

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 860**

51 Int. Cl.:

A23L 3/01 (2006.01)

A23L 3/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2008 PCT/US2008/074697**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2009 WO09029731**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2008 E 08798920 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2194800**

54 Título: **Procedimiento y sistema para conservar alimentos**

30 Prioridad:

28.08.2007 US 968411 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.05.2019

73 Titular/es:

**TEXAS TECH UNIVERSITY SYSTEM (100.0%)
Office of Technology Transfer And Intellectual
Property, P.O. Box 42007
Lubbock, TX 79409-2007, US**

72 Inventor/es:

**ALVARADO, CHRISTINE;
BROOKS, J. CHANCE;
BRASHEARS, MINDY M.;
BRASHEARS, TODD;
COCCOLI, GIANFRANCO;
SAPELLI, PIERLUIGI;
PIAZZA, MARIO;
FRANZONI, STEFANIA;
FELAPPI, FEDERICO y
TOLETTINI, NICOLA**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 713 860 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema para conservar alimentos

Campo técnico de la invención

5 La presente invención versa, en general, acerca del campo de la conservación de alimentos y, más en particular, acerca del desarrollo de procedimientos novedosos para el uso de energía de microondas para reducir patógenos contenidos en los alimentos y para mejorar la viabilidad, la vida útil en almacenamiento y la utilidad de un producto alimenticio.

Antecedentes de la invención

10 Los hornos microondas se han convertido en un dispositivo permanente en muchas cocinas domésticas y en aplicaciones industriales de gran volumen. Por ejemplo, con el uso de hornos microondas se mejora mucho la descongelación de grandes cantidades de carne, pescado, aves de corral y fruta congelados. No solo proporcionan los hornos microondas una mayor uniformidad en el procesamiento, sino que también eliminan un tiempo de espera que, si no, sería de varias horas para descongelar un producto congelado antes de su disponibilidad para su uso, mientras que se minimiza la pérdida por goteo y se mejora la higiene.

15 En la patente U.S. nº 6.274.858, expedida a Alton, y otros, se enseña un ejemplo de los usos de la tecnología de microondas que está dirigida a una fuente que proporciona energía de microondas polarizada circularmente para energizar un horno microondas. La fuente incluye un transformador para hacer que coincida una guía rectangular de ondas polarizada linealmente con una sección de guía de ondas de polarización que puede tener una sección transversal circular o cuadrada. En una realización, el elemento asimétrico proporciona simetría en torno a un único plano. El elemento asimétrico introduce una diferencia en la fase eléctrica de las microondas para polarizaciones que son, respectivamente, paralelas y perpendiculares al plano de simetría. También se utiliza una segunda sección de guía de ondas que tiene una curvatura en el conjunto de alimentación, que puede ser una sección doblada de la guía de ondas circular y presenta una simetría electromagnética en torno a un único plano. Como resultado, las dos secciones de la guía de ondas que operan conjuntamente proporcionan energía polarizada circularmente a una magnitud constante pero de fase continuamente giratoria.

20 La patente estadounidense número 7.154.103 expedida a Koenck, y otros, está dirigida a un procedimiento que incluye la irradiación de productos cárnicos en una primera atmósfera controlada que excluye oxígeno y el embalaje de los productos cárnicos irradiados en una segunda atmósfera controlada que tiene mucho oxígeno. Entonces, los productos cárnicos irradiados embalados son distribuidos a una tienda. Se puede añadir un antioxidante a los productos cárnicos bien antes o bien después de la etapa de irradiación de los productos cárnicos en la primera atmósfera controlada, para extender la vida cromática de los productos cárnicos.

25 La patente estadounidense nº 6.546.646 expedida a Thomas está dirigida a un procedimiento y un aparato para eliminar humedad de un material, sin estropear el producto procesado, mediante la implementación de un calentamiento por irradiación con microondas, secado, deshidratación, curado, desinfección, pasteurización, esterilización o evaporación o cualquier combinación de los mismos.

30 La patente estadounidense nº 6.496.736 expedida a Carl, y otros, está dirigida a un procedimiento y un aparato para tratar aterosclerosis, por la que se cierra parcialmente la arteria, dilatando la arteria mientras se conserva la capa endotelial vital y sensible de la misma. Se propaga en la pared arterial energía de microondas que tiene una frecuencia desde 3 GHz hasta 300 GHz para producir un perfil deseado de temperatura en la misma a profundidades tisulares suficientes para necrosar térmicamente tejido conectivo y ablandar la placa grasa y cerosa mientras se limita el calentamiento de tejidos circundantes incluyendo la capa endotelial y/u otros tejidos, órganos y sangre sanos.

35 La patente estadounidense nº 5.440.104 expedida a Koch, y otros, está dirigida a un procedimiento para un calentamiento uniforme y rápido de productos mediante microondas que son emitidas de forma pulsante e introducidas intermitentemente en los productos, siendo transportados los productos que han de ser tratados, tales como productos químicos o farmacéuticos o productos alimenticios, en particular comidas precocinadas, mediante una cinta transportadora sin fin continuamente en funcionamiento a través de una cámara de tratamiento en bandejas abiertas o cerradas permeables a las microondas y estando dotada la cámara de tratamiento de canales de suministro del generador de microondas que están dispuestos en una posición vertical o inclinada con respecto a la cinta transportadora.

40 La patente estadounidense nº 4.808.783 expedida a Stenstrom, está dirigida a un procedimiento continuo para calentar un producto que tiene al menos una porción de calentamiento más rápido por microondas y al menos una porción de calentamiento más lento por microondas hasta una temperatura predeterminada uniforme suficiente para esterilizar el producto sin la pérdida de olor, de sabor, de textura, color o de la calidad del contenido de vitaminas transportando el producto a través de una pluralidad de campos de microondas incluyendo un primer campo de mayor energía y uno o más campos de energía sucesivamente menor, en los cuales se atenúa el primer campo de

5 microondas hasta un nivel de energía suficiente para calentar las porciones de calentamiento rápido por microondas del producto hasta la temperatura predeterminada, los campos de microondas de energía sucesivamente menor son atenuados hasta un nivel de energía suficiente para mantener la temperatura de las porciones de calentamiento más rápido y calentar las porciones de calentamiento más lento hasta la temperatura predeterminada, y se continúa el transporte del producto a través de los campos de microondas de energía sucesivamente menor hasta que las porciones de calentamiento más lento por microondas del producto alcanzan la temperatura predeterminada.

10 La patente estadounidense nº 4.524.079 expedida a Hofmann está dirigida a una invención en la que se dispone material que tiene una resistividad eléctrica relativamente elevada, tal como productos alimenticios y recipientes para alimentos, en el interior de una bobina magnética y sometido a uno o más impulsos de un campo magnético oscilante que tiene una intensidad de entre aproximadamente 2 y aproximadamente 100 Tesla y una frecuencia de entre aproximadamente 5 y aproximadamente 500 kHz. En general, un único impulso del campo magnético reduce la población de microorganismos en al menos dos órdenes de magnitud, y se logra más estrechamente una esterilidad sustancialmente completa sometiendo al material a impulsos adicionales.

15 La patente estadounidense nº 5.962.054 expedida a Kozempel, y otros, está dirigida a un procedimiento que ha sido desarrollado para el tratamiento no térmico de productos alimentarios líquidos que tiene como resultado una reducción significativa en la población microbiana, reduciendo, de esta manera, el deterioro y prolongando la vida útil en almacenamiento. El procedimiento novedoso implica la aplicación rápida de energía electromagnética (EEM), tal como energía de microondas o de radiofrecuencia, y la eliminación simultánea de cualquier energía térmica que pueda generarse por el procedimiento mediante el uso de la circulación de un medio de enfriamiento y un intercambiador eficaz de calor.

20 La patente estadounidense nº 5.667.828 expedida a Nikdel, y otros, que está dirigida a un sistema y un procedimiento para pasteurizar zumo cítrico con el uso de energía de microondas, proporciona una pluralidad de cámaras de microondas a través de las cuales se hace fluir continuamente zumo, permitiendo el flujo secuencial un aumento progresivo de la temperatura del zumo que es suficiente para pasteurizar el zumo, pero insuficiente para provocar una pérdida detectable de sabor.

25 La patente estadounidense nº 5.389.335 expedida a Charm, y otros, está dirigida a un sistema 10 de calentamiento por microondas de poco tiempo y alta temperatura para material líquido sensible al calor para inactivar o reducir agentes patógenos u organismos, tales como contaminantes virales.

30 La patente estadounidense nº 4.624.854 expedida a Naumann, y otros, está dirigida un procedimiento para esterilizar continuamente productos alimenticios y se da a conocer un aparato adecuado para llevar a cabo el procedimiento. La invención, que permite que se consiga un ahorro considerable en la cantidad de energía de microondas, se logra proporcionando una pluralidad de etapas secuenciales en cada una de las cuales se somete al producto alimenticio a radiación de microondas, siendo monitorizada la temperatura del artículo que está siendo esterilizado en cada etapa y reduciéndose la cantidad de energía de microondas de una fase a otra por etapas, dependiendo de las temperaturas monitorizadas.

35 La solicitud de patente estadounidense nº 20040156958 presentada por Nissim, y otros, está dirigida a la fabricación y al montaje de embalajes para alimentos que poseen todas las ventajas de los embalajes, y mantienen el producto en buenas condiciones o siguen manteniendo el producto con una calidad de seguridad durante el procedimiento de transporte, también mantienen este producto en buenas condiciones en el proceso de mantenimiento, y también mantienen este producto en buenas condiciones durante la venta y siempre en una atmósfera libre de bacterias. El procedimiento utiliza un vacío reducido mientras se aumenta radicalmente el plazo de consumo preferente para todos los productos alimentarios. El rasgo característico del embalaje filtrante es que el filtro puede contener un microchip para aumentar la eficacia del filtro y la capacidad del filtro, y el tratamiento de sustancias de partículas pequeñas y grandes, eliminando la contaminación de la sustancia y evitando que pueda producir intoxicación. El embalaje de producto alimentario fabricado puede ser plegado la mayor parte del tiempo cuando no se utiliza el embalaje y está fabricado principalmente de material plástico duro u otro no metálico. El documento GB 1 154 752 A versa acerca de un procedimiento de esterilización de material en un dispositivo de microondas.

40 El documento GB 2 189 997 A describe la esterilización de productos alimenticios sin un aumento sustancial de la temperatura.

50 El documento US 2007/065551 A1 describe el calentamiento con microondas de superficies externas de productos cárnicos embalados.

El documento WO 02/24004 A1 describe un procedimiento de pasteurización de salsa picante de tomate con un calentamiento por microondas.

El documento EP 0 347 623 A1 describe un horno para la pasteurización de productos alimenticios.

55 El documento US 4 839 485 A describe un dispositivo de microondas para el calentamiento rápido de productos alimenticios.

El documento WO 2005/102064 A1 describe un procedimiento para la pasteurización de huevos en su cáscara.

El documento WO 01/21013 A1 describe un procedimiento de calentamiento y de congelación instantánea de verduras y cereales.

5 La evitación del crecimiento de esporas de moho ha supuesto un desafío desde el comienzo de los tiempos. Aunque el crecimiento de moho y de bacterias siempre está presente y es virtualmente imposible de eliminar debido al crecimiento rápido, la inhibición de su expansión ha demostrado ser una tarea especialmente abrumadora. Tales desafíos son especialmente predominantes en productos de consumo.

10 Aunque se pueden eliminar colonias enteras de crecimiento de moho utilizando procedimientos conductivos, convectivos y radiactivos, a menudo se destruyen las calidades originales del producto alimenticio del producto consumible durante el procedimiento. Por ejemplo, utilizar un horno tostador para cocinar un trozo de pan reducirá, desde luego, la cantidad de crecimiento microbiano, si no la elimina, pero la firmeza y la palatabilidad originales han cambiado durante la aportación de calor al pan. El uso de una radiación prolongada de microondas también tiene un efecto similar y quizás elimina más moho que las técnicas normalizadas de calentamiento, pero las cantidades no controladas de radiación destruyen la identidad original del producto.

