

Optimización de la operación de secado de la carne de lombriz (*Eisenia andrei*) para producir harina destinada al consumo animal

Optimizing the earthworm flesh drying (*Eisenia andrei*) to produce flour for animal consumption

Boulogne, Stephanie^{1*}; Márquez, Elil²; García, Yohn³; Medina, Ana² y Cayot, Philippe¹

¹ENSBANA Dijon - Francia; ²Departamento de Ciencias de los Alimentos, Grupo Ecología y Nutrición, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, ³Escuela de Ingeniería. Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes. Mérida 5101 Venezuela.
stephanie.boulogne@hotmail.fr

Recibido: 28-11-2007

Revisado: 22-02-2008

Resumen

En la fabricación de harina de lombriz, utilizada como fuente de proteínas para la nutrición animal, existen parámetros que se deben controlar para optimizar cada etapa del proceso, disminuir los costos de producción y conservar los valores nutritivos de la misma. En el presente trabajo se evaluaron 3 temperaturas (60, 80 y 100 °C), en función del tiempo. Se desea tener harina con 12 % de humedad final, utilizando dos tipos de secadores, una estufa de laboratorio con ventilación marca PROLABO, y un secador de bandejas con recirculación de aire, diseño de la Facultad de Ing. Química. A las harinas obtenidas se les determinó proteínas por el método AOAC y luego un análisis de electroforesis (SDS-PAGE) para evaluar la influencia de la temperatura y el tiempo de secado en el perfil electroforético. Comparando los dos equipos de secado no hubo diferencia significativa en cuanto a la temperatura y el tiempo. La relación perdida de agua/tiempo fue mayor para la temperatura de 100 °C, pero al realizar la electroforesis se evidenció una degradación de las proteínas a medida que aumentaba la temperatura, en consecuencia la condición óptima de secado fue de 60 °C para mantener el valor nutritivo del producto. Paralelamente se realizaron pruebas de prensado antes del secado para retirar parte del agua. Se utilizaron 3 pesos distintos para aplicarle presión al sistema durante una hora (9,7 kg, y 14,9 kg) y luego estas muestras se sometieron a secado con las especificaciones antes descritas. Entre los resultados se tiene que cerca del 6% de proteínas se pierde en el líquido retirado y el tiempo de secado se reduce en un 10 % aproximadamente en relación con las muestras sin prensar, debido a la reducción tan baja del tiempo de secado y a la pérdida de proteínas no es recomendable la operación de prensado para optimizar el secado.

Palabras clave: Secado, *Eisenia andrei*, harina

Abstract

In the flour manufacture of earth worm, used like protein source for the nutrition animal, parameters exist that are due to control to optimize each stage of the process, to diminish the production costs and to conserve the nutritious values of the same one. In the present work 3 temperatures were evaluated (60, 80 and 100 °C), based on the time. It is desired to have flour with 12% of final humidity, using two types of dryers, a stove of laboratory with ventilation marks PROLABO, and a dryer of trays with air recirculation, design of the Faculty of Chemical Engineering. To obtained flours one determined proteins to them by method AOAC and soon a electrophoresis analysis (SDS-PAGE) to evaluate the influence of the temperature and the masking time in the electroforético profile. Comparing drying equipment both there was significant difference as far as the temperature and no the time. The lost water relation/time was greater for the temperature of 100 °C, but when making the electrophoresis demonstrated a degradation of proteins as it increased the temperature, consequently the optimal condition of drying was of 60 °C to maintain the value nutritious of the product. Simultaneously tests were made of pressed before the drying to retire part of the water. 3 pesos different were used to apply pressure to him to the system du-

ring one hour (9.7 kg, y14,9 kg) and soon these samples were put under drying with the specifications before described. Between the results it is had near 6% of proteins is lost in the distant liquid and the masking time it is reduced approximately in a 10% in relation to the samples without pressing, due to the so low reduction of the masking time and to the lost one of proteins.

Key words: Dried, eisenia andrei, flour.

