

SITOPHILUS GRANARIIUS

SITOPHILUS ORYZAE

SITOPHILUS ZEAMAIUS

MFU 9723

## Estudio de la contaminación de paquetes almacenados de pasta alimentaria por gorgojo

*M. Manrique Domingo,*

*T. Torres Zapata, B. Blanco Espeso*

Laboratorio de Procesos Químicos.

Centro de Automatización, Robótica y Tecnologías de la Información y de la Fabricación (CARTIF) Valladolid

*G. Antolín Giraldo*

Dpto. de Ingeniería Química. Universidad de Valladolid

*Debido a las condiciones climáticas innatas de nuestra península aparecen con cierta frecuencia, fundamentalmente en los meses más calurosos del año, paquetes de pasta alimentaria contaminados con insectos en los centros de distribución y almacenes. En su mayoría el insecto contaminante es un curculiónido del género Sitophilus. Estas contaminaciones se producen generalmente en zonas cálidas como Levante y Andalucía. La aparición de estos paquetes supone un problema tanto para el fabricante de la pasta alimentaria como para el vendedor del producto, ya que si algún paquete llega al consumidor supone la pérdida de confianza en el punto de venta y en la propia marca. En colaboración con el Grupo Siro se plantea el presente estudio, con el que se pretende evaluar cuáles son los puntos débiles por lo que tiene lugar la contaminación de estos paquetes así como las condiciones ambientales que la favorecen, con el sentido final de plantear alternativas que incrementen el cuidado higiénico-sanitario en centros de distribución y solventen un problema común a los fabricantes de pasta.*

### 1. Introducción

La calidad como actuación global recibe enorme atención en la industria agroalimentaria ya que al final de la cadena de etapas que conforman un proceso se encuentra el consumidor, destinatario final del producto. Si bien el concepto de calidad en la producción industrial admite diversos puntos de vista según la etapa del proceso en la que se encuentre, en este caso particular, la calidad del cliente hace referencia expresa a la fiabilidad del producto que consume. Aunque desde su visión personal este concepto implica, por un lado, que el alimento no debe contener ninguna sustancia nociva para la salud y, por otro lado, que la composición debe estar declarada en la etiqueta para la supervisión industrial el significado de fiabilidad es mucho más abierto, ya que implica peso, etiquetado (determinados por legislación), inocuidad y seguridad alimentaria. Este último aspecto es nuestra premisa de partida ya que se encuentra actualmente en el punto de mira y en continua evolución. La Unión Europea está volcando sus esfuerzos para garantizar dicha seguridad a través de numerosos controles e inspecciones y de la continua ampliación y actualización de la legis-

lación [9]. En base a esta preocupación y a otros factores (nuevos problemas de seguridad, principio de transparencia y precaución entre otros), se justifica que los diversos eslabones de la cadena alimentaria presten mayor atención, incrementen sus inversiones en este sentido y se lancen a cambiar sus procesos productivos; todo ello encaminado a interpretar una nueva seguridad alimentaria [4].

Así, productores de materia prima, industrias transformadoras y canales de distribución disponen de herramientas básicas para combatir riesgos que, según su naturaleza, se clasifican en microbiológicos, químicos y físicos, aunque nuestro objeto de estudio es un atributo primario del producto alimentario como es el aspecto higiénico-sanitario [9], sobre el cual todas las industrias del sector están obligadas a aplicar sistemas de control. La higiene de los alimentos abarca todas aquellas medidas de prevención aplicables en las fases de la cadena de manipulación que engloba desde la recepción, almacenamiento y conservación de materias primas, pasando por la higiene y salud del personal y de los materiales en contacto con los productos, para finalizar con el diseño de material de trabajo e instalaciones. De todas ellas se orienta y centra el estu-

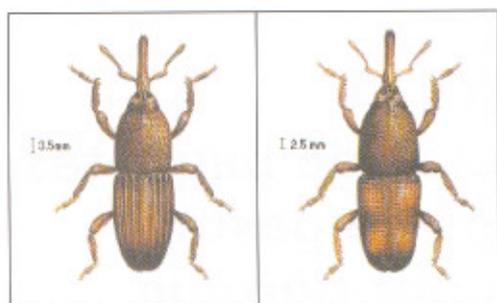


Figura 1. *S. granarius*.

Figura 2. *S. oryzae*.

dio en una plaga de insectos intrínseca al trigo, como consecuencia de productos derivados del mismo y, en particular, de las pastas alimentarias.

