

Procesado térmico de los piensos y las implicaciones para los enzimas sólidos

Los datos analíticos han de estudiarse con cuidado si se quieren evitar errores

La introducción de enzimas en la alimentación animal en Europa a finales de los 80 ha sido una de los mayores innovaciones llevadas a cabo en los últimos 25 años en el proceso de producción de alimentación animal.

Aunque la incorporación de estos productos ha sido muy rápida (hoy en día, el 80% de las dietas basadas en trigo contienen enzimas, comparado con el 0% en 1988), lo que sugiere que estos productos han sido muy bien aceptados, existen todavía muchas cuestiones relacionadas con su uso que aún no han sido respondidas adecuadamente. Una de estas cuestiones es la estabilidad a altas temperaturas.

Los enzimas son catalizadores proteicos, y necesitan mantener su identidad estructural para funcionar. El procesado del alimento, por su propia naturaleza, es altamente desnaturizador. Por la necesidad de una medición adecuada, no solo de la presencia sino también de la actividad enzimática, es requerida más que nunca. Aunque una de las soluciones a este problema es la aplicación de enzimas líquidos después de la peletización, el hecho es que la mayoría de los enzimas son aún utilizados en forma sólida y por tanto están expuestos al proceso de acondicionamiento y peletización.

Este artículo se centrará, por tanto, en los enzimas sólidos, ya que los principales temas de debate no son aplicables a los enzimas líquidos.

A pesar de que muchos de los trabajos se han centrado en resolver el problema analítico de los enzimas exógenos añadidos al pienso compuesto, no se han conseguido grandes logros, debido tanto a la poca sensibilidad en lo que a analítica se refiere (McCleary, 1992; Inberr & Gronlund, 1993; Engelen et al.

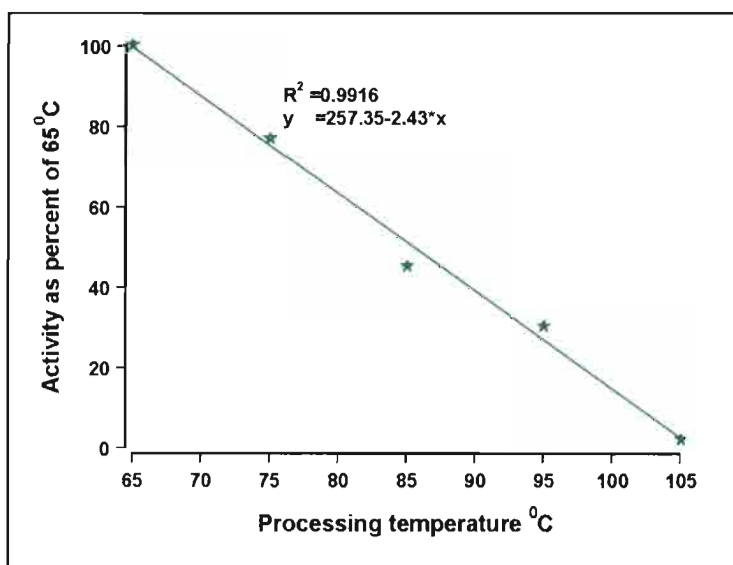


Fig. 1.-Influencia de temperatura de procesado en la actividad xilanásica recuperada del pienso usando sustancias cromogénicas.

1996) como a la interferencia de otros factores presentes en la dieta (Bedford & Goodman, 1996). Incluso con un análisis optimizado, es bastante obvio que las diferencias intrínsecas entre los enzimas comerciales excluyen la existencia de un único método analítico para todos los productos (McCleary, 1995; Bedford & Goodman, 1996). Los enzimas derivados de

Humicola, Aspergillus y Trichoderma requieren todos ellos, si se quieren evitar errores en la analítica, análisis específicos. Aunque el objetivo de este artículo no es estudiar la complejidad del análisis de enzimas, existe una buena revisión llevada a cabo por Bedford & Goodman (1996) o McCleary (1995).