15 En la actualidad, se utilizan más habitualmente la conducción y la convección son para destruir colonias de moho. Lo que se percibe más habitualmente entre el público general es una idea similar al de la funcionalidad de hervir agua; si se aplica suficiente calor a la materia, se destruirán tanto el crecimiento bacteriano como su presencia física. Quizás esta idea sea tan predominante debido a que la aplicación de calor a menudo altera materialmente las características físicas del producto alimenticio en cuestión. Por ejemplo, cuando se tuesta pan mohoso, el color blancuzco con motas azul verdosas a menudo cambia a marrón o negro. No obstante, cuando se coloca pan mohoso en un microondas no se produce una decoloración similar. Por lo tanto, las esporas originales de moho, aunque exterminadas, parecen estar presentes, dado que una falta de decoloración a menudo tiene como resultado este autoengaño común.

20 El uso de calor y de energía radiactiva para destruir moho, bacterias y otros organismos microbianos es relativamente sencillo y conocido de forma generalizada, pero no se conocen las cantidades exactas de energía mínima. La aportación de suficiente calor o de energía radiactiva en un organismo vivo evitará en último término su existencia ulterior. Aunque la ciencia termodinámica ha revelado los cálculos precisos para una aportación necesaria de calor para permitir la destrucción del crecimiento microbiano, la función equivalente proporcionada por la radiación sigue siendo un misterio. Aunque la ciencia puede revelar que someter un producto alimenticio a radiación de microondas durante más de cinco minutos debería lograrlo, la técnica anterior aún no ha enseñado un procedimiento menos invasivo que elimine radiactivamente el crecimiento bacteriano y que, a la vez, mantenga la identidad original del producto alimenticio con una duración mínima de tiempo.

Sumario de la invención

35 Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para mejorar la conservación de alimentos. Ejemplos de productos alimenticios incluyen productos naturales (por ejemplo, frutas, verduras, carne, huevos, leche no procesados), productos procesados (por ejemplo, panes, productos a base de cereales, salsas, quesos, productos lácteos, condimentos, carnes procesadas y jamones). La presente invención proporciona un procedimiento para prolongar la vida útil en almacenamiento de uno o más alimentos o conservar alimentos, que comprende las etapas de: proporcionar al menos 2 fuentes de radiación de microondas, que comprenden al menos 1 fuente horizontal de radiación de microondas y al menos 1 fuente vertical de radiación de microondas; exponer los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos desde cada una de las al menos 2 fuentes de radiación de microondas; hacer girar los uno o más alimentos; mover horizontalmente los uno o más alimentos; proporcionar una fuente de fluido refrigerante que comprende un suministro de CO₂ en comunicación con los uno o más alimentos; poner en contacto los uno o más alimentos con el suministro de CO₂, enfriando el suministro de CO₂ los uno o más alimentos; disponer los uno o más alimentos en el interior de un recipiente; y sellar el recipiente, con lo que se inhiben una o más actividades microbiológicas en el interior del recipiente o un organismo patógeno, en particular patógenos contenidos en los alimentos, en el interior del recipiente, siempre que el recipiente permanezca sellado, o mejorándose la vida útil en almacenamiento del alimento. Se exponen los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos. Los uno o más alimentos pueden estar dispuestos en el interior de un recipiente y sellados. En un ejemplo, se reduce o inhibe la actividad microbiológica en el interior del recipiente, siempre que permanezca sellado el recipiente. La presente invención puede ser utilizada para controlar patógenos contenidos en los alimentos, por ejemplo, *E. coli*, *Salmonella sp.*, *Campylobacter sp.*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella sp* y *Staphylococcus aureus*, levadura y moho. Se puede tratar una amplia variedad de productos alimenticios utilizando la presente invención, incluyendo, frutas y verduras, productos de cereales, productos cárnicos y avícolas (incluyendo huevos) y todos los productos lácteos.

Se divulga un procedimiento para conservar alimentos exponiendo a los alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos 5, 7, 8, 9, 10, 15, 25, 30 o 60 segundos, disponiendo los uno o más alimentos en el interior de un recipiente, y sellando el recipiente de forma que se reduzcan o inhiban los patógenos contenidos en los alimentos en el interior del recipiente siempre que el recipiente permanezca sellado. Como tal, se

puede utilizar la presente invención para aumentar la vida útil en almacenamiento de alimentos procesados o no procesados. La presente invención también incluye alimentos obtenidos al tratar el alimento con uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos 7 segundos. Se expone a los alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos y se disponen en el interior de un recipiente. El recipiente también puede estar sellado. Se reduce o inhibe la actividad microbiológica en el alimento siempre que el recipiente permanezca sellado.

Se divulga un procedimiento para mejorar la vida útil en almacenamiento de alimentos exponiendo a los alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos en el interior de un recipiente, con una mayor longevidad si se sella el recipiente antes, durante o después de la exposición a las microondas. Se ha descubierto que los impulsos de microondas inhiben la actividad microbiológica en el interior del recipiente.

Se describe un *kit* para reducir la cantidad de una o más poblaciones de moho en uno o más alimentos. El *kit* incluye un recipiente sellable apto para microondas que soporte uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos e instrucciones para abrir, exponer y sellar un producto alimenticio dispuesto en el interior del recipiente. Además, se pueden diseñar otros procedimientos, de forma que se conserve el nivel de humedad de los uno o más alimentos. Otro procedimiento puede permitir que se retenga la actividad del agua de los uno o más alimentos y/o permitir que se conserve la blandura de los uno o más alimentos. Además, se puede utilizar otro procedimiento de forma que se conserve la palatabilidad de los uno o más alimentos. Además, se puede emplear un procedimiento de forma que se conserve la dureza de los uno o más alimentos. De forma alternativa, un procedimiento puede permitir que se conserve la firmeza de los uno o más alimentos. Además, se debería comprender que los uno o más alimentos podrían ser un alimento procesado o no procesado. Un procedimiento para prolongar la vida útil en almacenamiento de uno o más alimentos, que comprende las etapas de exponer los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos; y disponer los uno o más alimentos en el interior de un recipiente, con lo que se inhiben una o más actividades microbiológicas en los uno o más alimentos, o en torno a los mismos.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de las características y de ventajas de la presente invención, se hace referencia ahora a la descripción detallada de la invención junto con las figuras adjuntas y en las que:

La FIGURA 1 es un gráfico que muestra el cambio en una población de moho en pan blanco inoculado tras un tratamiento con microondas (día 0); y

la FIGURA 2 es un gráfico que muestra el cambio en población de moho en pan blanco inoculado tras un tratamiento con microondas (día 60);

la FIGURA 3 es un gráfico que muestra la concentración de proteína de la albúmina de huevos en cáscara sometida a tecnología de microondas medida mediante determinación de Biuret ($R_2 = 0,99$);

la FIGURA 4 es un gráfico que muestra la evaluación de calidad de cambios de oxidación que se producen en los huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas con el paso del tiempo; medida mediante sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS - $R_2 = 0,99$); y

la FIGURA 5 es un gráfico que muestra los cambios oxidativos que se producen en huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas medidos mediante valores de peróxido (PV);

la Figura 6 es un gráfico que muestra el uso del sistema y del procedimiento de la presente invención en lonchas de jamón.

Descripción detallada de la invención

Aunque a continuación se exponen en detalle la creación y el uso de diversas realizaciones de la presente invención, se debería apreciar que la presente invención está definida en las reivindicaciones.

Para facilitar la comprensión de la presente invención, a continuación se definen varias expresiones. Las expresiones definidas en la presente memoria tienen significados entendidos habitualmente por una persona con un nivel normal de dominio de las técnicas relevantes a la presente invención. No se pretende que términos tales como "un", "una", "el" y "la" hagan referencia únicamente a una entidad individual, sino que incluyan la clase general de la cual se puede utilizar un ejemplo específico para una ilustración. En la presente memoria, se utiliza la terminología para describir realizaciones específicas de la invención, pero su uso no delimita la invención, excepto según se describe en las reivindicaciones.

Según se utilizan en la presente memoria, las expresiones "alimento" y "productos alimenticios" en singular o en plural incluyen una variedad de alimentos, formulaciones alimentarias, precursores de alimentos, alimentos secos o deshidratados y pueden incluir una variedad de agentes edulcorantes, aromas, reguladores de la acidez, colorantes,

agentes espesantes, modificadores de la textura y/u otros aditivos. Ejemplos de productos alimenticios incluyen productos naturales, por ejemplo, frutas, verduras, carne, huevos, leche no procesados; y alimentos procesados, por ejemplo, panes, productos a base de grano, salsas, queso, productos lácteos, condimentos, carnes y jamones procesados. Por ejemplo, productos alimenticios procesados habituales incluyen pan, pan multicereales, pan blanco, una galleta salada, una galleta, levadura, salvado, un grano, avena, una pasta confitera, cereal, arroz, quiche, trigo, un producto a base de masa, un producto a base de almidón, un producto a base de harina, una oblea de comunión o un picatoste.

Se estima que cada año en los Estados Unidos de América hay 76 millones de casos de enfermedades transmitidas por alimentos, 325.000 hospitalizaciones y 5.000 muertes por enfermedades transmitidas por alimentos (Mead y otros, 1999). El coste anual estimado de enfermedades transmitidas por alimentos en los EE. UU. es de 5.000-6.000 millones de dólares por pérdida de productividad y gastos médicos (Marks y Roberts, 1993). Se considera que los animales de granja tales como ganado, cerdos y aves de corral son el reservorio primario para estos patógenos. La seguridad alimentaria es una gran preocupación en los Estados Unidos de América tanto para temas de salud humana como para temas económicos a lo que se enfrenta la industria alimentaria.

Los alimentos de origen animal son de especial preocupación en los EE. UU. al igual que los productos que pueden hacer contacto con animales. Muchas frutas y verduras pueden estar abonadas con estiércol y, por lo tanto, contaminadas con patógenos contenidos en los alimentos de fuentes animales. Tecnologías nuevas e innovadoras que puedan implementarse en centrales de procesamiento para controlar patógenos contenidos en los alimentos son la preocupación máxima de la industria alimentaria estadounidense. Los consumidores también están preocupados por los riesgos para la salud planteados por el suministro de alimentos.

Antes de implementar cualquier nueva intervención para controlar patógenos en un entorno de procesamiento de alimentos, es importante abordar varias cuestiones. En primer lugar, la intervención debe estar aprobada por organismos reguladores tales como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y/o por Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Los presentes inventores han desarrollado nuevas intervenciones y tienen contactos con ambos organismos para comenzar el procedimiento de autorización para esta nueva tecnología de microondas desarrollada por Itaca New Tech S.r.l., Italia. En segundo lugar, la intervención debe ser práctica para la industria. Los aspectos prácticos incluyen el coste del equipo, la seguridad (para el ser humano) del equipo y la capacidad del equipo para amoldarse a las operaciones actuales sin ralentizarlas de forma significativa. Otra preocupación clave de la industria es el impacto que el procedimiento tiene sobre la calidad final del producto. En particular, el producto no debe ser cambiado de forma significativa por la nueva tecnología. Finalmente, la aceptación del consumidor es una preocupación clave debido a que, si el consumidor no adquiere el producto, entonces no hay un mercado satisfactorio para la nueva tecnología.

La presente invención proporciona un procedimiento para prolongar la vida útil en almacenamiento de uno o más alimentos exponiendo a los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas. Se exponen a los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos. Los uno o más alimentos están dispuestos en el interior de un recipiente y sellados. Se inhibe la actividad microbiológica en el interior del recipiente siempre que el recipiente permanezca sellado.

La duración de los uno o más impulsos de radiación de microondas puede ser variada, según sea necesario, por el experto para lograr la reducción deseada en el crecimiento de moho. Por ejemplo, la duración de los impulsos puede ser de 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 o más segundos. Además, la duración de los impulsos puede ser en incrementos fraccionarios de tiempo, por ejemplo, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 o 0,9. Esto puede incluir combinaciones de impulsos y de duraciones de los impulsos.