Las plagas, según su posibilidad de atacar granos enteros o dañados, se clasifican en primarias y secundarias, respectivamente. En el primer grupo los insectos ponen los huevos sobre los granos, la larva se alimenta dentro de ellos aprovechando su contenido y, finalmente, pupan para terminar el ciclo con la salida de nuevos adultos tras perforar orificios circulares en la propia matriz. Por el contrario, el segundo conjunto no daña los granos sanos, sin embargo, se alimenta de los que están perjudicados o de materiales como harinas o sustancias pulverulentas. Los gorgojos, como comúnmente se les denomina, pertenecen al primer tipo y son la especie en la que se va a centrar nuestra reflexión. Englobados dentro de la familia *Curculionidae*, corresponden al género *Sitophilus*, dentro del cual tres especies muy próximas son las que interesan: *S. granarius* (L.) (gorgojo del trigo), *S. oryzae* (L.) (gorgojo del arroz) y *S. zeamais* (Motschuisky) (gorgojo del maíz).

Las tres especies son similares en apariencia si bien el gorgojo del trigo (*S. granarius*) tiene en el protórax depresiones ovaladas y los élitros están soldados lo que le impide volar; por lo que a las otras dos especies se refiere, el protórax está densamente cubierto de depresiones circulares y son capaces de volar. Durante mucho tiempo se ha considerado que el gorgojo del arroz

y del maíz eran una sola especie ya que para corroborar la misma es necesario diseccionar su genitalia [11]. En las figuras 1 y 2 [12] se aprecia ligeramente la diferencia en el aspecto de los gorgojos del trigo y del arroz.

Aparte de estas características fisiológicas, pilar para la posterior identificación, resulta conveniente resaltar que aunque tradicionalmente se ha identificado su alimentación basada en cereales almacenados (plaga primaria), no menos importante es su proliferación en productos acabados como pastas y galletas, alimentos suficientemente voluminosos como para ser capaces de vivir dentro. Así, rara vez se reproduce en harina y productos de molienda, al menos que estos se hayan aterronado [11]. Por último, las condiciones climáticas más favorables para el desarrollo de las tres especies son una humedad relativa 70% y temperatura 26-30°C, valores [10] a los que se someterán para el desarrollo de las experiencias.

Con el fin de evaluar los riesgos [4] adoptados (tienen su origen en las características de un ingrediente, materia prima o producto intermedio) o, por el contrario, los riesgos atribuidos (se generan en las fases de almacenamiento, distribución, comercialización o consumo), se examinarán los factores potencial-

mente favorables para el crecimiento y desarrollo de la especie *Sitophilus* en paquetes de pasta almacenados. No hay que olvidar que la fecundidad media por hembra llega a ser de 150 huevos en el caso del *S. granarius* y el doble [5] en la especie *S. oryzae*, lo cual está indicando su fuerte poder de multiplicación e infestación en periodos de tiempo relativamente cortos comparados con los de almacenamiento.

## 2. Materiales y métodos

El desarrollo de las experiencias se realizó en dos fases diferenciadas y en función de esta división se distinguen los medios y tareas. Así, en la primera etapa se utilizaron 33 paquetes de pasta procedentes, de supermercados y directamente de empresas de producción. En el primer caso se contó con paquetes de contenido diferente (fideo, macarrón, espagueti, etc.), marca y grado de contaminación. En el segundo grupo se hizo una distinción entre los diversos métodos empleados para eliminar el aire durante el envasado (perforaciones o punteado longitudinal en el reverso de los paquetes). De los aspectos aquí tenidos en cuenta, se destaca la diferencia en la superficie de exposición a la plaga, la cuál, condicionaba que la especie fuera capaz de reproducir-

Tabla I. Contenido de muestras y recipientes de ensayo

Muestras	Condiciones Cámara Climática*	Condiciones ambiente (referencia)**
Recipiente 1		Paquete sin orificio
Recipiente 2		Paquete con orificio
Recipiente 3	Paquetes con orificio + sin orificio	
Recipiente 4		Paquetes sin orificio + contaminado
Recipiente 5	Paquetes sin orificio + contaminado	
Recipiente 6		Paquetes con orificio + contaminado
Recipiente 7	Paquetes con orificio + contaminado	
Recipiente 8	Paquete con orificio + 20 <i>Sitophilus</i>	
Recipiente 9	Paquete sin orificio + 20 <i>Sitophilus</i>	
Recipiente 10	Paquete con orificio + 20 <i>Sit.</i> + pasta	

\*T = 30°C y H = 60%, T = 40°C y H = 60%, T = 26°C y H = 70%

\*\* T = 20-22°C y H = 40%

**Tabla II. Características film envasado\***

Variedad	Gramaje (g/m <sup>2</sup> )	Espesor (µm)
Macarrón	54,3	60
Chifferi Rigatti	43,7	45
Fideo	45,3	50
Espaguetti	40,7	45
Macarrón	57,3	60
Tallarín	45,3	50

\*El gramaje y espesor especificados corresponden a muestras analizadas de diversas marcas.

se en ella. Por su parte, la perforación del envasado permitía diferenciar entre una contaminación interna o cruzada.