A pesar de los problemas, muchas compañías analizan enzi-

mas en los piensos como método de control de calidad. Si no se toman medidas de precaución, puede que estos análisis se mal interpreten. Se ha documentado que las estimaciones obtenidas de un análisis directo del contenido de enzimas en el pienso tienen muy poco que ver con los resultados zootécnicos (Bedford et al. 1997). El propósito de este artículo es subrayar que los datos analíticos han de estudiarse con cuidado si se quieren evitar errores.

El valor de un análisis. Los fabricantes de pienso necesitan tener la seguridad de que el producto que incorporan en sus piensos no está sólo presente, sino que lo está en la cantidad deseada. Cada uno de los ingredientes es incluido en la ración por algún motivo, así que el papel del control de calidad es confirmar que cada ingrediente se ha añadido en la cantidad económicamente efectiva. La paradoja reside en que, mediante el análisis de la actividad enzimática en piensos granulados a los que se les ha añadido enzimas sólidos, la actividad del citado enzima no se puede estimar en absoluto.

Diversas pruebas han sido llevadas a cabo por Finnfeeds en las que se prepararon dietas basadas en trigo adicionadas con 0 ó 1kg de Avizyme 1300. Se utilizó como cámara de acondicionamiento un sofisticado barril de extrusión de una sola entrada, en la que se controló la temperatura dentro de ± 1 °C a 65, 75, 85, 95 ó 105 °C (humedad al 20% y tiempo de retención 60 segundos), para preparar una serie de 12 dietas. Usando el análisis de pienso más efectivo conocido (McCleary, 1995), se obtuvieron los datos de actividad xilanásica en los piensos granulados que se presentan en la **Figura 1**.

Los resultados de este proce-

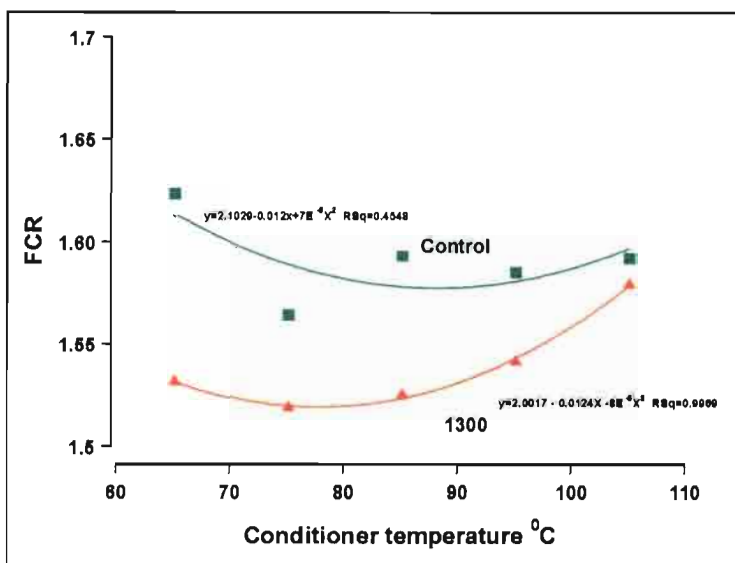


Fig. 2.-Efecto temperatura de procesado e inclusión de xilanasa en el IC de broilers alimentados hasta los 21 días de edad.

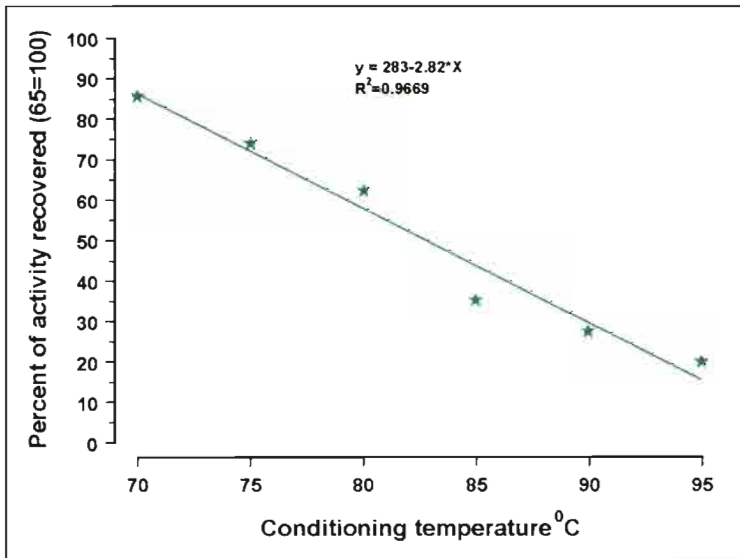


Fig. 3.-Efecto de temperatura de procesado sobre la recuperación de actividad xilanásica en el alimento compuesto. Experimento 2.

