

Procesos de panificación en la industria alimentaria

BREAD MAKING PROCESS IN THE FOOD INDUSTRY

Vanessa TORRES SAURA, Santiago GRANDE BELTRÁN, Esther del CASTILLO QUESADA, Belén ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, María Dolores GUERRERO CHICA y Manuel MACHUCA MEDINA

Unidad de Protección de la Salud. Área Sanitaria Norte de Málaga. Junta de Andalucía. C/ Infante, 8 – 2º. 29200 Antequera, Málaga (España). Correo-e: ecastillo10@hotmail.com.

RESUMEN

El pan, alimento básico por excelencia, nos ha acompañado a lo largo de los siglos formando parte de nuestras vidas. A lo largo de este artículo revisaremos las particularidades técnicas de este alimento compuesto por tan sólo cuatro ingredientes mínimos pero que encierra un complejo y a la vez admirable proceso de elaboración en la que cada una de sus etapas, elaboradas cuidadosamente, engloban aspectos higiénico- sanitarios, técnicos y de calidad necesarios para generar los más de cuatrocientos tipos de panes que existen en la actualidad.

Palabras Claves: Coliformes fecales, camarón, enterobacterias, mariscos.

EL PAN COMO ELEMENTO BÁSICO EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA

El calor del horno, el aroma que desprende durante su fermentación,... son algunas de las cosas que hacen del pan algo especial y que sea considerado desde hace alrededor de 8.000 años, el alimento por antonomasia que consumen casi todas las razas, religiones y culturas del mundo.

Las primeras evidencias arqueológicas de la utilización de la levadura en el pan así como el empleo de los hornos datan de los egipcios,^(1,6) pero nunca sabremos con detalle cómo se descubrió el proceso, aunque la inmensa variedad de productos panarios fermentados que se consumen en la actualidad se basan en unos principios básicos comunes: una fermentación, un horneado y un enfriamiento.

PROCESO DE PANIFICACIÓN

La panificación a grosso modo consiste en la obtención de pan a partir de harina, a la que se añade agua, sal y levadura. A pesar de la sencillez de estos



Figura 1. Maqueta de la preparación de pan y cerveza. Foto en *Tesoros egipcios* de la colección del Museo Egipcio de El Cairo (obra coordinada por F. Tiradritti), Barcelona, 2000, p. 102.

ingredientes, la elaboración de pan es uno de los procesos bioquímicos más complejos que existen. En él coexisten diversos componentes muy reactivos

como son los carbohidratos, las proteínas y los lípidos, además de numerosas y diferentes actividades enzimáticas y un número importante de microorganismos, que pueden actuar antagónica o sinérgicamente.⁽²⁾ Por ello, el resultado final dependerá de las materias primas que utilizemos y de en qué condiciones se lleve a cabo el proceso.

Tipos y funcionalidad de los ingredientes

En la elaboración del pan se deben tener en cuenta muchos factores, en especial la calidad de sus ingredientes.^(2, 3) Todos y cada uno de ellos resultan indispensables y cumplen, además, con unas funciones específicas que repercutirán posteriormente en el producto final.

Harinas para panificación

La harina es el ingrediente principal del pan. La más adecuada en panificación es la obtenida de la molturación del grano de trigo maduro, sano y seco e industrialmente limpio.

La harina recién molida no es la más adecuada para panificar. Es preciso que transcurra un tiempo de almacenamiento, para que se produzcan cambios relacionados con la oxidación y que son beneficiosos para la panificación. También es necesario que toda la harina sea de una maduración uniforme. El tiempo que tarda una harina en madurar depende de la aireación y de la temperatura ambiental, siendo en los meses de invierno el envejecimiento más lento.

El 85% de las proteínas de las harinas son *gliadinas* (proporcionan cualidad pegajosa a la masa) y *gluteninas* (proporcionan resistencia y fortaleza), proteínas insolubles que en conjunto reciben el nombre de *gluten* debido a su capacidad de aglutinarse cuando son mezcladas con agua originando una red o malla. Esta propiedad que poseen las proteínas del trigo y que (salvo raras excepciones como el centeno) no poseen las proteínas de otros cereales, es la que hace *panificables* las harinas de trigo y la que proporciona las características plásticas de la masa de pan.