1 Introducción

La lombricultura como disciplina agroindustrial ha logrado despertar la atención de innumerables inversionistas en el mundo, atraído principalmente, por la sencillez y economía del proceso de reciclar los residuos orgánicos que se producen en todos los niveles y estratos de la sociedad moderna, obteniendo beneficios productivos, higiénicos, ambientales y ecológicos. En efecto, las lombrices transforman la materia orgánica en humus, un abono natural balanceado de alta calidad, y a su vez las lombrices por su alta tasa reproductiva nos proveen de carne que puede ser transformada en harina. Esta harina es un ingrediente de alto valor nutricional aprovechable en la alimentación animal.

De una gran parte de lombrices estudiadas, la **Eisenia andrei** es una de las más recomendadas para el cultivo intensivo, como ya se sabe, además de su alto valor proteico, la carne de lombriz contiene lípidos ricos en ácidos grasos esenciales, minerales y fibra. (Velásquez y col., 1986. Vielma y col., 2003)

El objetivo de la investigación fue optimizar la operación de secado de la harina de lombriz, a escala piloto en el laboratorio, tomando como ejemplo el proceso de elaboración de harina de pescado ya utilizada en la nutrición animal.

Por definición, el secado es la operación que elimina, por evaporación, el agua de una materia húmeda (sólida o líquida). Numerosos productos alimenticios son secados en el momento de su transformación y/o conservación. Se trata de convertir productos perecederos en productos estables debido a la disminución de la actividad de agua. Los dos principales problemas vinculados al secado son: el riesgo de alteración de la forma, la textura y de la calidad nutricional y organoléptica del producto, y el segundo es el consumo energético de la operación que puede ser considerable.

Los **métodos y procesos de secado** pueden clasificarse de diferentes maneras. Estos procesos pueden dividirse: 1.- por lotes, cuando el material se introduce en el equipo de secado y el proceso se verifica por un periodo de tiempo, o 2.- en forma continua, donde el material se añade sin interrupción al equipo de secado y se obtiene material seco con régimen continuo. También pueden clasificarse de acuerdo con las condiciones físicas usadas para proporcionar calor y extraer vapor de agua: (1) en la primera categoría, el calor se suministra por contacto directo con aire caliente a presión atmosférica, y el vapor de agua se elimina por medio del mismo aire, (2) en el secado al vacío, la evaporación del

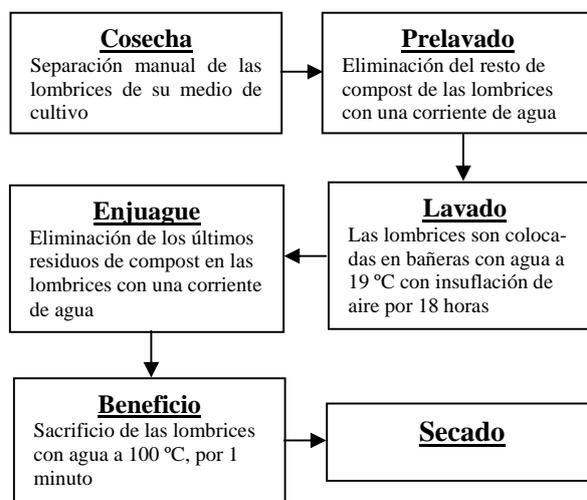
agua se verifica con más rapidez a presiones bajas, y el calor se suministra indirectamente por contacto con una pared metálica o por radiación, (3) en el secado por congelación el agua se sublima directamente del material congelado (lío-filización).

Entre los **equipos de secado** por lotes más utilizados tenemos el secador de bandejas donde el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal, un ventilador recircula aire caliente sobre la superficie de las bandejas paralelamente a las mismas, más o menos el 10 – 20 % que pasa sobre las bandejas es aire nuevo el resto es recirculado. Después del secado se abre el gabinete y las bandejas se reemplazan con otras con más material para el secado, también están los secadores indirectos de vacío con anaqueles, se usan para secar materiales costosos o sensibles a la temperatura o que se oxiden fácilmente. Son muy útiles para manejar materiales con disolventes tóxicos o materiales valiosos. Entre los secadores continuos se encuentra secador continuo de túnel, para cuando se desean secar partículas sólidas granulares, los secadores rotativos y los secadores de tambor. (http://www.transferencia.cl/transferencia/libro03/libro/tdm_cap08i.pdf)

2 Parte experimental

2.1 Obtención de las muestras a secar.

El proceso de obtención de las muestras para el secado se especifica en el siguiente diagrama:



2.2 Preparación de las muestras

Luego del beneficio, las lombrices fueron sometidas a dos procesos:

Proceso de secado

Se probaron dos equipos de secado para realizar las experiencias, el primero de ellos fue un Secador de Bandejas diseño de la Escuela de Ing. Química. Universidad de Los Andes. (Fig.1).