dimiento parecen indicar que hay una enorme destrucción de enzimas incluso a 75 °C. De hecho, la ecuación de regresión sugiere que incluso a 85 °C, se había perdido más de la mitad de la actividad enzimática. Lo que es incluso más relevante es

la forma de la línea, e.j.: depreciación lineal en la actividad con el aumento de temperatura. Eeckhout (1995) informó de una pérdida lineal de actividad similar. Este decaimiento prolongado y lineal de la actividad es difícil de explicar, ya que el comienzo

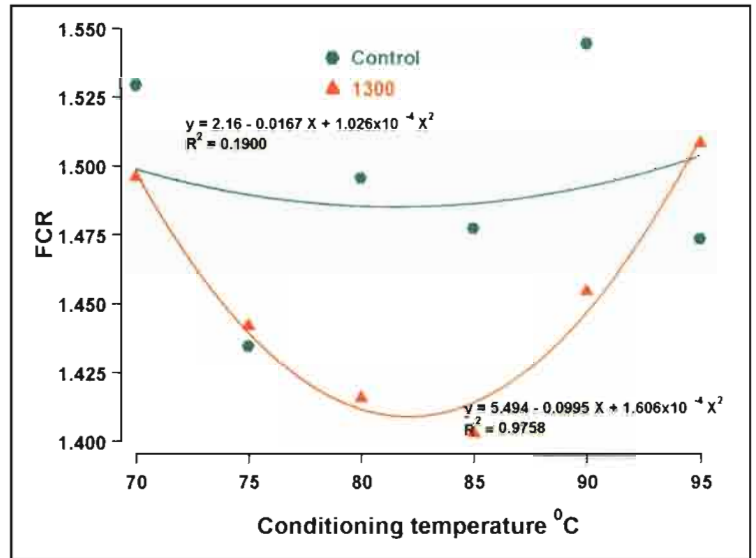
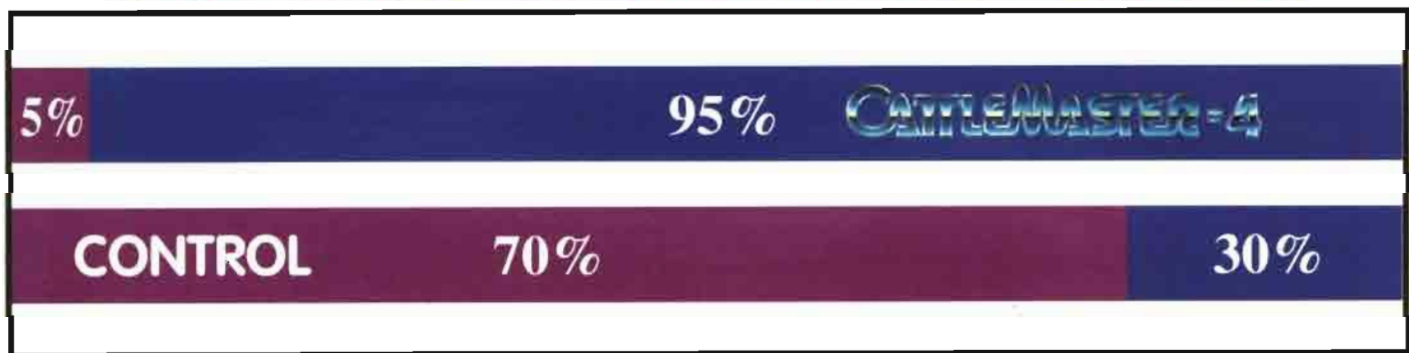


Fig. 4.-Efecto temperatura procesado e inclusión de enzimas en el IC de broilers hasta los 21 días de edad. Experimento 2.