Para dicho fin se prepararon 10 recipientes de 35x16x12 y 20x10x20 cm herméticamente cerrados, en los cuales se colocaron los paquetes de pasta tal y como se indica en la Tabla I. Las variables que se manejaron son el diámetro de la pasta (fideo/espaguetti) y las condiciones climáticas de temperatura (°C) y humedad relativa (%), ya que los experimentos se desarrollaron en cámara climática. Cada valor de temperatura y humedad se mantiene durante 3 semanas y cada 5 días se realiza una comprobación del estado en el que se encuentran los paquetes (evaluar propagación de la contaminación).

En la segunda fase se experimentó con materia prima, producto acabado y film de envasado. Se empleó sémola limpia y se repartió en 20 recipientes de control con 100 g de muestra y 20 *Sitophilus* sp adultos, obtenidos de los paquetes contaminados. Las tapas de los recipientes fueron perforadas para permitir la entrada de aire e imitar el empaquetado. Cada 7 días, durante un total de 100, se realizó recuento visual del número de *Sitophilus* sp en la superficie de la sémola y, de estos, cuantos se encontraban vivos y muertos. Durante los primeros 30 días se ubicaron en condiciones de 18°C y H = 40% y los restantes en cámara climática a T = 27°C y H = 65%.

Por otro lado, se trabajó con 40 paquetes de pasta contaminados y con orificios en el envasado. Se les caracterizó por su grado de contaminación y el objetivo fue estudiar la evolución temporal del mismo. Así, se definió como estado normal: contaminación adultos + orificios iniciales (propios del proceso de envasado) y como otros: termosellado rasgado, pasta contacto con atmósfera, termosellado defectuoso, fisuras, excesiva contaminación. Para llevar a cabo el estudio se colocaron los paquetes en un *box* manteniendo las siguientes condiciones: precintado, situación de reposo y condiciones climáticas 22°C y 50%. Los paquetes permanecieron en estas condiciones durante 3 meses al cabo de los cuales se realizó una revisión de cada uno de los paquetes.

Por último, en los diversos paquetes recibidos se ha observado que según la variedad de pasta que se envasa el gramaje y espesor del envoltorio difiere. Esta divergencia, a priori, se relaciona directamente con una mayor o menor resistencia a diversos ataques físicos. En la Tabla II se agrupan varios de los valores numéricos correspondientes a estos dos parámetros y el tipo de producto al que corresponden.

### 3. Resultados y discusión

A partir de la observación del insecto adulto se descarta que se trate de *Sitophilus granarius*,

ya que los ejemplares presentan en la parte posterior de cada cubierta alar cuatro manchas de color anaranjado rojizo características del *Sitophilus oryzae/zeamais*. Además, estos últimos tienen alas bien desarrolladas y con frecuencia vuelan, especialmente durante los periodos de temperatura elevada. Así, se han localizado varios ejemplares con las alas desplegadas después de haber sometido a los insectos a temperaturas de 40°C. Cabe mencionar, que del total de paquetes analizados, en algunos (macarrón), apareció como especie contaminante *Rhizopertha dominica* perteneciente a la familia *Bostrychidae*.

Se ha advertido que los insectos son capaces de entrar y salir por los agujeros de los paquetes propios del proceso de envasado e incluso pasar de unos paquetes a otros, ya que el tamaño medio de estos orificios es suficiente para dichas acciones. No hay que olvidar que son insectos invasores y, que por lo tanto, buscan el alimento a través de su olfato y son capaces de guiarse hasta los agujeros que presenten las bolsas. Además, existen partes dañadas en el plástico debidas a la fricción de unos paquetes con otros durante el transporte y almacenaje. Estos defectos se han observado sobretodo en tallarines y espaguetti coincidiendo con las zonas finales del producto. Estas fisuras, en la mayoría de los casos, son de un tamaño superior a los orificios propios de envasado, lo cual resulta favorable a la contaminación. De igual forma el gramaje y espesor del film reviste especial importancia en la rotura por fricción de los paquetes, correspondiendo la mayoría de los daños a paquetes de tallarín con envasado de menor gramaje (40,7 kg/m<sup>2</sup>).