El porcentaje de gluten define a veces los tipos de harina.^(2,4,5,6) Las harinas fuertes (contenido en gluten superior al 11%) absorben mucha agua y dan masas consistentes y plásticas y panes de buen volumen, aspecto y textura. Por el contrario, las harinas débiles son harinas no aptas para la elaboración de pan pero sí para la elaboración de galletas y pastas alimenticias.

Agua

El agua es el segundo componente mayoritario de la masa y constituye un componente esencial en panificación al servir de vehículo de transporte para que los ingredientes, al mezclarse, formen la masa. Además de actuar como un catalizador permitiendo que se produzcan cambios en otros ingredientes, el agua activa las proteínas de la harina para que la masa adquiera textura blanda y moldeable. Su

presencia también es necesaria para el desarrollo de las levaduras que han de llevar a cabo la fermentación del pan.

La calidad y composición del agua influyen en la formación de la masa. Se sabe que aguas con carácter ácido endurecen la red de gluten, mientras que las alcalinas suavizan la masa. De ahí que a veces se empleen aguas minerales o filtradas en la elaboración del pan para evitar que estos factores afecten negativamente a la masa final, por ejemplo inhibiendo la actuación de las levaduras.

Sal

El objetivo principal de la sal es dar sabor y reforzar los aromas del propio pan. Además es importante porque hace la masa más tenaz, aumenta su capacidad de retención de agua y evita fermentaciones indeseables dentro de la masa. La sal contribuye también de una forma indirecta a la formación del color marrón característico de la corteza,⁽⁶⁾ debido a que retarda la fermentación, generando un *exceso* de azúcares que durante el horneado favorecen la formación de los colores dorados de la corteza.

Levaduras

En panadería la levadura es el componente microbiano aportado a la masa que produce enzimas, importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante *fermentación* de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares, produciendo etanol y CO₂. Este CO₂ queda atrapado en la masa la cual se esponja y aumenta de volumen. A este fenómeno se le denomina *levantamiento de la masa*.^(2, 5,8)

Una de las levaduras más conocidas en panificación es la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura tiene la facultad de crecer en forma anaerobia realizando fermentación alcohólica, siendo utilizada además en otros muchos procesos de fermentación industrial, por ejemplo en la producción de cerveza, vino, antibióticos, etc.

Son varios los tipos de levadura utilizados en panificación: la natural y la química. La *levadura natural* tiene su principal aplicación en la elaboración de la masa madre y se obtiene a partir de la *microbiota* de la propia harina permitiendo que la masa fermente de modo espontáneo. Salvo en elaboraciones artesanales muy concretas, es poco usada como levadura única y puede encontrarse en dos tipos de presentaciones: fresca y desecada.

La *levadura química* está elaborada por una mezcla de ácidos tales como el cítrico o el tartárico con un carbonato, produciendo CO₂ y confiriendo volumen y esponjosidad a la masa. Se diferencia de la levadura biológica en que su efecto es mucho más rápido.

Aditivos

Existen hoy además una serie de ingredientes que son fundamentales en la elaboración del pan al