de la desnaturalización térmica de un enzima es un proceso muy rápido, una vez se alcanza la temperatura crítica. Una respuesta más lógica sería una pérdida del 80% cuando se incrementa la temperatura menos de 5 °C, como se ha demostrado

en el trabajo de Carre et al (1994). Se puede argumentar que el porcentaje de pérdida lineal es simplemente un reflejo de que el procesado del pienso no es homogéneo, y de ahí el porcentaje de pérdida lineal debido a un aumento de la pro-

CONTROL DEL ABORTO POR IBR



■ ABORTOS Y MORTINATOS ■ NACIDOS SANOS

CATTLEMASTER = 4

UNICA VACUNA QUE HA DEMOSTRADO
 PROTECCION FRENTE A LOS ABORTOS POR IBR
 PROTECCION PARA LA RENTABILIDAD



Salud Animal

Pfizer S.A.
 Avda. de Europa, 20 B.
 Parque Empresarial La Moraleja.
 28048 ALCOBENDAS (Madrid).
 http://www.pfizer.es

porción de pienso alcanzando la temperatura crítica a medida que se añade más y más vapor.

Esto no parece ser así en la prueba arriba indicada, debido al rápido mezclado en el barril de extrusión y al control preciso de la temperatura durante la prueba. No obstante, el análisis del pienso es de características alarmantes y necesita una explicación más detallada.

Sin embargo, lo más importante para el fabricante de pienso es la consecuencia de tal determinación de la actividad. En la prueba antes mencionada, las aves se alimentaron con cada una de las dietas hasta los 21 días de edad, a los que se recogieron datos. Dada la disminución de actividad enzimática como se determina más arriba, es sorprendente ver que los resultados productivos en presencia de enzimas mejoraron hasta alcanzar un óptimo a los 80.2 °C, y decayendo después. Trazando el IC frente a la actividad enzimática determinada en el pienso, no se obtiene una correlación significativa ($p > 0.4$), sugiriendo que el análisis del pienso usado en este estudio no fue relevante para predecir la respuesta en el crecimiento del animal.

Aunque es interesante, estos datos provienen de una sola prueba. Por lo que se precisaba repetir la misma para confirmar los citados datos. La prueba se repitió con diferentes tempera-

turas (en un rango de 70-95 °C, con incrementos de 5 °C) y un 18% de humedad durante 55 segundos. El análisis de la actividad xilanásica del pienso adicionado con enzimas se observa en la **figura 3**, y muestra una pendiente e intersección muy similares, lo que sugiere claramente



que el porcentaje de "pérdida" de actividad es consistente entre pruebas, de acuerdo a este análisis.

Como se ha dicho anteriormente, este análisis es válido sólo si realmente predice la respuesta del animal. Según este análisis, el 50% del enzima se había destruido a 83 °C, por lo que uno hubiera esperado ver una mejoría en los resultados menor, comparado con el pienso procesado a 65 °C. La respuesta

en crecimiento en esta prueba se muestra en la **figura 4** y otra vez, no indica un deterioro progresivo del IC, como hubiera podido esperarse de la recuperación enzimática del pienso. De hecho, ocurrió lo contrario, con un IC óptimo logrado a 82.1 °C aproximadamente, lo que claramente confirma los datos del primer experimento.

La regresión entre la actividad xilanásica recuperada del pienso y el IC en el experimento 2 no fue significativa ($p > 0.5$) sugiriendo, una vez más, que el análisis tiene poco valor en la predicción del IC.

Sin embargo, el tema crítico a tratar es si la reducción de la recuperación de la actividad enzimática a altas temperaturas puede ser responsable de algún modo del empeoramiento de los resultados por encima de 82 °C. Para enfocar este tema es pertinente preguntarse que hace exactamente el enzima en el animal. Las xilanasas y β -glucanasas son efectivas reduciendo la viscosidad intestinal. Si la viscosidad intestinal no se reduce con la adición de enzimas a una temperatura determinada, entonces es probable que el enzima se

haya desnaturalizado.