A partir del análisis de porcentaje de muestras contaminadas, la figura 3 pone de manifiesto que un 63% de los paquetes tienen defectos en el empaque de origen diverso. Un mal

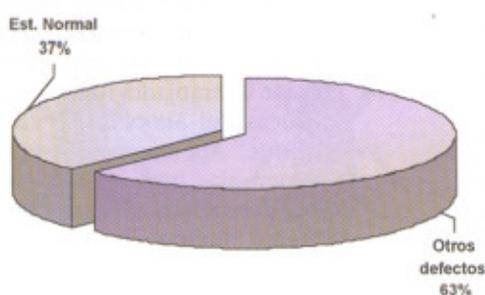


Figura 3. Porcentaje inicial de muestras defectuosas.

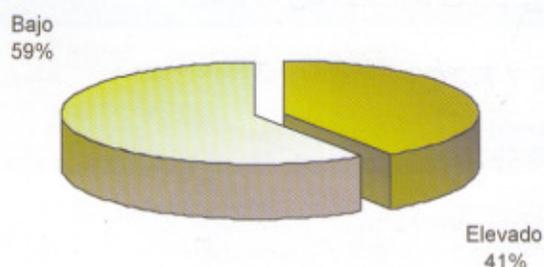


Figura 4. Intensidad de los defectos.



Fotos 1 y 2. Gorgojo saliendo de un paquete y detalle de perforaciones en plástico de un paquete de pasta.



termosellado en el plástico, rasgaduras producidas probablemente por fricción entre los paquetes o agujeros en la parte frontal del mismo, de origen inicialmente desconocido, son algunos de los ejemplos.

El análisis de intensidad de muestras contaminadas indica que la mayoría de los envases (59,09%) presenta defectos que se consideran propios del envasado, englobados bajo la denominación baja intensidad. Sin embargo, un porcentaje bastante cercano al anterior (40,91%) muestra orificios considerados de alta intensidad, por presentar, además de los agujeros, otro tipo de defectos (rasgaduras en el paquete, defectos en el termosellado). Los datos correspondientes a este análisis se reflejan en la figura 4.

En tercer lugar, el análisis de los paquetes colocados en un *box* durante tres meses pone de manifiesto la capacidad de los gorgojos para perforar el plástico, pudiendo tener acceso a los productos y contaminarlos. Se percibió que el número de gorgojos había aumentado en gran medida y que los insectos se trasladaban por toda la caja, ya que salían y entraban de los paquetes a través de la gran cantidad de agujeros que, *a priori*, ellos mismos habían perforado. En las fotos 1 y 2 se ilustran las perforaciones realizadas por el insecto.

Al analizar, al cabo de 3 meses el porcentaje de muestras defectuosas, diferenciando los defectos por termosellado, se pone de manifiesto que dicho porcentaje ha aumentado en un 18%

(63%-81%) debido, *a priori*, a las perforaciones de los insectos.

Además, los paquetes se clasificaron en función del número de orificios (figura 6) realizados por los insectos, para comprobar la intensidad de la contaminación. La agrupación se hizo marcando como diferencia 3 perforaciones o más. Los agujeros encontrados en su mayoría tienen una longitud alrededor de 1 mm aunque también aparecieron agujeros de 2 ó 3 mm. El porcentaje mayoritario corresponde a paquetes que presentan más de 3 perforaciones y pertenecen al grupo de paquetes con mayor grado de contaminación observable.

En el desarrollo de las experiencias se observó que en las tapas de los recipientes de sémola los agujeros practicados tenían aspecto roído debido a la acción de los insectos e, incluso, en algún orificio se constató la presencia de ejemplares adultos. En el caso del film de envasado, aparte del aspecto roído, se comprobó que el tamaño de perforación era similar a las dimensiones del insecto. Sin em-

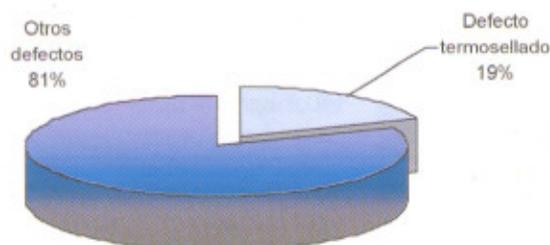


Figura 5. Porcentaje de muestras defectuosas.