Los uno o más impulsos de radiación de microondas incluyen una o más longitudes de onda entre longitudes de onda aproximadamente en el intervalo de 1 GHz (30 cm) hasta 300 GHz (1 mm). Un ejemplo incluye una longitud de onda entre aproximadamente 2,0 GHz y 3,0 GHz, por ejemplo 2,45 GHz (correspondiente a una longitud de onda de 12,2 cm). Se exponen a los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas en uno de los uno o más impulsos. Los impulsos pueden tener longitudes de onda idénticas o distintas y ser de duraciones idénticas o distintas.

En ciertas realizaciones, la presente invención es un sistema y un procedimiento para una irradiación de microondas por impulsos que puede ser utilizada para un procesamiento a gran escala de productos alimenticios. En un ejemplo, el dispositivo puede estar diseñado para acomodar grandes bandejas de productos alimenticios, por ejemplo, el dispositivo puede ser tan pequeño como sea necesario para proporcionar una irradiación a artículos individuales envueltos individualmente hasta un dispositivo que permita el procesamiento de grandes bandejas con múltiples artículos. Para un uso a escala media, la cámara en el dispositivo puede tener una longitud de 0,5 a 5 metros y una anchura de 0,3 a 3 metros. Aunque el número y la posición de los magnetrones variará dependiendo del tamaño, e la forma, del número y del tiempo en tránsito de la diana, en un ejemplo el dispositivo puede tener 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20, 25 o incluso 50 magnetrones, que pueden estar colocados en serie, en paralelo, ortogonalmente o la colocación puede ser variable o ajustada en función del producto alimenticio que tenga que ser seleccionado como diana para tratamientos utilizando los procedimientos de la presente invención. La posición de

los magnetrones puede variar incluso durante la etapa de procesamiento. En ciertos casos, los magnetrones serán magnetrones giratorios.

Los magnetrones pueden ser activados de acuerdo con la necesidad, ser activados manual o automáticamente, pueden seguir uno o más programas preestablecidos o pueden ser programados en tiempo real para cada producto alimenticio. En ciertos ejemplos, los magnetrones solo serán activados cuando sea necesario y únicamente durante la mínima duración para proporcionar un efecto predeterminado (por ejemplo, una eficacia de un 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 o 100 por ciento de la energía sobre la diana). Como tal, la presente invención puede estar diseñada para ser respetuosa con el medio ambiente. La potencia y la frecuencia de los impulsos pueden ser constantes o variables, de nuevo, dependiendo de la diana. En ciertos ejemplos, la potencia de salida puede ser de 1,5 kW por magnetrón y la frecuencia utilizada de 2,45 GHz. La potencia total puede ser regulada en función de la reacción procedente de un "potenciómetro" mecánicamente, eléctricamente o mediante soporte lógico. En general, la frecuencia de microondas será determinada por el fabricante del magnetrón, sin embargo, dependiendo de la diana, el diseñador del dispositivo puede seleccionar una frecuencia específica o una combinación de frecuencias o de magnetrones.

En ciertos ejemplos, y dependiendo del producto alimenticio que ha de ser seleccionado como diana, el procedimiento puede ser un procedimiento por lotes, un procedimiento continuo o ambos. El tipo de procesamiento dependerá del tipo de producto alimenticio y de su tamaño y/o forma, la energía total suministrada al producto alimenticio y/o los requisitos energéticos para un procesamiento eficaz del producto alimenticio. En los siguientes ejemplos se proporcionan ejemplos no limitantes de requisitos energéticos, de tiempo de procesamiento y similares. En cuanto al dispositivo, su tamaño, forma, tipo de procesamiento (por lotes, continuo, etc.), ubicación de uso, peso, portabilidad y suministro de energía y variabilidad energética, dependerán de las necesidades del usuario. Por ejemplo, en ciertas realizaciones que requieren un peso, una portabilidad y una robustez mínimos (para su uso *in situ*), se pueden incluir sistemas de control en la fuente de alimentación para abordar múltiples tensiones y corrientes al igual que una amplia variabilidad de tensiones y de corriente. Para un procesamiento que no tiene tales limitaciones, el sistema puede ser más grande y tener requisitos menos estrictos de fuente de alimentación.

El tipo de procesamiento (continuo, por lotes, etc.) y el procedimiento de procesamiento (energía total, variabilidad energética, posición de los magnetrones con respecto a la diana, etc.) variarán dependiendo del tamaño, de la forma y del rendimiento requeridos para el procesamiento del producto alimenticio. El tipo de producto alimenticio (pan, huevo, carne, etc.) y su embalaje (preembalado, embalado individualmente, embalado no individual) dictará la cantidad de energía y la posición de las fuentes de irradiación al igual que el tiempo inactivo total para el producto alimenticio que está siendo irradiado. La dimensión y la forma del producto alimenticio dictará muchos de esos parámetros. Un parámetro importante es la cantidad de agua, de líquido o de humedad en el producto alimenticio, al igual que el tipo de materiales, la densidad del material y su forma (irregular, en contraposición con regular). Otra variable son las dianas potenciales que puede haber presentes en el producto alimenticio y su susceptibilidad a la radiación de microondas. Ejemplos no limitantes de dianas para la radiación de microondas incluyen las bacterianas, fúngicas, virales, helmínticas o parasitarias. En ciertos ejemplos, se concibe que la cantidad total de energía para su uso con la presente invención no cueza el producto alimenticio, que en muchos casos ya habrá sido cocinado (por ejemplo, pan, galletas saladas, carne, etc.) o en forma cruda (carne, huevos, etc.). En general, las cintas, las bandejas, el embalaje o cualquier material insertado en la cámara del dispositivo en la que se expondrá la diana (y la diana) a la radiación de microondas serán aptas para microondas para una o múltiples exposiciones. En ciertos dispositivos, el dispositivo puede estar abierto por sus extremos o incluir una o más puertas para un blindaje contra microondas.

El entorno de procesamiento también variará dependiendo del producto alimenticio y del tipo de procedimiento. En ciertas realizaciones, puede ser favorable que la cámara sea calentada, además de la energía de microondas, mientras que en otras el producto alimenticio puede estar frío o incluso congelado antes, durante y/o después del procesamiento. En ciertos ejemplos, el producto alimenticio puede estar cocinado y/o embalado al mismo tiempo que se dirige la energía de microondas a la diana o incluso después de la irradiación de microondas. Otros factores medioambientales que pueden ser utilizados con la presente invención incluyen, por ejemplo, la adición, la presencia o la sustitución de uno o más gases en la cámara y/o en el embalaje (por ejemplo, dióxido de carbono, oxígeno, nitrógeno, helio, etc.). También se pueden colocar filtros iónicos antes, en y/o después del dispositivo.

EJEMPLO 1. Tratamiento de pan

Por ejemplo, se trató pan inoculado con esporas de moho y el embalaje fue tratado con diversas dosis de un tratamiento con microondas y almacenado a temperatura ambiente. Las muestras de control de pan no fueron inoculadas con moho o tratadas con microondas, sino que fueron embaladas y almacenadas según los mismos parámetros. Se tomaron muestras en distintos momentos para determinar la cantidad total de moho superviviente en el pan y para evaluar el impacto del tratamiento sobre las propiedades sensoriales con el paso del tiempo. Se prepararon muestras por duplicado para determinar si se produjo un crecimiento de moho visible en el pan con el paso del tiempo. Se resumen los resultados finales en este informe.

Se llevó a cabo un análisis microbiológico del pan los días 0 y 60 para determinar la inhibición de poblaciones de moho cuando fueron tratadas con distintas duraciones (en segundos) de pasteurización por microondas. Se utilizaron un total de 4 repeticiones para este análisis para la solidez estadística.

5 Concepto de pasteurización por microondas. Las microondas generan un campo electromagnético. Las moléculas dipolares se alinean con la orientación del campo y comienzan a oscilar a altas frecuencias (transformación de la energía radiante en energía cinética). Debido a que las moléculas dipolares están rodeadas, se produce una atrición y/o un rozamiento moleculares, lo que genera calor. Sin embargo, el calentamiento no es el único efecto de la oscilación y del rozamiento. Las microondas también pueden provocar mayores vibraciones entre las moléculas dipolares que componen los alimentos. Este fenómeno aumenta la atracción entre moléculas dipolares y la atrición de las moléculas en el alimento, como resultado se inhiben algunas funciones vitales de las bacterias. Esto permite que se destruyan bacterias a menores temperaturas que utilizando calor por sí solo. Adicionalmente, las microondas pueden destruir bacterias de forma selectiva sin dañar o cocinar los alimentos debido a que las microondas alcanzan temperaturas a las que las bacterias son térmicamente inestables en las porciones de los alimentos en las que están presentes.

15 En general, esta tecnología difiere de la tecnología tradicional de microondas (por ejemplo, doméstica) por los siguientes factores: (1) el equipo de microondas utiliza un movimiento horizontal y giratorio. Los hornos microondas tradicionales solo tienen un movimiento giratorio. De esta forma, la exposición de los alimentos a las microondas es más uniforme. (2) El equipo de microondas tiene varias fuentes de microondas (por ejemplo, fuentes horizontales y verticales) mientras que los hornos microondas tradicionales tienen una única fuente. Por lo tanto, se puede hacer variar la potencia en un mayor intervalo y proporcionar una distribución más homogénea de potencia en el interior de la cámara. (3) Además del calentamiento con movimiento, este equipo de microondas de la presente invención utiliza un enfriamiento rápido utilizando CO₂. Este equipo está fabricado en función de códigos y procedimientos internacionales de seguridad.

25 La frecuencia de microondas utilizada para la presente invención es de aproximadamente 2,45 GHz (correspondiente a una longitud de onda de 12,2 cm), que está permitida en los Estados Unidos de América. Aunque el experto reconocerá que se puede utilizar otra frecuencia de microondas. Las microondas se disipan rápidamente a poca distancia de su fuente, eliminando problemas asociados con una fuga de microondas.

30 La FIGURA 1 es un gráfico de barras que ilustra el declive en la población de moho desde un recuento inicial de moho en muestras de pan no tratado inoculado con moho de aproximadamente 3,3 log₁₀ cfu/g hasta esporas de moho no detectables detectadas tras un tratamiento por microondas de 10 segundos (a aproximadamente un 80% de potencia). El pan de control no fue inoculado y tenía una población original de moho de aproximadamente 1,5 log₁₀ cfu/g. La diferencia entre un recuento de 3,3 log₁₀ cfu/g y esporas no detectables representa una reducción del 99,9% en las poblaciones de moho. Los resultados indican un declive estadísticamente significativo en las esporas totales de moho con el paso del tiempo, siendo muy eficaz el tratamiento con microondas de 10 segundos del pan en la eliminación de esporas de moho.

35 La Tabla 1 muestra los recuentos medios de moho observados en el pan inmediatamente después del tratamiento con microondas.

Medias cuadráticas mínimas - Repeticiones 3 a 6	
Día 0	
Tratamiento	4 repeticiones
Control	1,43
0 seg	3,30
5 seg	2,93
6 seg	2,38
7 seg	2,13
8 seg	1,56
9 seg	0,78
10 seg	0,00

40 La FIGURA 2 es un gráfico de barras que ilustra el análisis microbiano llevado a cabo en el pan tras un periodo de almacenamiento de 60 días. Todas las muestras tuvieron mayores recuentos de moho que los obtenidos el día 0, como era de esperar. Las muestras con un tratamiento con microondas de 10 segundos mostraron un aumento del recuento de moho de aproximadamente 1,5 magnitudes logarítmicas en comparación con los resultados obtenidos el día 0; sin embargo, el recuento de moho el día 60 en las muestras tratadas con microondas de 10 segundos fue muy bajo y no mostró ningún crecimiento de moho tras los 60 días de almacenamiento. Una cantidad de 1,5 log₁₀ cfu/g de moho en una rebanada de pan es similar a la cantidad de moho encontrada en el pan de control en el periodo de muestreo del DÍA 0. El pan de control y las muestras tratadas con microondas de 9 segundos o menos tenían recuentos de moho de aproximadamente 6 logs₁₀ cfu/g, que eran significativamente más altos que los recuentos en

las muestras de pan tratado con microondas de 10 segundos. Ilustrando de nuevo que el tratamiento de 10 segundos es eficaz reduciendo el moho dentro y sobre el pan.