En el experimento 2 se determinó la viscosidad intestinal en 8 aves por dieta, (datos presentados en la **figura 5**). Hay claramente una reducción de la viscosidad con la adición de enzimas a todas las temperaturas. De hecho, en términos absolutos, la mayor reducción se da a los 95 °C. El enzima está, por tanto, activo a todas las temperaturas, contradiciendo los datos procedentes de los análisis de actividad xilanásica de no actividad por encima de los 90 °C (**Fig. 1 y 3**).

Como el logaritmo de la viscosidad intestinal es proporcional a la concentración de sustrato que el enzima degrada, es posible calcular la actividad enzimática sustrayendo el logaritmo de la viscosidad con el enzima del de control a cada temperatura. Esto proporciona una estimación directa de la cantidad de sustrato degradado por el enzima.

Los resultados se muestran en forma de curva en la **figura 6**, y se ajustan a una regresión Gauchy, que predice la actividad óptima del enzima a 90.7 °C.

Como este gráfico está basado en la reducción de viscosidad a nivel intestinal, representa verdaderamente la cantidad de enzima efectiva que se encuentra en el ave. En vez de disminuir con la temperatura desde 70 °C y por encima, de hecho aumenta (seguramente porque hay más sustrato disponible) hasta los 90

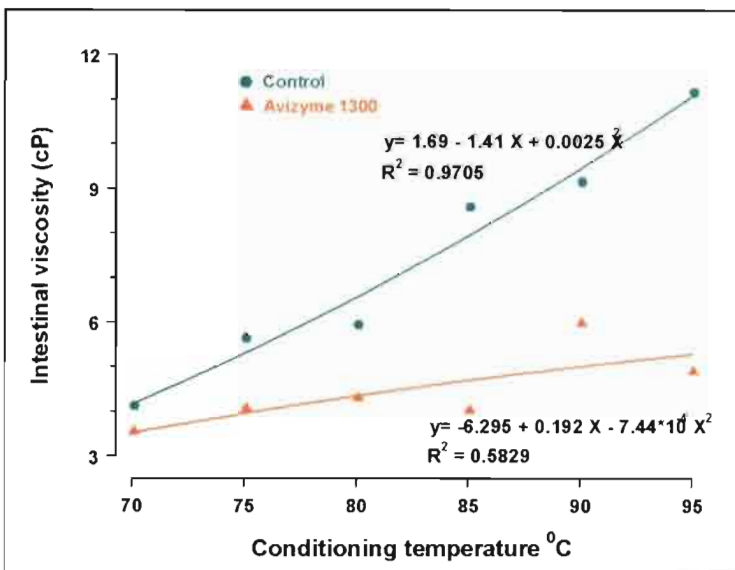


Fig. 5.-Efecto temperatura procesado en la viscosidad intestinal de broilers a los 21 días de edad. Experimento 2.

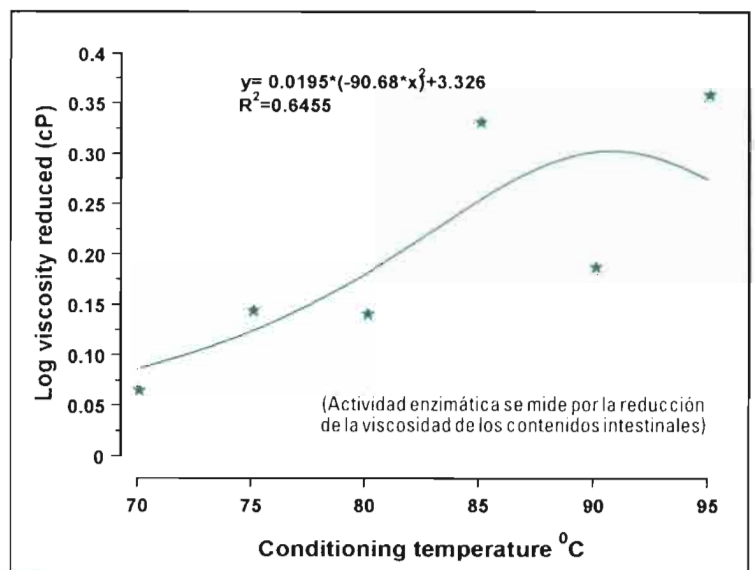


Fig. 6.-Efecto temperatura procesado sobre la actividad enzimática en el intestino de broiler a los 21 días de edad.