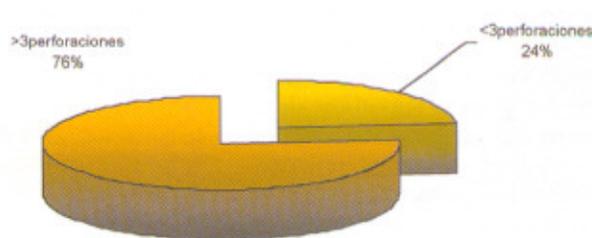
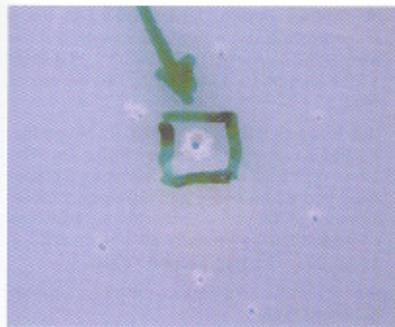
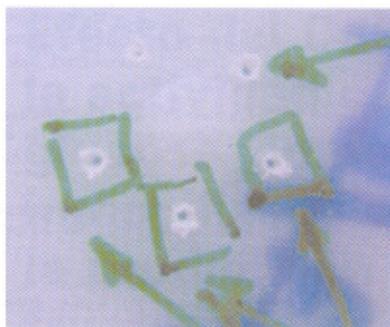


Figura 6. Número de perforaciones de *Sitophilus sp.*



Fotos 3 y 4. Detalle de agujeros perforados manualmente y, posteriormente, roídos por *Sitophilus* sp. (marcados en verde).



bargo, esto no ha sido posible en las tapas debido a que la resistencia que ofrecían a ser degradados era mayor.

En las fotos 3 y 4 se observa el aspecto diferente de las perforaciones al cabo de 100 días debido a la acción del gorgojo sobre los realizados manualmente.

Por último, en la experiencia de los recipientes control con sémola e insectos se contabilizó visualmente el número de gorgojos que se encontraban en la superficie de la sémola y, de estos, cuántos se encontraban vivos y muertos (% gorgojos vivos en superficie). El recuento se llevó a cabo a lo largo de 14 semanas con observaciones espaciadas semanalmente. Según el análisis de la figura 7 se observa un rápido descenso en el número de gorgojos vivos en superficie durante los primeros 14 días, que se puede explicar por una penetración de los gorgojos en la sémola, cuya finalidad fue la inspección del medio. Posteriormente, una población mayoritaria retor-

nó a la superficie (21 días).

Sin embargo, debido a las condiciones de  $T = 18^{\circ}\text{C}$  y  $H = 40\%$  se observó, de nuevo, un rápido descenso de la población viva en superficie (30 días). A partir de este momento se cambian las condiciones ambientales situando los recipientes control de sémola en la cámara climática ( $T = 27^{\circ}\text{C}$  y  $H = 65\%$ ), de forma que el porcentaje de gorgojos vivos en superficie se incrementó (35 días). En la última etapa, la población viva en superficie va descendiendo paulatinamente hasta que mueren en su totalidad (35-80 días). Así, el crecimiento y reproducción en sémola no ha sido observable porque es necesario una mayor granulometría según Warchalewski [11].

#### 4. Conclusiones

Se incluyen varios aspectos a tener en cuenta con el fin de reducir el crecimiento y desarrollo de la especie *Sitophilus ory-*

*zae/zeamais* en los paquetes de pasta que se comercializan.

- Los insectos tienen preferencia por los agujeros y roturas existentes en los paquetes, por lo tanto, es recomendable cuidar o perfeccionar el sistema de cierre de los envases de pasta.

- Utilizar envases de mayor gramaje y espesor en los paquetes de espagueti y tallarín ya que el celofán utilizado actualmente por algunas marcas presenta un alto porcentaje de fisuras, roturas y, en consecuencia, un elevado número de entrada para insectos. (Incide directamente en la reducción del número de paquetes contaminados).

- Asimismo es necesario que el manejo, transporte y toda actividad que conlleve una manipulación de los paquetes se realice con atención y cuidado para evitar notables fisuras que catalicen la actividad contaminante.