5 Observaciones visuales de la muestra durante un periodo de 60 días. Se prepararon muestras por duplicado del pan para realizar observaciones diarias en el pan durante un periodo de 60 días para determinar si había cualquier crecimiento visible de moho. En general, las cuatro repeticiones tratadas con microondas durante 9 segundos o menos comenzaron a mostrar un crecimiento de moho entre los días 6 y 16 después del tratamiento. En cambio, las muestras tratadas con microondas durante 10 segundos no mostraron un crecimiento de moho superficial durante el periodo de 60 días (excepto una única muestra el día 17 tras el tratamiento). Estos resultados confirmaron que el tratamiento con microondas de 10 segundos era suficientemente prolongado para inhibir el moho en el pan durante un periodo de 60 días. Estos resultados fueron coherentes con el ensayo microbiológico. Estas dos muestras representan una comparación del pan de control no sometido a ningún tratamiento o inoculación y el pan tratado sometido a un tratamiento con microondas de 10 segundos tras 60 días de almacenamiento. No hubo ninguna diferencia visible en la calidad del pan después de los 60 días. La Tabla 2 muestra los recuentos medios de moho en el pan tras 60 días de almacenamiento.

Medias cuadráticas mínimas - Repeticiones 4 a 6		
Día 60		
Tratamiento	4 repeticiones	
Control	6,00	
0 seg	5,18	
5 seg	5,48	
6 seg	6,08	
7 seg	6,35	
8 seg	2,53	
9 seg	1,63	
10 seg	1,53	Únicamente + 7% > Control el día 0

15 Observaciones el día 60: las muestras de "pan de control" (es decir, no tratado) contenían una media de 6,0 log₁₀ cfu/g de moho. Las muestras tratadas con microondas durante 5, 6 y 7 segundos fueron similares a las muestras de control. Se colocó el pan en un embalaje Winkpak VAK 3L, que es una película delgada de polietileno de 80 micrómetros. El pan tratado por microondas durante 10 segundos solo tenía un crecimiento de moho de 1,53 log₁₀ cfu/g el día 60 que es más de un 99,99% inferior a los recuentos en el pan de control y el pan tratado durante 5, 6 y 7 segundos. El tratamiento con microondas del pan durante 8 y 9 segundos también produjo recuentos de moho significativamente menores en comparación con el control y las muestras tratadas durante menos de 8 segundos.

25 Se llevó a cabo un panel de degustación por parte de consumidores con pan tratado no inoculado. Tras 4 días de almacenamiento se compararon, el "pan de control" y el "pan tratado" con microondas, utilizando una prueba de degustación con un equipo de tres personas. Se utiliza una prueba de degustación con un equipo de tres personas para detectar una diferencia en los tratamientos; por ejemplo, una muestra es el control diferente y es diferente, mientras que dos muestras son las mismas (por ejemplo, tratamiento con microondas). Con esta prueba, los panelistas no pudieron detectar diferencias en aspectos bien de sabor o bien visual del pan de control y los tratados con microondas de 10 segundos indicando que el tratamiento que es eficaz para reducir el crecimiento de moho no provoca cambios sensoriales significativos en el producto.

30 También se midieron las muestras de pan objetivamente en busca de la actividad del agua (Aw), la blandura y la humedad total. Las mediciones fueron analizadas los días 0, 7, 14, 21, 28, 45 y 60. La humedad total en el pan no tratado de control tuvo significativamente menos humedad tras 60 días de almacenamiento. La humedad en el pan tratado con microondas no cambió con el paso del tiempo, por ejemplo, véase la Tabla 3. Se observó una tendencia similar para la actividad del agua (por ejemplo, véase la Tabla 4). No hubo cambios significativos en la blandura del pan desde el día 0 hasta el día 60 (por ejemplo, véase la Tabla 5).

Tabla 3. Análisis de la humedad de tratamientos durante 60 días¹

Calidad del pan navideño	Tabla sumario					
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 28	Día 45	Día 60
Control	36,93 ^a	34,82 ^a	35,11 ^b	27,74 ^a	25,78 ^a	27,83 ^b
Microondas 10 seg.	37,26 ^a	33,52 ^a	31,33 ^a	27,36 ^a	26,09 ^a	25,00 ^a

¹ n=16; 2 repeticiones

El contenido de humedad de la muestra "tratada" el día 60 fue un 10% menos que la muestra "de control" el día 60, y un 32% menos que la muestra "de control" el día cero.

Tabla 4. Actividades del agua de los tratamientos durante 60 días¹

Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 28	Día 45	Día 60
Control	0,92 ^a	0,91 ^a	0,90 ^b	0,88 ^a	0,86 ^a	0,87 ^b
Microondas 10 seg.	0,92 ^a	0,90 ^a	0,89 ^a	0,88 ^a	0,86 ^a	0,85 ^a

¹n=8

Las actividades del agua de la muestra "tratada" el día 60 fueron un 2,3% menores que la muestra "de control" el día 60, y un 7,6% menores que la muestra "de control" el día cero.

Tabla 5. Blandura (mm) de tratamientos durante 60 días¹

Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 28	Día 45	Día 60
Control	7,88 ^a	7,91 ^a	7,28 ^a	4,36 ^a	3,63 ^a	1,50 ^a
Microondas 10 seg.	7,84 ^a	8,10 ^a	6,67 ^a	4,94 ^a	3,72 ^a	2,16 ^a

¹n=16

5 Esto indica que el tratamiento con microondas durante 10 segundos reducirá de forma significativa los recuentos de moho y controlará los recuentos visibles de moho hasta el día 60. Las mediciones tanto objetivas como subjetivas indican que el tratamiento de 10 segundos no tiene como resultado ningún cambio en las propiedades sensoriales del pan. El procedimiento de tratamiento de la presente invención puede ser utilizado para prolongar el tiempo de almacenamiento del pan y evitar el crecimiento de moho.

10 Observaciones del día cero: el pan no tratado de control contenía 1,43 log₁₀ cfu/g de moho. El pan tratado con microondas, inoculado con 3,3 log₁₀ cfu/g de moho antes del tratamiento con microondas tuvo reducciones significativas en los recuentos totales de moho tras el tratamiento con microondas durante 6, 7, 8, 9 y 10 segundos. Tras un tratamiento con microondas de 10 segundos se redujo el recuento total de moho hasta números no detectables.

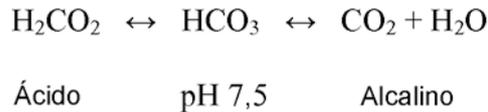
15 Como puede verse en las Tablas 3, 4 y 5 no se observaron diferencias en la humedad entre el control y el tratamiento con microondas de 10 segundos, tanto la muestra de pan tratada con microondas de 10 segundos como la muestra de pan tuvieron una tendencia a volverse menos blandas durante el periodo de tiempo de 60 días. No hubo cambios significativos en la blandura de la muestra de pan de control y del pan tratado con microondas desde el día 0 hasta el día 60. Se contempla que se pueda implementar cualquier realización expuesta en la presente memoria con respecto a cualquier procedimiento, *kit*, reactivo o composición de la invención, y viceversa. Además, se pueden utilizar composiciones de la invención para conseguir procedimientos de la invención.

Ejemplo 2. Huevos

25 Se ha demostrado que las microondas provocan una destrucción térmica al igual que no térmica de patógenos tales como *Salmonella enteritidis* (SE), que se encuentra habitualmente en huevos en cáscara. El objetivo de este estudio fue determinar si el uso de tecnología de microondas provocaría efectos de calidad o nutricionales en los huevos en cáscara. Los tratamientos fueron de control y tratados con microondas. No hubo diferencias en el contenido mineral, en el perfil de ácidos grasos, en las unidades Haugh, en el índice de dispersión tras la ruptura, en el índice de yema, en la estabilidad de la emulsión, en el pH del huevo entero y en la capacidad de espumado ($P \geq 0,05$). La termocoagulación de la albúmina fue significativamente mayor en el tratamiento con microondas ($P \leq 0,05$). El día 0, no se observaron diferencias significativas en las lecturas de actividad del agua ($P \geq 0,05$), en el día 30 no hubo diferencias en actividades del agua entre los tratamientos. La estabilidad del espumado de los huevos tratados con microondas fue significativamente mayor que la de los huevos de control ($P \leq 0,05$). Los huevos de control tuvieron una capacidad significativamente mayor de emulsión que los huevos tratados con microondas ($P \leq 0,05$). La resistencia de la membrana vitelina fue significativamente mayor para los huevos tratados con microondas los días 0, 15 y 30. Se evaluaron huevos cocidos con un ensayo sensorial sin diferencias significativas observadas los días 0, 15 o 30 en la dureza, el color de la yema y el color de la albúmina. Los huevos tratados con microondas tuvieron una membrana vitelina significativamente más resistente los días 0 y 15 ($P \leq 0,05$). El día 0, el color de la albúmina de control fue significativamente más amarillo que el huevo tratado con microondas y las chalazas parecían estar más fijadas que en el control ($P \leq 0,05$). El día 0, las TBARS fueron similares para todos los tratamientos los días 0, 15 y 30; sin embargo, los valores PV fueron significativamente mayores en los huevos tratados con microondas ($P \leq 0,05$) el día 0. Sin embargo, en los días 15 y 30 no se notaron diferencias significativas en los PV ($P \geq 0,05$). Por lo tanto, se puede aplicar tecnología de microondas a los huevos en cáscara sin provocar efectos perjudiciales a la calidad o al contenido nutricional.

45 La clasificación de los huevos puede tener un gran impacto sobre la calidad. El huevo recién puesto puede ser clasificado AA o A; dependiendo de las condiciones de almacenamiento y medioambientales. Sin embargo, una vez que se pone el huevo la calidad comenzará a deteriorarse. Condiciones apropiadas de almacenamiento, tales como la temperatura y la humedad relativa, pueden ayudar a minimizar la pérdida de calidad del huevo. Según pasa el tiempo desde su puesta, los huevos se observará un aumento del pH, esto es debido al sistema tamponado con

bicarbonato. El dióxido de carbono y el agua se salen del huevo por difusión a través de los poros en la cáscara. Esto puede provocar un aumento en el pH de 7,9 incluso hasta 9,3 en la clara. El pH de la yema es de aproximadamente 6,2 y normalmente se observa poco aumento en el pH. El dióxido de carbono es un producto del sistema metabólico de la gallina, que forma tampones de ácido carbónico y de bicarbonato según aumenta el pH debido a la pérdida de agua y de dióxido de carbono, lo que provoca que se pierda el sistema de tamponado. Sin el sistema de tamponado con bicarbonato, los huevos son incapaces de soportar cambios en el pH. Los cambios que se producen en el sistema de tamponado con bicarbonato desempeñan un papel vital en la funcionalidad de la proteína del huevo.



La primera impresión que tiene un consumidor acerca de un huevo está basada en las características físicas. La cáscara del huevo comprende cáscara calcificada y membranas de la cáscara, incluyendo membranas interna y externa (Nakano y otros, 2003). Estas membranas de la cáscara funcionan para evitar que las bacterias entren en el huevo y también ayudan a conservar la calidad de la albúmina. La calidad del huevo puede verse afectada por muchas situaciones distintas, tales como las condiciones de almacenamiento, esfuerzos medioambientales y el estrés de la gallina. Ahmad y otros (1967) documentaron que era probable un declive en los índices de unidad Haugh y en el índice de yema en pájaros estresados por calor debido a una síntesis reducida de proteínas y una mayor excreción de agua en la albúmina del huevo. Wolfenson y otros (1989) indicaron que un declive en la viscosidad de la yema, en la estabilidad del espumado, en el volumen del pastel de ángel y en la capacidad de emulsión de la yema era el resultado de pájaros expuestos a temperaturas medioambientales elevadas. Kirunda y otros (2001) indicaron que los pájaros consumen menos alimento y tienen una menor capacidad para digerir nutrientes como resultado del estrés por calor, que es un factor significativo que puede influir en la producción total de huevos y en los atributos de la calidad de los huevos.