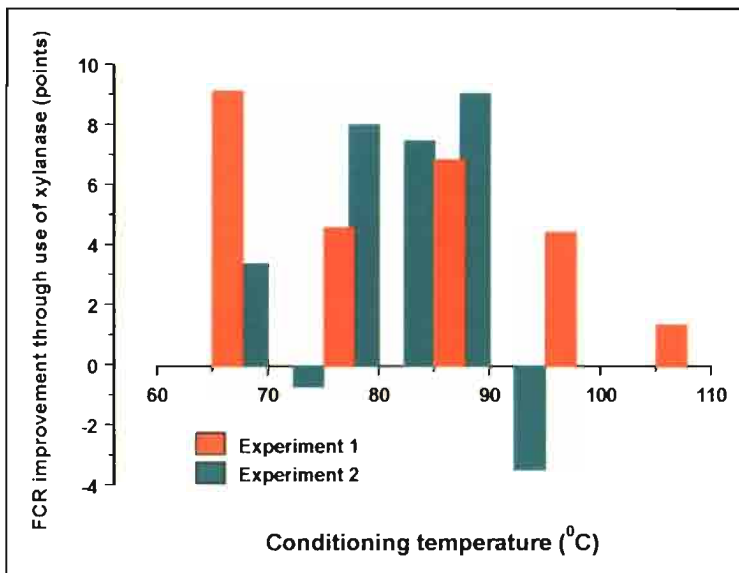


Fig. 7.—Mejora en el IC con la adición de Avizyme 1300 a diferentes temperaturas de acondicionamiento. Resultados de los experimentos 1 y 2.

°C, por encima de los cuales decae (presumiblemente debido a la destrucción por calor). Por tanto los análisis estándar utilizados por la industria, aisladamente, no tienen mucho valor por estimar la concentración de enzimas efectiva en piensos peletizados y de hecho pueden conducir a hacer aseveraciones erróneas. Sin embargo, como el porcentaje de “pérdida” enzimática es constante con la temperatura, es posible corregir la actividad determinada a una actividad efectiva, conociendo el máximo de seguridad para el enzima por encima del cual esas correcciones no deben ser hechas (90 °C de acuerdo al experimento 2). Finnfeeds, basándose en estos datos, ofrece actualmente un servicio de análisis de pienso “corregido”.

En la figura 7 se dan datos complementarios sobre la eficacia continuada de los enzimas a temperaturas de acondicionamiento más altas. Los datos de IC de los experimentos 1 y 2 se presentan para mostrar la mejora relativa conseguida con la inclusión de enzimas a cada una de las temperaturas de acondicionamiento. Esta presentación es bastante útil, ya que los efectos de procesamiento sobre ciertas características del pienso, tales como la viscosidad, gelatinización del almidón, pérdida de nutrientes, etc. teóricamente debería ser igual para ambos tratamientos, control y enzimático. Por lo tanto la

mejora en los resultados con la adición de enzimas a cada temperatura es un indicio de la eficacia y, por tanto, de la estabilidad de los enzimas a una temperatura determinada.

En la figura 7 queda claro que en ambos experimentos la mejora en los resultados como consecuencia de la adición de enzimas fue evidente hasta los 90 °C. En particular, en el experimento 2, la mayor respuesta a la inclusión de enzimas se dio entre los 80 y los 90 °C. Esto contrasta claramente con los resultados del análisis del pienso y sugiere que tales análisis deben ser interpretados cuidadosamente si es que se quiere que tengan algún valor.

¿Por qué hay diferencias entre el análisis y los resultados zootécnicos?