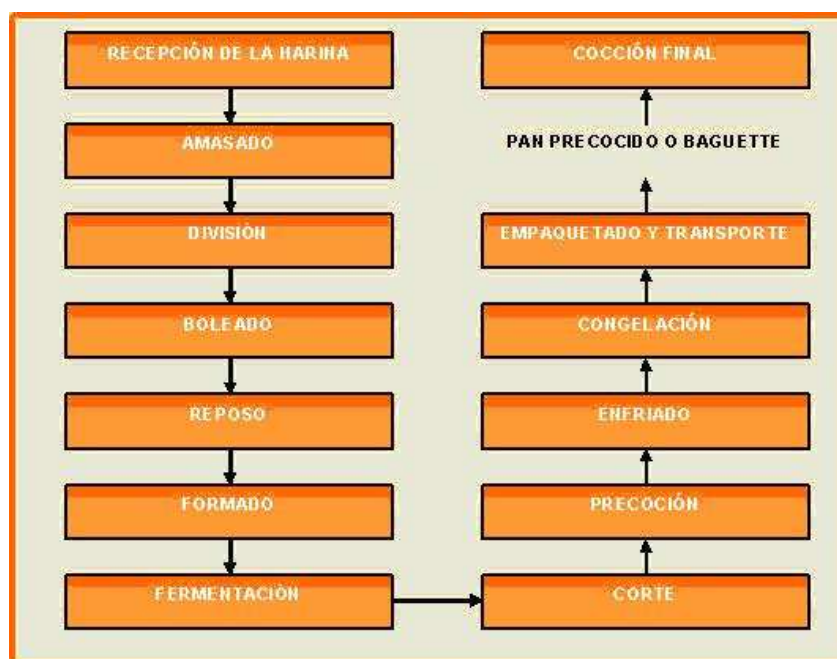


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración del pan francés.⁽⁴⁾

conseguir que la masa resultante pueda ser manipulada en un proceso mecanizado y obtener mayor regularidad y seguridad en la producción. Son los denominados *mejorantes en panificación* cuyas funciones por lo general consisten en estimular la fermentación, reforzar el gluten, dar volumen a las masas y modificar sus características plásticas.

Un mejorante panario es una mezcla de aditivos y coadyuvantes tecnológicos autorizados cuya composición y origen es muy variable en función del uso al que estén destinados o de los resultados que se pretendan obtener con su utilización.

Los mejorantes comerciales que se encuentran habitualmente en panadería son agentes antioxidantes como el ácido ascórbico, emulsionantes como la lecitina o los mono o diglicéridos de ácidos grasos o enzimas como las amilasas o las lipooxigenasas, que actúan como catalizadores de las diferentes reacciones bioquímicas que tienen lugar en la elaboración del pan. La cantidad de enzimas naturalmente presentes en la harina depende de las condiciones de cultivo del trigo. En España, esta cantidad generalmente es baja e insuficiente.

Proceso de elaboración del pan. Ejemplo de un proceso de panificación: Pan precocido francés o *baguette*

Las etapas de los procesos de elaboración del pan van desde la recepción de materias primas hasta la distribución del producto, variando en función del tipo de industria que se trate y del tipo de pan a elaborar. Por consiguiente, el diagrama de flujo que

hemos desarrollado a continuación debe considerarse como una guía y orientación, debiendo ser adaptado de forma específica a las características y procesos propios de cada industria.

Supongamos la elaboración de una *baguette*, especialidad originaria de Francia y extendida por todo el mundo, que en nuestro país en los últimos años ha visto incrementado su consumo, especialmente la *baguette precocida*.

En la elaboración del *pan precocido* la masa se elabora como en el proceso tradicional, pero, una vez efectuada la primera cocción del pan - precocción - que permita que éste coagule y que adquiera una determinada estructura, se saca del horno y se enfría, pudiendo refrigerar el pan o, lo más común, congelándolo hasta el horneado final.

Una vez finalizada esta primera fase, se obtiene un pan denso, húmedo y de una coloración blanca, debido a que el corto periodo de cocción no permite que se produzcan las reacciones de caramelización, responsables del color. En una segunda fase se completaría la cocción.

Etapas en la elaboración del pan precocido

Primera etapa: pesado de todos los ingredientes. Los ingredientes mayoritarios de las elaboraciones de pan se suelen dosificar por volumen y los minoritarios se dosifican por pesado en balanzas. Esto último es muy importante pues los aditivos empleados deben dosificarse exactamente para evitar situaciones de toxicidad y obtener a la vez los objetivos deseados.

Segunda etapa: mezclado o amasado. El objetivo principal del amasado es homogeneizar la mezcla de ingredientes para conseguir otorgar a la masa una consistencia uniforme, aireándola y haciéndola más flexible. Esta consistencia se consigue por la saturación del almidón de la harina y por las proteínas que, a partir de la absorción de agua, formarán el gluten. El almidón cumple la misión de repartir la humedad homogéneamente durante el amasado y de proporcionar una estructura semi-sólida a la masa.

El amasado se compone de dos fases:

Fase 1: El fresaje. En ella se incorporan todos los ingredientes a excepción de la levadura, donde el amasado se produce a velocidad lenta (de 2 a 5 minutos), hasta que se homogeneizan los



Figura 3. Amasadora.

ingredientes. Esta fase sirve, además, para conocer si la hidratación de la harina ha sido suficiente, añadiendo harina o agua en caso necesario.