Según Scott y Silversides (2000), el color de una cáscara de huevo ha recibido más atención por parte del consumidor medio de la que merece. Scott y Silversides (2000) indicaron que hay poca relación, o ninguna, entre el color de la cáscara y el contenido nutritivo del huevo, sin embargo, el color de la cáscara del huevo sí da una indicación de la raza de la gallina. Principalmente, las ponedoras que producen huevos blancos son de una línea comercial de la raza White Leghorn. Las ponedoras primarias que producen huevos marrones incluyen un número de razas de doble fin incluyendo Barred Plymouth Rock, Rhode Island roja, Rhode Island blanca, Australorp, New Hampshire y otras (Scott y Silversides, 2000).

Se han observado diferencias observables en la albúmina de los huevos. Habitualmente, se utiliza la altura de la albúmina en la clasificación y este valor con respecto al peso del huevo es la base de la unidad Haugh. La albúmina del huevo tiene dos componentes, el componente delgado y el grueso. Leeson y Caston (1997) indicaron que casi no hay ninguna información disponible acerca de las características de la albúmina delgada. Leeson y Caston (1997) indicaron que durante un periodo de 2 años se documentaron muchas quejas relativas a las características de la albúmina delgada. Algunos huevos pueden tener muchos problemas, tales como que la albúmina delgada se expanda demasiado rápidamente en una superficie plana cuando se rompen; muchas de las quejas enumeradas anteriormente fueron recibidas de la industria de comida rápida que prepara huevos sobre parrillas planas (Leeson y Caston, 1997). Los problemas con la calidad de la albúmina han sido asociados principalmente con el tiempo de almacenamiento (Sills, 1997; Saveur, 1976) dado que con el paso del tiempo cambia el pH en la albúmina gruesa, lo que provoca cambios en las características de las proteínas y la pérdida en la unidad Haugh con el paso del tiempo (Leeson y Caston, 1997). El adelgazamiento de la albúmina también ha sido atribuido a la pérdida de unidades de carbohidrato unidas o-glucosídicamente de la glucoproteína, ovomucina, dado que el pH aumenta durante el almacenamiento del huevo (Kato y otros, 1979).

La unidad Haugh es el procedimiento utilizado para medir la calidad de la albúmina (Stadelman y Cotterill, 1995). Una unidad Haugh es una expresión que relaciona el peso del huevo con la altura de la albúmina gruesa. Stadelman y Cotterill (1995) indicaron que cuanto mayor sea el valor Haugh mejor es la calidad de la albúmina. La unidad Haugh es el parámetro estándar utilizado para evaluar la fluidificación de la clara gruesa durante el almacenamiento debido a algunos cambios (Berardinelli y otros, 2003). La membrana vitelina que rodea la yema desempeña un papel vital en la calidad del huevo (Heath, 1976). Romanoff y Romanoff (1949) indicaron que, durante el almacenamiento, hay una mayor cantidad de agua en la yema, provocada por la migración osmótica desde la albúmina, que hace que la membrana vitelina se estire y provoca que se aplane la yema. Kido y otros (1976) concluyeron que la degradación de la glucoproteína estructural principal, glucoproteína II, en la membrana vitelina era parcialmente responsable de la pérdida de integridad de la membrana vitelina con el paso del tiempo.

La pasteurización es un procedimiento que se basa en variables dependientes del tiempo y de la temperatura para producir alimentos libres de patógenos. Los requisitos de pasteurización de huevos enteros en otros países son: Polonia (66 a 68°C), China (63,3°C durante 2,5 min.), Australia (62°C durante 2,5 min.) y Dinamarca (65°C durante 90 a 180 seg.) (Cunningham 1995). Sin embargo, los requisitos de pasteurización de la USDA indican que el huevo

entero debe alcanzar un mínimo de 60°C durante 3,5 min. (USDA, 1980). En 2000, la FDA aprobó la radiación ionizante para la reducción de *Salmonella* en huevos frescos. Se observaron cambios moderados en la viscosidad y en el color, pero no se indicó ningún efecto sobre la composición química (Froning y otros, 2005). Se han utilizado otros procedimientos de pasteurización tales como el baño María, aire caliente y una combinación de ellos (baño María y aire caliente) con cierto éxito en la reducción de cargas de patógenos en huevos en cáscara. Sin embargo, la aplicación de una pasteurización puede afectar a las proteínas funcionales en los huevos. Según aumenta la temperatura por encima de los 53°C, aumenta el daño a la capacidad de espumado de la albúmina. Powrie y Nakai (1985) indicaron que cuando se calienta la albúmina durante 2 min. a 58°C, la turbidez y la viscosidad de la albúmina aumentan mientras que se reduce el volumen del pastel de ángel. Hou y otros (1996) determinaron que la utilización del calentamiento al baño María como procedimiento para la pasteurización provocaba una reducción en la viscosidad y un aumento en la turbidez de la clara de huevo, lo que era una indicación de que se había producido una desnaturalización parcial de las proteínas. Sin embargo, Hou y otros (1996) también concluyeron que la unidad Haugh, el pH, el índice de yema y el color no fueron afectados excesivamente por el calentamiento al baño María. La capacidad de espumado es la cantidad de aire que puede ser batida en la superficie; mientras que la estabilidad del espumado es la cantidad de drenaje que se produce en un periodo establecido de tiempo. Hou y otros (1996) también concluyeron que se mejoraron la capacidad de espumado y la estabilidad del espumado. La mayor estabilidad del espumado y la mayor capacidad de espumado fueron explicadas como el desdoblamiento de las proteínas y un aumento de la hidrofobicidad superficial de la clara de huevo (Hou y otros, 1996). Por lo tanto, se ha llevado a cabo poca investigación acerca del uso de la tecnología de microondas sobre huevos en cáscara intactos y las implicaciones en la calidad del huevo que podrían producirse. Los objetivos de este estudio fueron determinar si la calidad del huevo se veía afectada cuando se aplicaba tecnología de microondas; determinar si se afectaba la calidad del huevo se veía afectada durante un periodo de tiempo de 5 semanas cuando se aplicaba tecnología de microondas; determinar si la aplicación de tecnología de microondas provoca un aumento en la oxidación de los huevos en cáscara; y determinar si las características sensoriales de la cáscara se veían afectadas por la tecnología de microondas.

Preparación de muestras. Se obtuvieron huevos de calidad AA (tamaño grande) de un supermercado local. Todos los huevos fueron observados al trasluz a su llegada para garantizar que se utilizaba un huevo de calidad AA. Aproximadamente, se expusieron 207 huevos (marrones y blancos) de cada tratamiento al tratamiento enumerado a continuación (Tabla 6). Este microondas utiliza un movimiento horizontal y giratorio. Los hornos microondas tradicionales solo tienen un movimiento giratorio. De esta forma, la exposición de los alimentos a las microondas es más uniforme. Esta tecnología de microondas también tiene varias fuentes de microondas: horizontales y verticales. Con este procedimiento se puede variar la potencia en un mayor intervalo de valores y proporcionar una distribución más homogénea de potencia en el interior de la cámara. Los hornos microondas tradicionales solo tienen una fuente. Además de calentar, este equipo utiliza un enfriamiento rápido utilizando CO₂.

Tabla 6. Tratamientos de huevos en cáscara expuestos a tecnología de microondas

Tratamiento	Tiempo de exposición en microondas (seg)
Control	0
Tratados con microondas	20

Se colocaron estos huevos en el microondas durante 20 seg. (2,45 GHz; longitud de onda de 12,2 cm; 80% de potencia de los magnetrones), oscilación del pistón 2 veces y se aplicó CO₂ durante 30 seg. al final del tratamiento para un enfriamiento. Se verificó la temperatura después de completarse el tratamiento para garantizar que los huevos alcanzaban una temperatura interna de 45-50°C. Se escogió este intervalo de temperatura dado que la destrucción de *Salmonella enteritidis* se produce a 60°C durante 3,5 min.; sin embargo, un calentamiento más rápido durante un periodo de tiempo más breve puede tener como resultado una reducción adecuada. Tras el tratamiento se permitieron que se enfriasen los huevos hasta temperatura ambiente y luego fueron colocados en un refrigerador a 4°C durante un periodo de 24 h de equilibrado. Se juntaron estos 207 huevos para reducir la variación entre huevos en los conjuntos de tres que pudiese producirse debido a la esterilización con microondas. Se obtuvieron toda la calidad y la composición nutricional de muestras seleccionadas aleatoriamente. Se tomaron temperaturas externas de los huevos antes de que se realizara la medición de calidad.

Capacidad de emulsión. Se utilizó un procedimiento descrito por Harrison y Cunningham (1986) para determinar la capacidad de emulsión de la yema del huevo. Se mezclaron quince gramos de yema de huevo y 20 mL de vinagre (ácido acético al 5%) en una máquina mezcladora Osterizer durante 10 segundos en el reglaje de "mezcla" (potencia de salida 167 W). Entonces, se añadieron 20 mL de aceite de soja y se mezcló la mezcla durante 20 segundos. Entonces, se añadió aceite adicional gota a gota desde una bureta de 50 mL durante un mezclado continuo hasta que se produjo un cambio repentino de un gel viscoso a líquido indicando una emulsión "cortada". Se calculó la cantidad total de aceite (incluyendo los primeros 20 mL de aceite) dividida por los gramos de yema de huevo como la capacidad de emulsión (Huang y otros, 1997b).

Estabilidad de la emulsión. Se determinó mediante centrifugación la estabilidad del emulsionamiento de la yema de huevo. Se tincionó aceite de parafina (0,2 g de Sudan III en 100 g de aceite) antes del emulsionamiento (Arkad y otros, 1985). Tras la homogeneización, una parte alícuota de 20 mL de emulsión fue dispersada en tubos graduados

y centrifugados a 180 g durante 2,5 min a 21°C. Se registró la estabilidad de la emulsión como la relación volumétrica de la capa separada en la emulsión inicial tras la centrifugación (Matringe y otros, 1999).

5 Capacidad (FC) y estabilidad (FS) del espumado. Se determinaron la capacidad y la estabilidad del espumado según el procedimiento de McWatters y Cherry (1977) y de Kitabatake y Doi (1982) tras modificaciones. La suspensión de proteínas (50 mL) fue batida en un vaso de precipitación de 400 mL utilizando un Homogeneizador a 10.000 rpm durante 1 min; entonces, se vertió la muestra en un cilindro graduado de 100 mL. Se expresó la capacidad de espumado como el incremento volumétrico (%) (Poole y otros, 1984; Matringe y otros, 1999) y fue calculada como:

$$FC (\%) = (\text{volumen de espuma} - \text{volumen inicial de suspensión de proteínas} / \text{volumen inicial de suspensión de proteínas (50 mL)}) * 100$$

10 Se determinó el drenaje ejemplar de estabilidad del espumado (FS) tras la medición del volumen de líquido drenado de la espuma por gravedad (que apareció en el fondo del cilindro graduado tras 2 h) y fue calculada como:

$$FS (\%) = (\text{volumen de líquido drenado} / \text{volumen inicial de suspensión de proteínas (50 mL)}) * 100 \text{ (Matringe et al., 1999).}$$

15 Determinación de Biuret. Se utilizó el procedimiento de Biuret para determinar el porcentaje de proteína en la albúmina, que se basa en la observación de sustancias que contienen dos o más uniones peptídicas que forman complejos con facilidad con sales de cobre en condiciones alcalinas, que formaron un complejo morado a una longitud de onda de 540-560 nm y que fue leído en un espectrofotómetro (Genesys 20). Se utilizó una curva estándar de concentración de proteínas (10,0 mg/ml, 7,5 mg/ml, 5,0 mg/ml, 2,5 mg/ml de BSA) de albúmina de suero bovino para determinar una curva estándar.