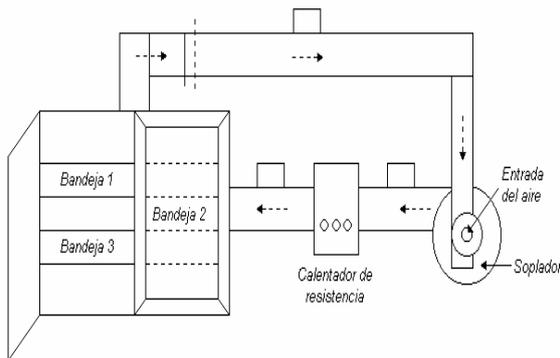


Fig. 1 . Secador de bandejas

El segundo equipo fue una estufa de laboratorio con ventilación marca PROLABO.

Con el secador de bandejas se trabajó a 60 °C

En el caso de la estufa con ventilación las temperaturas examinadas fueron 60, 80 y 100 °C.

Para ambos equipos se tomó el material a secar y se colocó directamente sobre las bandejas de secado hasta alcanzar un espesor de material de aproximadamente 0,5 cm. Las experiencias se realizaron con el objetivo de construir las curvas de pérdida de agua en función del tiempo para cada temperatura y equipo de trabajo, para ello se midió el peso de cada una de las muestras periódicamente hasta llegar a peso constante, y de esta manera poder registrar mediante la curva el tiempo que tardaban las muestras en alcanzar la humedad deseada, que en este caso fue 12 %.

Proceso de prensado antes del secado

Para estas pruebas se utilizaron prensas artesanales análogas a las manejadas en la industria quesera, como pesos se usaron recipientes llenos de cemento (Fig. 2), los pesos estudiados fueron 9,7 y 14,9 Kg. Se colocaron 400 gr. de lombriz en bolsas de lonilla y se sometieron a los diferentes pesos por una hora.

Al cabo de la hora de prensado se recolectó y midió el volumen del líquido retirado, se les realizó análisis de proteínas. Las lombrices para cada uno de los pesos de prensado estudiados se sometieron a secado según el proceso descrito anteriormente, manteniendo los equipos y temperaturas de trabajo y a la harina obtenida de éste proceso se les realizó análisis de proteínas.



Fig. 2. Sistema de prensado

3 Análisis de laboratorio

Para cada una de las experiencias realizadas se efectuaron análisis de proteínas según el método de la AOAC 1999, en el caso de las muestras que se sometieron a prensado se les determinó las proteínas tanto al líquido retirado durante el proceso de prensado como a la harina. Los análisis de electroforesis se le realizaron a las muestras sometidas directamente a secado con los dos equipos a distintas temperaturas por el método SDS-PAGE. (Laemmli, 1970).

4 Resultados y discusión de los resultados

4.1 Resultados de secado y contenido de proteínas

A continuación en la Fig.3 se muestran los resultados de las cinéticas de secado para las distintas temperaturas, en la estufa con ventilación y del mismo modo para el secador de bandejas a 60 °C, en ellas se puede observar, que el menor tiempo de secado hasta alcanzar la humedad de 12% lo presentaron las muestras a temperaturas de 80 y 100 °C con un tiempo de 80 y 70 minutos respectivamente. Se realizó la prueba ANOVA para las tres temperaturas estudiadas en la estufa con ventilación y ésta reporta que hay diferencia significativa de la influencia de la temperatura sobre el secado de la lombrices con un intervalo de confianza del 95 % ($P=0,00 < 0,05$) y la prueba DUNCAN muestra que los tres valores de tiempo obtenidos para conseguir la humedad de 12 % son diferentes y que a medida que aumenta la temperatura de secado disminuye el tiempo en alcanzar la humedad requerida.

Ambos tipos de secadores también fueron comparados (estufa ventilada y secador de bandejas a 60 °C). La prueba de STUDENT muestra que no hay diferencia significativa entre estos dos tipos secadores ($P=0,328 > 0,05$). Por lo tanto no hay influencia del tipo de secador sobre el tiempo de secado.