Fase 2: La oxigenación o maduración. La masa es presionada, cortada y azotada a velocidad rápida y es cuando se produce la máxima aireación de la masa. Ésta capta el oxígeno del aire que posteriormente es consumido por la levadura. La aireación posibilita los procesos de oxidación de las proteínas y, consecuentemente, afecta a la formación de la red del gluten. El oxígeno se aloja en forma de pequeñas burbujas de aire que posteriormente dan lugar a la “*alveolada*”, lugar donde se aloja el gas carbónico durante la fermentación.

A medida que avanza el amasado, la masa va adquiriendo elasticidad y se vuelve lisa, flexible y suave. Una consecuencia del rápido amasado es que la temperatura de la masa se incrementa progresivamente durante el mismo, siendo la t° final óptima en la elaboración de pan baguette precocido, de 21 o 22 °C. Para conseguir esta t° , se suele manipular la t° del agua, pues resulta mucho más sencillo de manipular que la t° del local o de la harina.

Cuando la masa va adoptando un solo cuerpo y se despegas de las paredes suele ser indicativo del fin del amasado. Si el tiempo de amasado fuera muy prolongado aumentaría la extensibilidad de la masa provocando un mayor impulso de la misma durante el horneado.

Tercera etapa: división. El objetivo principal de la división es asegurar un peso del pan constante para su venta. El proceso atraviesa dos etapas: la *división* y *pesado* de una gran masa y, posteriormente, la *subdivisión volumétrica* en pequeños pastones, cada

uno de los cuales tendrá el peso correspondiente a la pieza que se elabora.

Durante el pesado y división, se deberá evitar que la temperatura de la masa sea demasiado alta y que haya comenzado su fermentación, puesto que esto puede ocasionar diferencias de peso entre las primeras y las últimas piezas (la división se hace por volumen), pudiendo obtener piezas con el mismo volumen pero distinto peso. Para evitar estos problemas, la masa deberá ser pesada y dividida entre 10 y 15 minutos después de finalizar el amasado.

Cuarta etapa: boleado (o entornado). Con la división la masa ésta se vuelve pegajosa, rugosa y poco flexible, por lo que después de la división debe efectuarse siempre el boleado ya que permite reconstruir la estructura inicial de la masa.

Durante el boleado, se forman piezas esféricas, con una capa exterior lisa y seca, lo que permitirá una mejor manipulación en las operaciones posteriores de formado, evitando que se produzcan desgarros en las masas. Además, las piezas boleadas deberán quedar cerradas lo suficientemente para que no se produzcan pérdidas de gas durante la fermentación.

En la actualidad el proceso de boleado se realiza de forma mecánica empleando para ello las llamadas *boleadoras*.⁽⁷⁾ Las más conocidas son las *boleadoras cónicas*. Estas máquinas disponen de un cono estriado que rota sobre un eje vertical fijo, con los carriles de la superficie moldeadora fija colocados en disposición espiral en su parte externa y sobre los cuales se deslizan los trozos de masa, provenientes de la divisora. Presentan una turbina que expulsa aire para mantener seco el cono y evitar que la masa se pegue. Este tipo de boleadoras es muy eficiente para masas duras con poco contenido de agua.

Quinta etapa: prefermentación o reposo. Antes de proceder al formado de las piezas, la masa boleada deberá someterse a un periodo de reposo o de



Figura 4. Boleadora cónica inversa.

fermentación intermedia en cámaras especiales, llamadas *cámaras de reposo*.

Durante este tiempo la actividad de las levaduras comienza a generar dióxido de carbono y la masa crece el doble de su tamaño. El tiempo de reposo será clave para aportar a la masa la maduración y las cualidades plásticas necesarias que permitan darle forma, otorgándole la fuerza y el equilibrio óptimo.



Figura 5. Cámara de prefermentación.



Figura 6. Formado de barras con laminado en continuo.

Después de esta prefermentación, la maduración de la masa deberá llegar a un cierto equilibrio entre su tenacidad y extensibilidad.⁽²⁾ Una *tenacidad equilibrada* debe permitir a las piezas su crecimiento sin romperse durante la fermentación, alcanzando el volumen adecuado tras su cocción y pudiendo soportar sin problemas tanto el corte como el horneado. Una *extensibilidad adecuada* debe permitir durante el formado que las piezas se alarguen sin romperse y alcancen un buen desarrollo tras la cocción.