Es interesante notar que, de acuerdo al porcentaje de destrucción del substrato viscoso, la respuesta óptima del ave en el Experimento 2 debería haber ocurrido a los 90 °C cuando de hecho los resultados a esta temperatura estaban en declive. De hecho hay muy poca pérdida en la actividad incluso a 95 °C como puede verse en los datos de la Fig. 6, lo que se contradice con los datos del IC de la Fig. 4, que muestran una reducción de 10 puntos en el IC entre 82 y 95 °C. La pérdida enzimática claramente no puede ser responsable de esta caída en los resultados, así que la única explica-

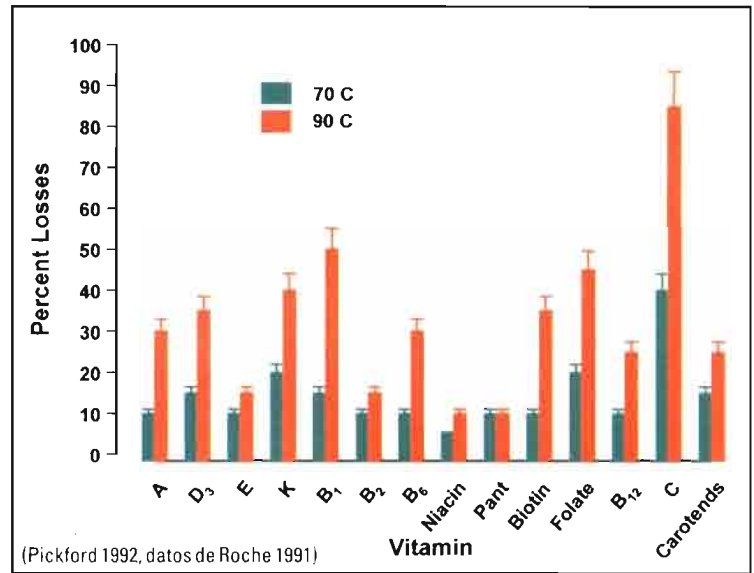


Fig. 8.—Efecto temperatura paletización bajo condiciones normales en GB, sobre pérdida de varias vitaminas.

ción posible es que sí hay pérdida de algunos nutrientes esenciales a temperaturas que excedan los 80 °C. Es interesante notar que Inborr y Bedford (1995) hicieron un informe similar sobre la pérdida de resultados por encima de lo 85 °C, empleando raciones basadas en cebada, un procesado del pienso diferente y un enzima basado en β-glucanasa muy diferente. Estos datos apoyan el concepto de nutrientes sensibles al calor, limitantes del crecimiento y el IC, y que se desnaturalizan rápidamente por encima de los 80 °C. Una publicación reciente de Pickford (1992) indica que, a temperaturas normales de peletización, puede haber una considerable pérdida de vitaminas como se muestra en la figura 8.

Además de la pérdida de vitaminas, hay pérdida de aminoácidos, que puede que no se prediga exactamente con un análisis general o incluso con experimentos de digestibilidad. Trabajos recientes del grupo de Batterham (Batterham et al. 1993; Batterham et al. 1994; Van Barneveld et al. 1997) demostraron claramente que, aunque las digestibilidades de la lisina, el triptófano y las harinas de oleaginosas procesadas no eran afectadas por el aumento de temperatura, su utilización y, por tanto, su potencial para mejorar el crecimiento decrecía severamente. La sospecha es que, con altas temperaturas de procesado, puede crearse una forma del aminoá-

cido que es absorbida (y parece ser que digerida) pero que no es utilizada por el animal. Por tanto, se requieren pruebas de crecimiento si se quiere determinar el verdadero efecto de las temperaturas de procesamiento sobre la utilización de cualquier nutriente dado.

Sumario. Los resultados presentados muestran que la xilanaso objeto de estudio (Avizyme 1300) mantiene su actividad en el animal hasta 90 °C. Es posible, modificando el actual sistema de análisis de pienso, proveer a los fabricantes de pienso, con un servicio de análisis significativo. Lo que no se puede determinar es qué porcentaje de otros nutrientes limitantes puede afectar a los efectos beneficiosos del enzima por encima de los 82 °C. Se necesitan pruebas de crecimiento, más que de digestibilidad, para investigar cada uno de los nutrientes requeridos que pueden ser afectados por el calor. La simple recuperación del compuesto en el pienso después del procesado ha demostrado no ser adecuada para los enzimas, y esto es probablemente también así para algún otro nutriente sensible al calor. Debido a que no hay muchos datos publicados, es difícil señalar un nutriente en particular que sea sensible a la desnaturalización térmica. ■ /M.R. Bedford y M. Pack. Finnfeeds International Ltd, Marlborough, Wiltshire, UK.