En los análisis de proteínas (Fig.4) se comprobó que la degradación de las mismas es casi nula ya que todas las muestras presentaron el mismo orden de magnitud, se realizó la prueba de STUDENT la cual mostró que no hay diferencias significativas entre el contenido de proteínas de las harinas obtenidas con los diferentes tipos de secadores ($P=0,862 > 0,05$).

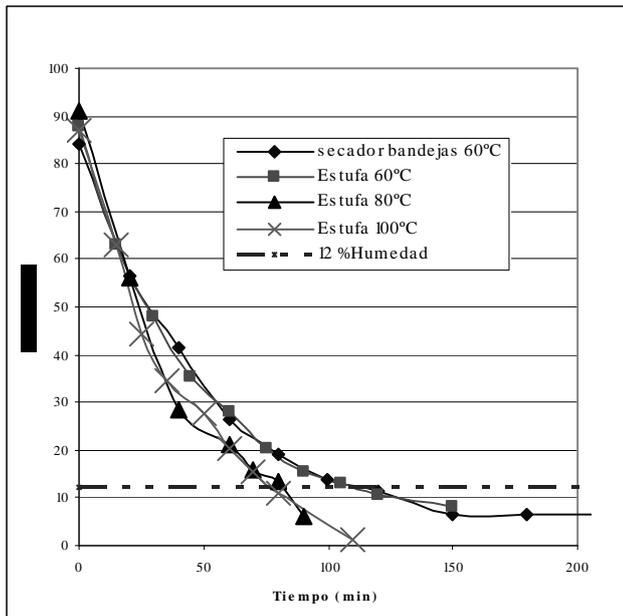


Fig. 3. Curvas de secado de la lombriz a distintas temperaturas en los equipos utilizados.

Para conocer el efecto de la temperatura sobre el contenido de proteínas de las harinas, se realizó la prueba ANOVA en donde la hipótesis de igualdad de las medias fue aceptada y se determinó que no hay diferencia significativa entre los resultados ($P=0,222 > 0,05$), como consecuencia la temperatura de secado no tiene influencia significativa en el contenido de proteínas.

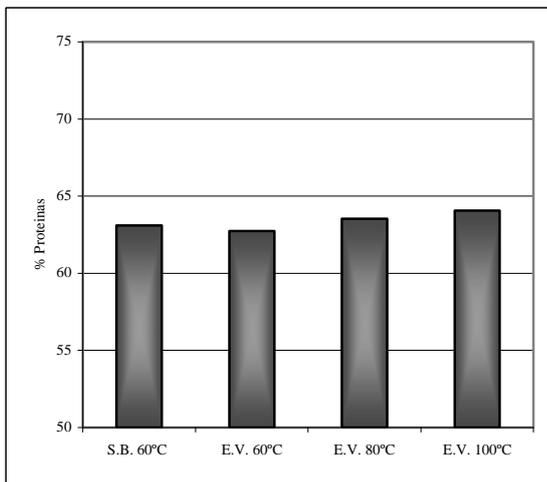


Fig. 4. Porcentaje de proteínas de la harina a distintas temperaturas de secado. S.B.: secador bandejas, E.V.: estufa con ventilación

En la Fig.5 se muestra el perfil electroforético de las muestras que se sometieron a secado en la estufa con ventilación y secador de bandejas a distintas temperaturas, en donde los pozos designados con los números 1, 2 y 3 co-

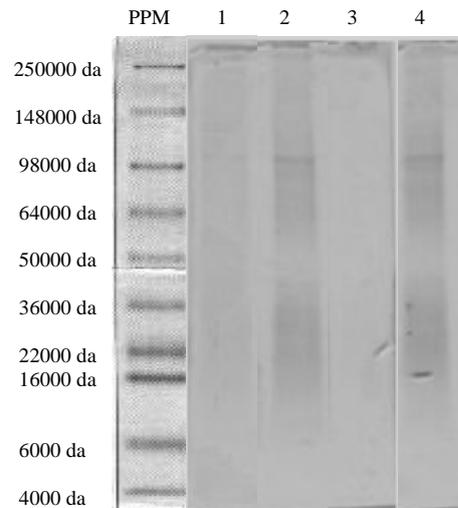


Fig. 5. Perfil electroforético para las cinéticas de secado a distintas temperaturas

responden a las muestras secadas en la estufa con ventilación a 60, 80 y 100 °C respectivamente, y el pozo numero 4 a la correspondiente a la muestra del secador de bandejas a 60 °C y el pozo designado como PPM corresponde con el patrón de pesos moleculares.