La duración del periodo de reposo para el caso de la baguette es de veinte minutos aproximadamente.

Sexta etapa: el formado o moldeo. El formado consiste en dar a la pieza su forma simétrica, concreta y definitiva antes de la fermentación. La masa aquí se

somete a las etapas de laminado, enrollado y alargamiento sucesivamente.

Esta fase es una de las más críticas en panificación ya que muchos de los defectos originados en el pan suelen ser causados por una mala manipulación de la masa durante el formado. La baguette es una pieza de al menos 60 cm de longitud. Para conseguir esta dimensión tan elevada se corre el riesgo de dañar el gluten por lo que el formado ha de ser progresivo y para ello ha de estar provisto de una formadora que garantice esta fase sin desgarros ni roturas.

Actualmente el formado suele realizarse mecánicamente en las llamadas *formadoras*. En la elaboración de la baguette la formadora más recomendable es la progresiva, que permite el formado sin roturas ni desgarros al disponer de *rodillos de prelaminado progresivo*.⁽⁷⁾ Tras el laminado, la masa se enrolla por medio de una malla metálica que luego se alarga progresivamente tras un relajamiento de aproximadamente diez minutos entre la fase de enrollado y alargamiento. En esta fase de relax la masa vuelve a tener un aspecto seco y relajado, para que las posteriores planchas de alargamiento estiren la masa sin roturas ni estriamientos. A la salida de la formadora, las barras formadas se colocan en bandejas donde fermentarán, se precocerán y se congelarán.

Séptima etapa: fermentación de la masa. La fermentación consiste en una serie de reacciones bioquímicas llevadas a cabo por levaduras de género *Saccharomyces cerevisiae* y por bacterias fermentativas, básicamente lácticas y acéticas.

Se debe tener en cuenta que la fermentación empieza durante el amasado, adquiere cierta maduración durante el reposo y termina en el horneado, cuando la pieza alcanza los 55°C.⁽⁸⁾

La fermentación puede realizarse con distintos tipos de levadura y diferentes métodos pero siempre estará condicionada por la temperatura y la humedad relativa, así como por la capacidad de la levadura para estabilizar el pH de la masa.

El pH tiene una repercusión directa sobre el comportamiento de la fermentación de forma que *la máxima formación de gas se obtiene con valores de pH de entre 4 a 5.5*.

Las barras de pan francés o *baguettes* fermentan en cámaras de fermentación que mantienen 26 °C de temperatura y 75 % de humedad de manera constante, hasta que la masa ha alcanzado el punto óptimo de fermentación. Tendrá una duración de entre dos horas y media y tres.

Octava etapa: corte. El corte proporciona al pan la imagen definitiva del producto, haciéndolo más apetecible para el consumidor. El objetivo del corte es facilitar la salida del gas carbónico del interior de la masa durante los primeros minutos de la cocción. En la baguette se realizan siete u ocho incisiones

suaves y superficiales, inclinadas y simétricas al eje principal de la barra.

Novena etapa: primera cocción o precocción. La precocción de la baguette se realiza generalmente en hornos rotativos en los cuales la transmisión del calor



Figura 7. Corte de la baguette.

se realiza por *convección*. Las piezas se colocan en unas bandejas acanaladas y perforadas, para ser dispuestas en un carro portabandejas que se introduce en la cámara de horneado.

La temperatura inicial del horno suele ser de 230 °C. El pan se introduce y durante doce segundos se imprime vapor. Luego se deposita sobre la superficie de la masa y se condensa. El calor del horno debilita la masa, al mismo tiempo que el vapor se fija, retrasando por un corto periodo de tiempo la formación de la corteza, haciendo que el pan no pierda su elasticidad y evitando de este modo su rápido secado y su deshidratación.

Posteriormente, la temperatura de precocción disminuye a unos 170 °C. La acción fermentativa se acelera hasta que la masa adquiere una temperatura de 55 °C *aproximadamente*, aumentando el volumen del pan. A partir de los 55 °C, las levaduras mueren y se paraliza la fermentación. Este hecho ocurre antes en las capas externas de la masa, de tal forma que cuando ya ha tomado estructura la corteza, aún sigue habiendo expansión en el interior del pan incrementando la presión.

