actual de comprimidos. Antes de disponer del prototipo definitivo y a la vista del éxito de las pruebas de mezcla se ha decidido solicitar la patente del mencionado sistema. El título de la invención es "Aparato Para Acondicionar Material Particulado Mediante Mezcla, Humectación y Secado", con N° de solicitud P200701479.

Referencias

- [1] Calvo Rebollar, M. Aditivos Alimentarios. Propiedades. Aplicaciones y Efectos sobre la salud Librería General. Zaragoza. 1991.
- [2] Multon, J.L., Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Agroalimentarias. Universidad de Columbia. 1999.
- [3] Otero, A., Formas de aplicación / Formas de dosificación. Mezclas y comprimidos. Curso sobre aditivos y su aplicación en la Industria alimentaria. 2000.
- [4] Salas, J., Barca, M., Pollastini, M.T., Rubio, C., Calabuig, M.T., Ensayos toxicológicos para el estudio y Contratación de un Aditivo Alimentario, Simposium Internacional sobre los Aditivos en la Industria Agroalimentaria. Publicaciones Científicas. M.A.P.A. Madrid. 1986.
- [5] Villanira, I., Aditivos Alimentarios. Fundación Española de Nutrición. Serie Divulgación nº4. Madrid. 1985.

Agradecimientos

Este proyecto está financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia dentro del Plan Nacional de I+D+i (2004-2007), con código DPI 2006-02454 y por el 3º Plan Riojano de I+D+i del Gobierno de La Rioja.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Fernando Alba Elías
Universidad de La Rioja. Departamento de Ingeniería Mecánica. Edificio Departamental.
C/ Luis de Ulloa 20, 26004 Logroño (España).
Phone: +34 941299276
Fax: +34 941299794
E-mail: fernando.alba@unirioja.es
URL: <http://api.unirioja.es/edmans/>