En el perfil electroforético de la Fig. 5 podemos observar varias bandas en las muestras inyectadas para cada una de las experiencias, estas bandas fueron comparadas con el perfil electroforético del patrón de pesos moleculares y se pudo determinar el rango de pesos moleculares de algunas de las proteínas presentes en las harinas estudiadas. El resultado de éste análisis se puede observar en la tabla 1

Tabla 1: Resultado de la proteínas reveladas por el análisis de electroforesis para las harinas obtenidas mediante secado a distintas temperaturas y con dos equipos diferentes

	SB 60°C (4)	EV 60°C (1)	EV 80°C (2)	EV 100°C (3)
# Bandas visibles	6	6	3	0

La electroforesis muestra que cuando la temperatura de secado aumenta, el número de bandas disminuye, lo que significa que las proteínas se desnaturalizaron con las altas temperaturas. Las diferentes harinas contienen las mismas cantidades en porcentaje de proteínas pero éstas son deterioradas cuando el secado es efectuado a alta temperatura.

En las Figs. 6 y 7 se observan las cinéticas de secado de las muestras sometidas a las pruebas de prensado, en el secador de bandejas a 60 °C y en la estufa con ventilación a 60, 80 y 100 °C. Para conocer la influencia de los pesos de prensado y las distintas temperatura de secado en la obtención de las harinas con 12 % humedad se realizó una prueba ANO-

VA de dos factores la cual indicó que la temperatura tiene una influencia significativa en el tiempo de secado, pero los pesos de prensado no presentan diferencia significativa entre si, sin embargo en las Figs. 7 y 8 se puede observar que las muestras sometidas a mayor peso de prensado son las que presentan mayor tiempo para alcanzar la humedad de 12 %, esto se atribuye al hecho de que a mayor peso de prensado las lombrices se reventan y todas sus sustancias internas se derraman, y por su característica viscosa dificulta el secado de las lombrices.

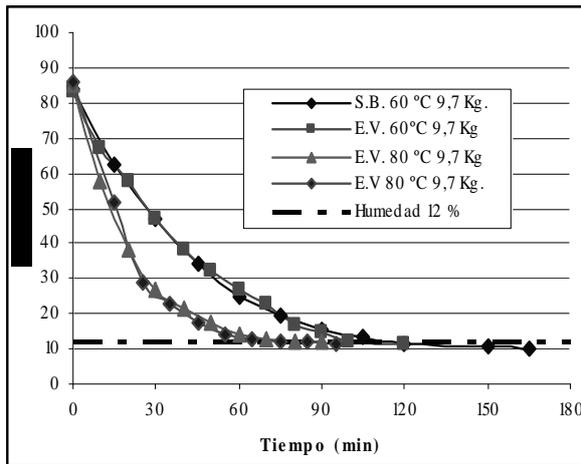


Fig. 6 . Cinéticas de secado para las pruebas de prensado peso 9.7 Kg a distintas temperaturas

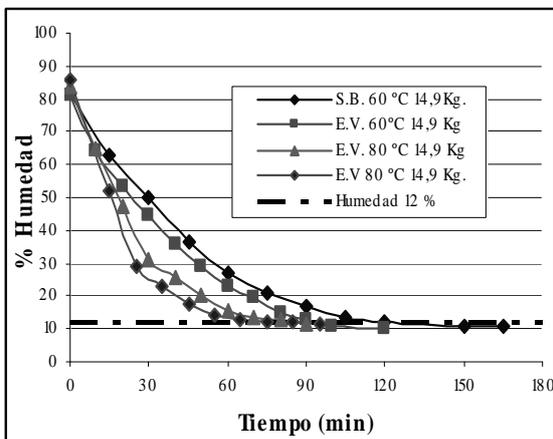


Fig. 7 . Cinéticas de secado para las pruebas de prensado peso 14.9 Kg a distintas Temperaturas

La Fig. 8 muestra los resultados del análisis de proteínas para las harinas obtenidas en las experiencias de prensado y posterior secado de las lombrices.