20 Resistencia de la membrana vitelina. Se midió la membrana vitelina utilizando una máquina universal de ensayos (UTM). La UTM estaba dotada de una celda modificada de extrusión para alimentos y de una celda de carga de tensión-compresión de 5 kg. La celda de extrusión para alimentos estaba diseñada específicamente para encajar en las cabezas de compresión de la UTM. La celda modificada de extrusión consistió en un cilindro de 5,4 × 4,06 cm (longitud × anchura) montado en una base de aluminio de 8,89 × 10,16 cm (longitud × anchura). Pizarras romas abiertas de 0,02 cm cortadas a 0,32 cm entre sí cubrían toda la superficie del fondo del cilindro. Se colocaron individualmente diez huevos enteros con albúminas intactas en el centro de la celda para alimentos antes de la medición. Se colocaron huevos individuales en el centro de la celda de extrusión y se determinó (Kirunda y McKee, 2000) la fuerza (g) requerida para romper la membrana vitelina. Todos los huevos fueron templados hasta la temperatura ambiente (22±2°C) antes del análisis para evitar variaciones en las mediciones provocadas por diferencias en las temperaturas de los huevos.

30 Mediciones de color. Se determinó el color utilizando un colorímetro Minolta CR-43. Se colocó un huevo sobre una placa blanca de espuma de estireno y se comprobó el color en tres ubicaciones distintas de la yema y de la albúmina de diez huevos. Se determinaron valores de claridad (L), de rojez (a) y de amarillez (b). Se calculó el ángulo de tonalidad mediante la fórmula $\tan^{-1}(b/a)$ y se calculó la saturación cromática mediante la fórmula $\sqrt{a^2 + b^2}$.

35 Índices de dispersión tras la ruptura. Se rompieron diez huevos sobre placas blancas de espuma de estireno y se asignaron puntuaciones; bien AA, A o B según Stadelman y Cotterill (1995).

Grosor de la cáscara. Se determinó el grosor de la cáscara de huevo de diez huevos aleatorios midiendo tres puntos aleatorios en el interior de la cáscara de huevo utilizando un micrómetro Ames (S-6428).

40 Peso del huevo. Se pesaron diez huevos hasta la décima más cercana de gramo antes del ensayo. Después del pesaje, se rompieron los huevos sobre una placa de espuma de estireno para mediciones de HU, de índice de yema y de grosor de la cáscara.

Unidades Haugh. Se pesaron y rompieron los huevos sobre placas blancas de espuma de estireno para determinar las unidades Haugh. Se utilizó un analizador manual de unidades Haugh (micrómetro Ames 25M-5) para medir la altura de la albúmina y para calcular las unidades Haugh.

45
$$\text{Unidades Haugh} = 100 \log \{H - [\sqrt[3]{G (30 W^{0,37} - 100)} / 100] + 1,9\}$$

H - altura de la albúmina (milímetros)

G - 32,2

50 *W* - peso del huevo (gramos)

- pH. Se utilizaron diez huevos seleccionados aleatoriamente de cada tratamiento para medir el pH; esto se llevó a cabo después del periodo de equilibrado de 24 horas. Se separaron la albúmina y la yema. Se colocaron, aproximadamente, 5 gramos de la albúmina y 5 gramos de la yema en un vaso de precipitación de 400 mL, luego se añadieron 45 mL de agua destilada a cada vaso de precipitación y se mezcló minuciosamente utilizando una mezcladora de mano. Se mezclaron la albúmina y la yema durante 30 seg. para formar una solución espesa al 10% (AOAC, 1990). Después de que se anotaran los valores de pH de la yema y de la albúmina individuales, se vertieron conjuntamente las dos suspensiones espesas de pH para dar un pH combinado de la yema y de la albúmina. Se midió el pH de la solución espesa utilizando un medidor de pH (Accumet Basic AB-15) y un triodo de pH de bajo mantenimiento.
- Índice de yema. Se define el índice de yema como la altura de la yema dividida por la anchura de la yema (Stadelman y Cunningham, 1995); esto fue calculado utilizando un calibre digital (Marathon Digital Calipers).
- Termocoagulación de la albúmina del huevo. Se utilizó el la turbidez de la clara de huevo para determinar la termocoagulación de la albúmina del huevo. Se analizaron las mediciones turbidimétricas en un Genesys 20 a 600 nm, utilizando agua como estándar (Shimada y Matushita, 1980). Se correlacionó un aumento en la turbidez de la clara de huevo con un aumento de absorbancia y con una reducción de la opalescencia de la albúmina.
- Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico. Se utilizaron TBARS para determinar el nivel de oxidación presente en la yema de los tratamientos durante un periodo de tiempo de 30 días, los días 0, 15 y 30. Se utilizaron sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) para medir la oxidación en la yema del huevo. El peso de la muestra en el procedimiento TBARS en la yema del huevo fue de aproximadamente 5 gramos. Se utilizó el procedimiento descrito por Spanier y Traylor (1991). El procedimiento directo químico/de extracción permitió un análisis más rápido que el procedimiento original de destilación. Este procedimiento maximiza la formación de un producto de color entre el ácido tiobarbitúrico y el malonaldehído en vez de entre el TBA y otros peróxidos lipídicos de Spanier y Traylor (1991). Se leyeron cubetas en un Genesys 20 para determinar la absorbancia de la muestra. Se trazó una curva estándar para la absorbancia a 0, 2,5, 5, 7,5 y 10 (mg de malonaldehído/mL); leída a 532 nm.
- Valor de peróxido. Se utilizaron valores de peróxido para determinar el nivel de oxidación presente en la yema de los tratamientos durante un periodo de tiempo de 30 días, los días 0, 15 y 30. El peso de la muestra de yema de huevo fue de aproximadamente 5 g. Se analizó la muestra utilizando el procedimiento de valor de peróxido de la American Oil Chemists' Society (AOCS) utilizando cloroformo y metanol (1989) y se documentó en miliequivalentes de peróxido divididos por kilogramo de muestra.
- Panel sensorial. Se llevó a cabo un análisis sensorial utilizando un panel de seis personas con formación (cuatro mujeres y dos hombres). El panel con capacitación consistió en profesorado, personal y estudiantes de la Universidad de Texas Tech que expresaron una disposición a comer huevos cocidos. Cada una de las seis sesiones de formación que se celebraron para el panel con capacitación duraron aproximadamente 20 min por sesión en el edificio de Ciencia Animal y de los Alimentos en el laboratorio sensorial, estas sesiones se llevaron a cabo durante un periodo de una semana. Durante las sesiones de formación, se enseñó a los panelistas la terminología de las partes del huevo que habían de evaluar. Los panelistas recibieron formación con huevos frescos y huevos pasados de fecha para demostrar los extremos de cada atributo. El panel con capacitación estuvo implicado en los análisis sensoriales descriptivos utilizando los procedimientos de perfil de sabor y de textura. Se colocaron los huevos en trazas de cocción de huevos para garantizar que había una variación mínima debido al grosor de la albúmina y de la yema. Se asignó a cada muestra de huevo un código aleatorio de tres dígitos para garantizar que el panelista no tenía prejuicios en cuanto a los tratamientos. Los huevos cocidos fueron cocinados hasta una temperatura interna de 72°C; o un tiempo de cocción de cinco min. a máxima potencia. Se sirvieron los huevos sobre placas blancas de espuma de estireno con el código aleatorio de tres dígitos. Se sirvió a los panelistas, de una en una, una muestra de huevo en una cabina individual con una iluminación normal. Se evaluaron los huevos los días 0, 15 y 30 en cuanto a atributos de cocción y en crudo. Se dio instrucciones a los panelistas de no consumir los huevos.
- Después de la formación, el panel con capacitación evaluó cuatro productos; esto se llevó a cabo utilizando un ensayo descriptivo, siendo los límites (ejemplares, pero variarán en función del atributo) 1-sumamente blando hasta 8-sumamente firme. Se preguntó al panelista características tales como la dureza (para cortar la albúmina), el color de la yema y el color de la albúmina.
- Se pidió al panel con capacitación que evaluase visualmente cuatro productos ("crudos", antes de cocinarlos); esto se llevó a cabo utilizando un ensayo descriptivo, siendo los límites (ejemplares, variarán con el atributo) 1-claro hasta 8-oscuro para el color de la yema en cuanto a intensidad. Se pidió al panelista que evaluase las siguientes características: resistencia de la membrana vitelina, fijación de las chalazas, color de la yema y color de la albúmina.
- Análisis estadístico. Se utilizó un diseño completamente aleatorio y se analizaron los datos mediante análisis de desviaciones (ANOVA) utilizando SAS 2003 (Cary, Carolina del Norte, EE. UU.). Se usaron conjuntamente huevos de tipo marrón y blanco, dado que no había presente una interacción con el tipo de huevo. Se separaron medias utilizando una prueba de intervalos múltiples de Duncan cuando se obtuvo un valor F significativo, se utilizó un $P \leq 0,05$.

Calidad del huevo. Se puede medir la calidad del huevo mediante múltiples procedimientos; son conocidas las muchas funcionalidades alimentarias de los huevos, tales como la formación de espumas de proteínas, emulsiones y la potenciación de proteínas. Los huevos en cáscara se clasifican en grupos normalizados conocidos como calidades, que son definidos por la USDA. Los procedimientos utilizados para tratar los huevos por razones de seguridad alimentaria pueden afectar a la calidad. Los resultados de este estudio no indicaron diferencias en los pesos de los huevos (Tabla 7). No hubo diferencias en el grosor de la cáscara entre los huevos de control y los tratados con microondas. Se determinaron índices de dispersión sobre una superficie plana; se determinó que todos los huevos eran de calidad AA mediante determinación visual el día 0.

10 Tabla 7. Mediciones de calidad de los huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas durante 20 seg.^{1,2}

Tratamiento	Peso del huevo (g)	Grosor de la cáscara (mm)	Índice de dispersión tras la ruptura	Unidad Haugh	Índice de yema
Control	54,3a	0,416a	AA	81,3a	0,446a
Tratado con microondas	57,7a	0,408a	AA	81,4a	0,434a

¹ N = 20 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

También se utilizaron unidades Haugh como procedimiento para evaluar la calidad dado que es el procedimiento más habitual utilizado en la industria del huevo. No hubo diferencias significativas en las mediciones de unidad Haugh entre los tratados con microondas o de control ($P \geq 0,05$); las mediciones de unidad Haugh variaron desde (81,3 hasta 81,4). Estas mediciones son superiores a 73 que es el corte para un huevo de calidad AA de la USDA. Esto indica que la albúmina gruesa no había comenzado a adelgazar, lo que tiene como resultado un huevo de menor calidad. Kato y otros (1979) indicaron que se atribuía el adelgazamiento de la clara de huevo a la pérdida de unidades de carbohidrato unidas o-glucosídicamente de la glucoproteína, ovomucina, dado que aumentaba el pH durante el almacenamiento del huevo. También se utilizaron índices de yema para determinar la calidad del huevo (Tabla 7); no se observaron diferencias significativas entre los tratados con microondas y los de control ($P \geq 0,05$). Los valores de índice de yema obtenidos fueron similares a los encontrados por Keener y otros (2006); sin embargo, sus mediciones fueron para huevos de calidad A.