El tiempo de precocción es de trece minutos. Los hornos rotativos poseen una plataforma giratoria en la cámara que contiene el carro, lo que permite que el carro cambie de posición y el pan adopte diferentes posiciones ante la corriente de aire caliente.

Décima etapa: enfriado. Una vez las piezas han salido del horno, deberán enfriarse antes de proceder a su manipulación durante 30 o 40 minutos, que es el tiempo necesario para que su temperatura interior descienda hasta los 30°C.

El enfriamiento puede efectuarse a temperatura ambiente o en cámaras especiales de enfriamiento forzado. En el primer caso es preciso establecer una zona aislada al abrigo de corrientes de aire, ya que éstas acelerarían el resecamiento de las piezas recién horneadas. También es muy importante controlar la humedad relativa, siendo el rango recomendado de 75% a 80%.

Undécima etapa: congelación. La técnica de congelación se ha extendido en los últimos años porque permite una distribución más uniforme del trabajo y una reacción más flexible en la venta de forma que pueden fabricarse piezas de masa, almacenarse congeladas y cocerse varios días después.

El método más aconsejado es el *método rápido en túneles de congelación*. El producto es introducido en el túnel de congelación a - 40° C hasta conseguir, por ejemplo, para el pan - 12° C en el interior de la barra. De esta forma, se evitan pérdidas de humedad, así como se mantiene mejor la estructura y el *flavor* del producto. El tiempo de congelación variará en función del tamaño y número de piezas a congelar

Duodécima etapa: empaquetado y transporte. Cuando el pan sale del túnel de congelación ha de ser inmediatamente empaquetado en bolsas de plástico bien cerradas e introducirlo en cajas de cartón especial para congelación.

El envasado tiene como objetivos proteger al producto de las posibles contaminaciones que le pudieran afectar y mantener sus características organolépticas de frescura durante más tiempo. Una vez empaquetado, el pan precocido se almacenará a temperatura constante de -18 °C, tal y como establece la normativa vigente,⁽⁹⁾ hasta que es distribuido a los puntos de destino en camiones congeladores, para evitar romper la cadena de frío. Si el radio de distribución no es muy distante y el pan va a ser elaborado en las siguientes 24 horas, el pan puede distribuirse también en vehículos isotermos.

Decimotercia etapa: cocción final. Para finalizar el proceso, se procederá a una nueva y última cocción del producto.

El pan precocido congelado puede descongelarse a temperatura ambiente durante 15-30 minutos previos a la cocción u hornear directamente sin descongelar, a tiempos y temperaturas algo superiores. Es preferible descongelarlo antes del horneado, ya que el pan tiene una pequeña recuperación en su estructura y aumenta ligeramente su volumen.

Esta cocción normalmente se realiza, en los denominados *puntos calientes* (establecimientos de venta, restaurantes...), mediante hornos eléctricos pequeños, o incluso en los hogares, por el propio consumidor final. Disfrutaremos así de un producto con el mismo aspecto y características que el elaborado tradicionalmente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beranbaum, Rose Levy. 2003 . *The Bread Bible* (1ª edición). W. W. Norton & Company.
2. Calaveras, J. 2004. *Nuevo tratado de panificación y bollería*. Ed. AMV, Madrid.
3. Calvel R. 1994. *El sabor del pan*. Ed. Montagud. Barcelona.
4. García Roche, Laura,; Olmo Enjuto, Verónica. *Proceso de elaboración del pan precocido, baguette o pan francés*. Universidad Politécnica de Cataluña.(www.ice.upc.es).
5. Hensperger, Beth; Chuck Williams, Noel Barnhurst. 2002. *Bread* (1ª edición). Simon & Schuster Source.
6. J.M. Mesas , M.T. Alegre. El pan y su proceso de elaboración . *Ciencia y Tecnología alimentaria* (2002); Vol. 3, nº 005pp. 307-313.
7. Stanley P. Cauvain y Linda S. Young. 2002. *Fabricación de pan*. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España.
8. Tovar, Rosa. 2006. *Masas* (1ª edición). Madrid: Ed. Aguilar.
9. Real Decreto 285/1999, de 22 de Febrero, por el que se modifica el RD 1137/1984, de 28 de Marzo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, circulación y comercio del pan y panes especiales.