Para determinar si la temperatura tienen una influencia sobre el contenido de proteínas de las harinas se realizó la prueba ANOVA la cual determinó que no hay diferencias significativa entre los resultados ($P=0,222 > 0,05$), ésta

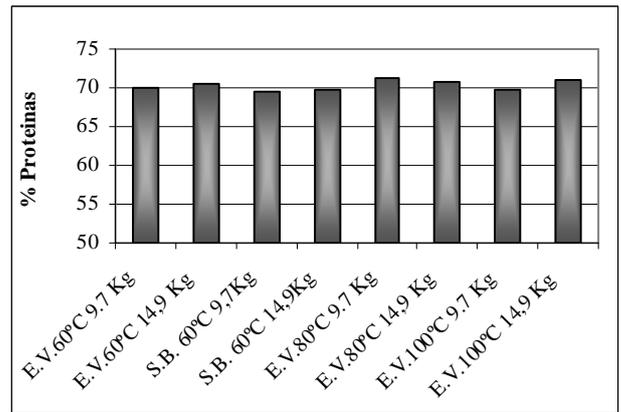


Fig. 8. Porcentaje de contenido de proteínas de las harinas obtenidas para la prueba de prensado a distintas temperaturas de secado. S.B.: secador bandejas, E.V.: estufa con ventilación

prueba también se realizó para comparar los valores de proteínas de las harinas obtenidas con los 2 pesos de prensado estudiados donde se obtuvo que no hay diferencias significativa ($P=0,629 > 0,05$), por lo tanto el peso de prensado y las distintas temperaturas para el secado no tienen influencia sobre el contenido de proteínas total de las harinas.

En la Tabla 2 se observan los resultados concernientes al contenido de proteínas de los líquidos obtenidos en la operación de prensado, donde según la prueba de ANOVA, no hay diferencias significativa entre los mismos ($P=0,222 > 0,05$). En consecuencia el peso de prensado no tiene efecto sobre el contenido proteico de los líquidos separados en la operación.

Tabla 2. Resultados de operación de prensado

Peso de prensa (kg.)	Volumen liquido retirado (ml.)	Proteínas (%)
9.7	160	6,62
14.9	220	6,75

5 Conclusiones

La realización del presente trabajo fue muy interesante ya que se pudo concluir sobre la temperatura óptima de secado y la posible inclusión de la operación de prensado para la optimización del proceso de fabricación de harina de lombriz para el consumo animal.

Con los resultados obtenidos se puede concluir que la temperatura óptima de secado es 60 °C, ya que a temperaturas más altas las proteínas son desnaturalizadas.

En la investigación también se compararon dos equipos para el secado de las harinas y se obtuvo que es indiferente la utilización de cualquiera de los dos equipos, ya que a nivel operacional presentan el mismo resultado.

En lo referente a la utilización de la operación de pren-

sado, no se recomienda, ya que los resultados arrojaron que a mayor peso de prensado las muestras tardan mas tiempo en alcanzar la humedad deseada, y se pierde parte de las proteínas en el liquido retirado.

6 Agradecimientos

La realización del presente trabajo ha sido posible gracias al aporte financiero del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología FONACYT mediante el proyecto G-200-5000-869.

Referencias

Laemmli UK; 1970, Most commonly used discontinuous buffer system for SDS electrophoresis. *Nature*, 227, pp. 680-685.

Medina A, Araque J., 1999, Obtención, composición química, funcional, perfiles electroforéticos y calidad bacteriológica de la carne de lombriz, *Eisenia foetida*, *Revista de la Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Venezuela*; 37 pp. 31-38.

Velásquez L, Herrera C, Ibáñez I, 1986, Harina de lombriz. I Parte: Obtención, composición química, valor nutricional y calidad bacteriológica, *Alimentos*, Vol. 11: (1) 15-21.

Vielma, R, Ovalles J, León A, y Medina A, 2003, Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA), *Ars Pharmaceutica*, 44,1, pp. 43-58.

[Web en línea disponible:]

http://www.transferencia.cl/transferencia/libro03/libro/tdm_cap08i.pdf SPSS, Paquete Estadístico, Version 10.0.