La calidad del huevo puede determinarse mediante muchos procedimientos, algunos de estos incluyen: unidades Haugh, índice de yema e índices de dispersión tras la ruptura. No se observaron diferencias para los pesos de huevo a las 5 semanas de almacenamiento (Tabla 8). Los huevos de control tenían una cáscara significativamente más gruesa que los huevos tratados con microondas ($P \leq 0,05$); pueden haberse observado diferencias debido al deterioro de las membranas de la cáscara. No se observaron a las 5 semanas diferencias en los índices de dispersión tras la ruptura. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para unidades Haugh ($P \geq 0,05$), indicando, por lo tanto, que el tratamiento con microondas no afecta de forma adversa a la calidad del huevo en función de las unidades Haugh. No se observaron diferencias en los índices de yema ($P \geq 0,05$); sin embargo, estos valores son similares a los obtenidos el día 0 de almacenamiento.

35 Tabla 8. Mediciones de calidad de los huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas durante 20 seg. a las 5 semanas^{1,2}

Tratamiento	Peso del huevo (g)	Grosor de la cáscara (mm)	Índice de dispersión tras la ruptura	Unidad Haugh	Índice de yema
Control	57,5a	0,428a	AA	76,5a	0,479a
Tratado con microondas	57,0a	0,409b	AA	77,6a	0,493a

¹ N = 10 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

Degradación de proteínas. Se ha utilizado la expresión "coagulación térmica" para describir el procedimiento de desnaturalización térmica y de agregación de proteínas en la yema y en la albúmina. Se ha demostrado que las proteínas de la albúmina se desnaturalizan térmicamente a tres temperaturas dependiendo de la proteína de la albúmina que está siendo desnaturalizada a un pH de 7: 65 C conalbúmina, 74 C lisozima y 84 C ovalbúmina (Powrie y Nakai, 1985). La desnaturalización de proteínas implica la rotura de enlaces de hidrógeno, el desenrollado de cadenas de polipéptidos y la exposición de grupos reactivos (Powrie y Nakai, 1985). La Tabla 9 indica que los huevos tratados con microondas tuvieron una lectura significativamente mayor de absorbancia que los controles ($P \leq 0,05$), lo que indica la coagulación de las proteínas de la albúmina. Las proteínas de la albúmina pueden ser presentadas como cuatro constituyentes individuales. La ovalbúmina es la proteína principal de la albúmina; sin embargo, se coagula rápidamente cuando se expone a calor. La conalbúmina es menos sensible a una desnaturalización térmica. El ovomucoide es muy resistente a una coagulación térmica. La inactivación de la lisozima depende del tiempo y del pH.

Tabla 9. Termocoagulación de la albúmina en huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas durante 20 seg.^{1,2}

Tratamiento	Absorbancia
Control	0,055b
Tratado con microondas	0,084

¹ N = 10 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

5 Las espumas de proteínas de los huevos se construyen utilizando las proteínas de la albúmina. Las espumas son sistemas coloidales en los que se dispersan burbujas de aire en una fase acuosa (Damodaran, 1997). Para estabilizar las burbujas de aire en la fase líquida se necesitan moléculas anfifílicas (Liang y otros, 2005). Se pueden utilizar varios tipos de proteínas para estabilizar y potenciar los agentes espumantes. Las proteínas de la albúmina, que son proteínas globulares, provocan un aumento en la hidrofobicidad y en la flexibilidad superficiales provocando que las proteínas se desdoblén parcialmente, lo que hace que sean tensioactivos más eficaces y mejora sus propiedades de espumado (Liang y otros, 2005). Kilara y Harwalkar (1996) afirmaron que la aplicación de un tratamiento térmico puede ser costoso y podría tener como resultado una agregación de proteínas, lo que podría afectar, de forma adversa, a las propiedades de espumado. Sin embargo, se ha demostrado que la alteración del pH provoca un desdoblamiento de proteínas. Recientes estudios han mostrado que provocar una ligera desnaturación de proteínas puede aumentar la estabilidad del espumado (Liang y otros, 2005). Las claras de huevo contienen proteínas solubles en agua que actúan como compuestos activos en la superficie; estas proteínas pueden migrar a la superficie de contacto aire/agua (Powrie y Nakai, 1985). Las proteínas se orientan ellas mismas con grupos hidrófobos dirigidos hacia la fase aérea y con grupos hidrófilos dirigidos hacia la fase acuosa (Powrie y Nakai, 1985). Las proteínas desnaturadas interactúan mediante una variedad de enlaces físicos y químicos para producir películas de proteínas agregadas que mejoran la captura de las burbujas de aire en claras de huevo batidas. Powrie y Nakai (1985) afirmaron que son importantes las asociaciones hidrófobas en la agregación de proteínas mientras se producen espumas. Las proteínas agregadas desempeñan un papel vital en la estabilidad de la espuma al contener agua en las láminas y proporcionando rigidez y elasticidad estructurales. La ovomucina agregada desempeña un papel muy vital en la estabilidad de espuma de las espumas de claras de huevo. La Tabla 10 indica que no hubo ninguna diferencia significativa en la capacidad de espumado porcentual ($P \geq 0,05$), lo que indica que el tratamiento con microondas no calentó ni desnaturizó la proteína responsable de la capacidad de espumado. Sin embargo, los huevos tratados con microondas tuvieron un mayor porcentaje de estabilidad del espumado que el control ($P \leq 0,05$); estos resultados son similares a los encontrados por Liang y otros (2005) que observaron que aplicar calor a las proteínas de la albúmina aumentó la estabilidad del espumado. Dado que el calor es un subproducto de la emisión de microondas, puede haberse producido una ligera desnaturación de las proteínas de la albúmina provocando indirectamente una mayor estabilidad del espumado.

Tabla 10. Porcentaje de estabilidad y capacidad de espumado de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas durante 20 seg.^{1,2}

Tratamiento	% Estabilidad de espumado	% Capacidad de espumado
Control	84,75b	109,3a
Tratado con microondas	88,40a	104,2a

¹ N = 10 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

35 La albúmina está compuesta de muchas proteínas distintas; sin embargo, estas proteínas están sujetas a deterioro por calor. Por lo tanto, se utilizó Biuret para determinar si la concentración de proteínas de la albúmina se veía afectada cuando se aplicaba tecnología de microondas. Estos datos indican que los huevos tratados con microondas tenían una concentración significativamente menor de proteínas que los huevos de control ($P \leq 0,05$). Efecto del almacenamiento sobre la actividad del agua. La actividad del agua desempeña un papel muy vital en el crecimiento microbiano. La supervivencia y el crecimiento microbianos en condiciones de agua limitada depende mucho de factores incluyendo el pH y el oxígeno (Chinachoti, 2000). La mayoría del crecimiento bacteriano se inhibe a actividades del agua inferiores a 0,85, mientras que un huevo tiene una actividad del agua de 0,96 (Tabla 11), que proporciona un entorno ideal para el crecimiento microbiano. El día 0 (Tabla 11), todos los tratamientos tuvieron actividades del agua similares. El día 30, todos los tratamientos tuvieron actividades del agua similares que fueron una lectura inferior de actividad del agua que en el día 0 (Tabla 11), lo que puede atribuirse a la pérdida de H₂O y de CO₂ durante el almacenamiento.

Tabla 11. Actividad del agua de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas durante 20 seg. los días 0 y 30^{1,2}

Tratamiento	Día 0	Día 30
Control	0,963a	0,946a
Tratado con microondas	0,966a	0,947a

¹ N = 4 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

Efecto del almacenamiento sobre el pH. La Tabla 12 muestra el efecto que tuvo la tecnología de microondas sobre el pH del huevo el día 0; se tomaron múltiples mediciones, incluyendo estas: de la yema, de la albúmina y una combinación de la yema y de la albúmina. No se observaron diferencias en el pH de la albúmina entre los tratamientos ($P \geq 0,05$). El pH de la albúmina en un huevo recién puesto es de (7,6-8,5); respectivamente; sin embargo, tras 3 días de almacenamiento a 2,7°C, el pH de la albúmina aumento hasta 9,18 (Stadelman y Cotterill, 1995). Esto es evidente en los datos que se obtuvieron. El día 0, los huevos tratados con microondas tuvieron mayores pH de la yema que los controles. El pH de la yema en huevos recién puestos es de 6,0; respectivamente, sin embargo, se ha demostrado que durante el almacenamiento el pH de la yema aumenta hasta 6,4-6,9 respectivamente (Brooks y Taylor, 1955). Las yemas tratadas con microondas tuvieron un aumento del pH hasta (6,53); respectivamente. El pH de la combinación (yema y albúmina) no fue significativamente mayor en el huevo tratado con microondas que el control ($P \geq 0,05$). El pH medio de un huevo entero es de aproximadamente 7,0; estos datos indicaron pH de 7,37-7,47, respectivamente. Este aumento en el pH podría atribuirse a la pérdida de CO₂ y de H₂O en el sistema tamponado con bicarbonato.

Tabla 12. Medición del pH tras la aplicación de tecnología de microondas (20 seg.) a los huevos en cáscara el día 0¹

Tratamiento	pH de la albúmina	pH de la yema	pH de la combinación
Control	9,32a	6,23b	7,37a
Tratado con microondas	9,36a	6,53a	7,47a

¹ N = 20 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

Los huevos se ven muy afectados por las condiciones de almacenamiento y las duraciones del almacenamiento. Según pasa el tiempo desde su puesta, los huevos se liberan agua y dióxido de carbono a través de los poros de los huevos. Esta liberación provoca que aumente el pH en los huevos, provocando un deterioro rápido de la calidad de la albúmina y de las proteínas de la albúmina. En la semana 5 (Tabla 13), no se observaron diferencias en el pH de la albúmina de los tratados con microondas o de los de control ($P \geq 0,05$). Estos valores de pH fueron similares a los valores obtenidos el día 0; por lo tanto, se produjo poco o ningún deterioro en el huevo durante el almacenamiento. El pH de la yema fue ligeramente menor en el control que en los huevos tratados con microondas ($P \leq 0,05$). Sin embargo, el pH de la yema fue significativamente mayor en los huevos tratados con microondas; pudo haberse producido un ligero deterioro. El pH de la combinación (yema y albúmina) indicó que los huevos de control eran ligeramente más frescos que los huevos tratados con microondas ($P \leq 0,05$).

Tabla 13. Composición aproximada de huevos marrones y blancos en cáscara sometidos a tecnología de microondas (20 seg.)

Tratamiento	% de humedad	% de proteína	% de grasa	% de ceniza
"Control" blanco	76,04b	12,37ab	15,68bc	0,860a
Blanco sometido a microondas	76,98c	12,61b	15,25b	0,900a
"Control" marrón	75,94b	13,04c	16,26a	0,960ab
Marrón sometido a microondas	74,14a	12,16a	17,82c	1,07b

Efectos de las propiedades de emulsión. La propia yema del huevo es una emulsión. Una emulsión es una dispersión de gotitas de aceite en una fase continua de componentes acuosos. La yema es un agente emulsionante eficaz.

La estabilidad de la emulsión puede dividirse en tres clases en función de la relación entre el volumen de la fase interna y la suma de los volúmenes interno y externo (Deis, 2002). Una relación baja ($\leq 0,30$) indicaría una relación baja de fase interna. Por ejemplo, la leche es una emulsión de aceite en agua. Un ejemplo de fase interna media (0,30-0,70) es la nata espesa. Una fase interna elevada ($\geq 0,70$) es una emulsión de aceite en agua tal como la mayonesa y los aliños para ensaladas. La Tabla 14 indica que se considerarían los tratamientos una emulsión de fase interna baja; todos los tratamientos de los huevos fueron similares en cuanto a la estabilidad de la emulsión ($P \geq 0,05$).