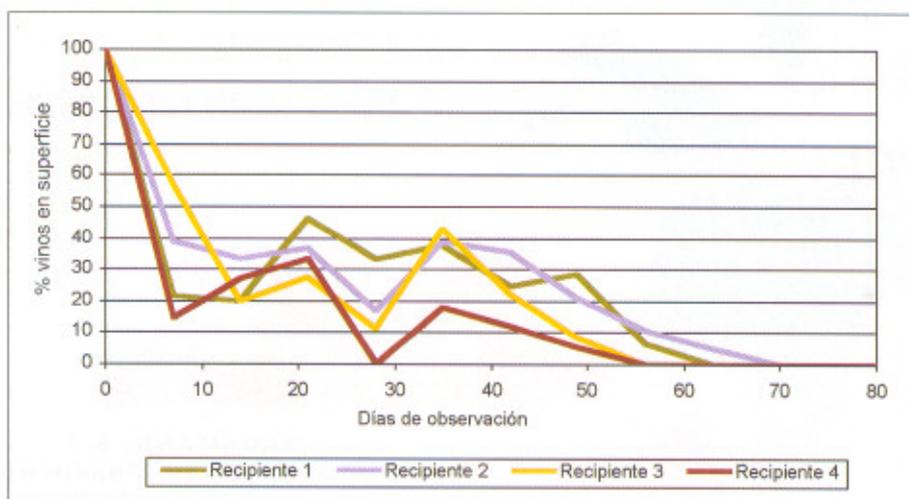
- Otra medida importante es la mejora de las condiciones de limpieza en las zonas de almacenamiento del producto acabado. El estado de algunas muestras (suciedad, desperfectos en los paquetes, etc.) hace suponer que las condiciones higiénicas no han sido las más adecuadas.

- Por la especie encontrada en las muestras contaminadas es probable que la contaminación provenga de otros productos más susceptibles, como legumbres y arroz, debido a una incorrecta colocación en los almacenes y centros de distribución.

- La temperatura y humedad son dos parámetros importantes para el control del crecimiento de esta plaga en los centros de distribución y almacenaje. Se deben evitar temperaturas ( $26-30^{\circ}\text{C}$ ) donde el insecto alcance su desarrollo de un modo óptimo al igual que humedades favorables para su crecimiento ( $65-70\%$ ).

El presente estudio se ha llevado a cabo en estrecha colabo-

Figura 7. Evolución temporal de los gorgojos sobre sémola.



ración con el Grupo Siro (Palencia), el cuál ha facilitado parte del suministro de materia prima y paquetes de pasta de diversas especificaciones para el consiguiente desarrollo de las experiencias.

### 5. Bibliografía

- [1] Berga Monge, A.M., "Evaluación y gestión de riesgos en seguridad alimentaria". ALIMENTACIÓN, EQUIPOS Y TECNOLOGÍA 10, pág 119-124, diciembre (2000).
- [2] Davies, R.G., "Introducción a la entomología". Ed. Mundi Prensa. (1991).

[3] Dowdy Alan, K. y Mullen Michael, A., "Multiple Stored-Product Insect Pheromone Use in Pitfall Traps". J. Stored Prod. Res. vol 34 nº 1, pág 75-80 (1998).

[4] Franciso Polledo, J.J., "Gestión de la Seguridad Alimentaria. "Análisis de su aplicación efectiva". Ed. Madrid Vicente y Mundi-Prensa. (2002).

[5] De Liñan Vicente, C., (coordinador). "Entomología Agroforestal". Ed. Agrotécnicas, S.L. (1998).

[6] Mortimore, S. y Wallance, C., "HACCP. Enfoque práctico". Ed. Acríbia. (1998).

[7] Planes, S. y Carrero, J.M., "Plagas del campo". Ed. Mundi Prensa. (1995).

[8] Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios (BOE núm 50 de 27 de febrero de 1996).

[9] Sánchez Pineda, M<sup>a</sup>.T., "La legislación y normalización como herramientas de la seguridad alimentaria". ALIMENTACIÓN, EQUIPOS Y TECNOLOGÍA 164, pág 87-90, diciembre (2001).

[10] Warchalewski, J.R., Gralik, J., Winiechki, Z., Nawrot, J. y Piasecka-Kwiatkowska, D., "The effect of wheat  $\alpha$ -amylase inhibitors incorporated into wheat-based artificial diets on development of Sitophilus granaries, L., Tribolium confusum Duv, y Ephestia kuehniella Zell.", J. Apágl. Ent. 126, pág 161-168 (2002).

[11] [www.fao.org/inpho/vlibrary/x0053s/X0053S05.html](http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0053s/X0053S05.html)

[12] [www.casabernardo.com.br/guide.html](http://www.casabernardo.com.br/guide.html).