Tabla 14. Capacidad y estabilidad de la emulsión de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas durante 20 seg.^{1,2}

Tratamiento	Capacidad de emulsión (g / mL)	Estabilidad de la emulsión
Control	11,3a	0,259a
Tratado con microondas	9,81b	0,274a

¹ N = 10 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas por tipo de huevo fueron significativamente distintas ($P < 0,05$)

La lecitina es un emulsionante natural utilizado de forma generalizada que se encuentra en las yemas de los huevos. La lecitina se utiliza en muchas aplicaciones distintas; puede servir de emulsionante, instantaneizador, agente de desmoldeo y como suplemento de colina. La lecitina favorece la formación de una emulsión de aceite en agua

(Nawar, 1985). La formación de una emulsión estable debe tener suficiente cantidad de emulsionante. Cunningham (1975) demostró el efecto perjudicial de que una cantidad excesiva de emulsionantes pueda reducir la capacidad emulsionante de la yema del huevo. Se observaron diferencias en la capacidad de emulsión (Tabla 14); los huevos tratados con microondas tuvieron una capacidad significativamente menor de emulsión que los controles ($P \leq 0,05$). Se ha demostrado que la capacidad de emulsión aumenta cuando las proteínas se desnaturalizan parcialmente. Se ha descubierto que el espumado de claras de huevo y el emulsionado de la yema del huevo están muy relacionados con una desnaturalización parcial de proteínas y a una hidrofobicidad expuesta de las proteínas (Huang y otros, 1997a).

Calidad de la yema de huevo. Smolinska y Trziszka (1982) afirmaron que las propiedades selectivas de la membrana vitelina dependen de la duración y de las condiciones de almacenamiento de los huevos. Se ha descubierto que se reduce la resistencia de la membrana vitelina durante un almacenamiento frío prolongado (Jones y otros, 2002). Se ha demostrado que los factores que influyen en la resistencia de la membrana vitelina son los mismos factores que influyen en la calidad de la albúmina (Fromm y Lipstein, 1964). Según pasa el tiempo desde la puesta del huevo, se deteriorará la calidad general del huevo; este deterioro depende de las condiciones de almacenamiento. Kido y otros (1976) documentaron que la degradación de una glucoproteína estructural principal, conocida como glucoproteína II, en la membrana vitelina era parcialmente responsable de la pérdida de integridad de la membrana vitelina con el paso del tiempo. La Tabla 15 muestra la resistencia de la membrana vitelina de los huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas. El día 0, los huevos de control requirieron una fuerza significativamente menor para romper la membrana ($P \leq 0,05$). Los huevos tratados con microondas requirieron una fuerza significativamente mayor para romper la membrana vitelina. Esto podría explicarse por los puntos cocidos que se desarrollaron en las yemas con la emisión de microondas. Los días 15 y 30, los huevos tratados con microondas requirieron una fuerza significativamente mayor para romper la membrana vitelina ($P \leq 0,05$) en comparación con los controles. Aunque se desarrolló cierta área cocida en la yema, se tuvo cuidado de garantizar que la sonda estaba centrada en la yema en su conjunto durante la compresión. Que los huevos de control perdiesen resistencia de la membrana vitelina puede explicarse por el hinchamiento de la yema, lo que provoca que la membrana vitelina se estire y se vuelva menos elástica. Kirunda y McKee (2000) indicaron que un huevo entero fresco debería tener una fuerza (g) de resistencia de la membrana vitelina de 577,10. Este valor es similar a los valores obtenidos en este estudio.

Tabla 15. Resistencia (gramos de fuerza) de la membrana vitelina de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas tras un tratamiento y un almacenamiento a 5°C los días 15 y 30^{1,2}

Tratamiento	Día 0	Día 15	Día 30
Control	636,4b	627,2b	463,2b
Tratado con microondas	648,6a	647,7a	6,34,4a

¹ N = 20 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

Efectos de las microondas sobre las características sensoriales. El aspecto visual de un huevo desempeña un papel muy vital en la disposición de los consumidores a consumir un producto. Por lo tanto, en este estudio se midió el color (L^* , a^* , b^*). La Tabla 16 muestra que la yema del huevo tratado con microondas era significativamente más clara que el control ($P \leq 0,05$). El valor a^* indica que eran similares ($P \geq 0,05$). El valor b^* indica que el tratado con microondas fue similar al control ($P \leq 0,05$). No se observaron diferencias en tonalidad o saturación cromática para los tratamientos ($P \geq 0,05$). Huang y otros (1997b) observaron que los colores de las yemas se volvieron ligeramente más oscuros durante las condiciones de almacenamiento; sin embargo, los datos indicaron que la yema L^* fue (56,9 a 57,7). Estos valores L^* fueron muy similares a los obtenidos en este estudio.

Tabla 16. Análisis de color de yemas de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas (20 seg.) el día 0^{1,2}

Tratamiento	L^*	a^*	b^*	Tonalidad	Saturación cromática
Control	56,9b	-1,00a	43,5a	-6,57a	40,4a
Tratado con microondas	57,7a	-0,67a	43,1a	-0,14a	42,9a

¹ N = 20 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

La Tabla 17 muestra el análisis de color de la albúmina de los huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas. No se observaron diferencias significativas en los valores L^* (claridad), a^* , b^* , la tonalidad o la saturación cromática ($P \geq 0,05$).

Tabla 17. Análisis de color de la albúmina de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas (20 seg.) el día 0^{1,2}

Tratamiento	L*	a*	b*	Tonalidad	Saturación cromática
Control	71,3a	-3,41a	13,6a	-10,2a	6,84a
Tratado con microondas	71,1a	-3,33a	13,7a	-10,7a	6,89a

¹ N = 20 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

5 En la semana 5 de almacenamiento (Tabla 18), no se observaron diferencias significativas en L*, a*, b*, la tonalidad o la saturación cromática para los tratamientos ($P \geq 0,05$). Sin embargo, fueron evidentes cambios en el color de la albúmina (Tabla 19). No se observaron cambios en los valores de L*, a* o b* o la tonalidad entre tratamientos ($P \geq 0,05$). Sin embargo, los valores de saturación cromática de los huevos de control fueron significativamente menores que los de los huevos tratados con microondas ($P \leq 0,05$).

Tabla 18. Análisis de color de yemas de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas (20 seg.) la semana 5^{1,2}

Tratamiento	L*	a*	b*	Tonalidad	Saturación cromática
Control	54,8a	0,222a	43,1a	-0,063a	43,6a
Tratado con microondas	56,2a	0,194a	42,8a	0,340a	43,1a

¹ N = 20 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

10 Se necesitan huevos de alta calidad (AA) para un uso en restaurantes y en la industria, siendo la razón principal que la mayoría de huevos preparados en los restaurantes son fritos o ligeramente fritos por ambas caras; estos procedimientos de cocción requieren una membrana vitelina muy resistente para garantizar que no se rompa la yema durante el procedimiento de cocción. Sin embargo, cocinar huevos fritos o huevos ligeramente fritos por
15 ambas caras es un procedimiento muy duro para un análisis sensorial, dado que pueden desarrollarse diferencias en los tiempos de fritura, la temperatura de fritura y el pardeamiento de la albúmina de los huevos. Por lo tanto, se utilizaron huevos cocidos para el análisis sensorial. El día 0 (Tabla 20), no se observaron diferencias en cuanto a la dureza, al color de la yema o al color de la albúmina ($P \geq 0,05$). Sin embargo, antes del día 15 (Tabla 21), no se
20 observaron diferencias para los siguientes atributos: dureza, color de la yema o color de la albúmina. El día 30 (Tabla 22), no se observaron diferencias en cuanto a la dureza, al color de la yema o al color de la albúmina entre los tratamientos ($P \geq 0,05$). Los días 0, 15 y 30, se correlacionó la medición realizada (análisis sensorial) con las mediciones objetivas (colorímetro) del color de la yema.

25 Tabla 19. Análisis de color de la albúmina de huevos en cáscara sometidos a tecnología de microondas (20 seg.) la semana 5^{1,2}

Tratamiento	L*	a*	b*	Tonalidad	Saturación cromática
Control	74,7a	-2,65a	10,7a	-0,486a	5,39b
Tratado con microondas	73,0a	-2,56a	11,3a	-1,01a	6,11a

¹ N = 20 repeticiones

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

Tabla 20. Características sensoriales de huevos cocinados (cocidos) sometidos a tecnología de microondas el día 0^{1,2}

Tratamiento	Atributos sensoriales		
	Dureza ³	Color de la yema ⁴	Color de la albúmina ⁵
Control	6,50a	6,25a	5,92a
Tratado con microondas	6,58a	5,55a	5,80a

¹ N = 6 panelistas

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

³ Límites para la escala de dureza 1-sumamente blando hasta 8-sumamente duro

⁴ Límites para la escala del color de la yema 1-sumamente marrón hasta 8-sumamente amarilla

⁵ Límites para el color de la albúmina 1-sumamente gris hasta 8-sumamente blanca

30 Tabla 21. Características sensoriales de huevos cocinados (cocidos) sometidos a tecnología de microondas el día 15^{1,2}

Tratamiento	Atributos sensoriales		
	Dureza ³	Color de la yema ⁴	Color de la albúmina ⁵

Tratamiento	Atributos sensoriales		
	Dureza ³	Color de la yema ⁴	Color de la albúmina ⁵
Control	6,00a	5,84a	5,58a
Tratado con microondas	5,92a	6,25a	5,59a

¹ N = 6 panelistas
² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)
³ Límites para la escala de dureza 1-sumamente blando hasta 8-sumamente duro
⁴ Límites para la escala del color de la yema 1-sumamente marrón hasta 8-sumamente amarilla
⁵ Límites para el color de la albúmina 1-sumamente gris hasta 8-sumamente blanca

5 También se observaron características sensoriales en huevos crudos de control y tratados con microondas (Tabla 22). El día 0, la membrana vitelina de los huevos tratados con microondas fue más resistente que la de los controles ($P \leq 0,05$); esto puede estar ligado a la formación de puntos cocidos en la yema que hace que la resistencia de la membrana vitelina parezca mayor. Los huevos tratados con microondas tuvieron una fijación de las chalazas ligeramente menor que la de los huevos de control ($P \leq 0,05$). El color de la yema no varió significativamente entre tratamientos ($P \geq 0,05$). Los controles tuvieron un tinte ligeramente más amarillo en la albúmina que los huevos tratados con microondas ($P \leq 0,05$). El día 15 (Tabla 23), los huevos tratados con microondas tuvieron de nuevo una mayor resistencia de la membrana vitelina que los controles ($P \leq 0,05$). No se observaron diferencias en la fijación de las chalazas, en el color de la albúmina o en el color de la yema entre los tratamientos ($P \geq 0,05$). El día 30 (Tabla 21), no se observaron diferencias para atributos sensoriales: resistencia de la membrana vitelina, fijación de las chalazas, color de la yema o color de la albúmina ($P \geq 0,05$).

15 Tabla 22. Características sensoriales de huevos cocinados (cocidos) sometidos a tecnología de microondas el día 30^{1,2}

Tratamiento	Atributos sensoriales		
	Dureza ³	Color de la yema ⁴	Color de la albúmina ⁵
Control blanco	6,00a	5,92a	5,96a
Tratado con microondas	6,46a	6,13a	6,05a

¹ N = 6 panelistas
² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)
³ Límites para la escala de dureza 1-sumamente blando hasta 8-sumamente duro
⁴ Límites para la escala del color de la yema 1-sumamente marrón hasta 8-sumamente amarilla
⁵ Límites para el color de la albúmina 1-sumamente gris hasta 8-sumamente blanca

Tabla 23. Características sensoriales de huevos crudos sometidos a tecnología de microondas el día 0^{1,2}

Tratamiento	Atributos sensoriales			
	Resistencia de la membrana vitelina ³	Fijación de las chalazas ⁴	Color de la yema ⁵	Color de la albúmina ⁶
Control	5,67b	6,08a	5,33a	5,21a
Tratado con microondas	6,38a	4,96b	5,75a	4,55b

¹ N = 6 panelistas
² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)
³ Límites para la resistencia de la membrana vitelina 1-sumamente débil hasta 8-sumamente resistente
⁴ Límites para la fijación de las chalazas 1-muy separadas hasta 8-muy fijadas
⁵ Límites para el color de la yema 1-amarillo sumamente claro hasta 8-amarillo sumamente oscuro
⁶ Límites para el color de la albúmina 1-sumamente verde hasta 8-sumamente amarilla

Tabla 24. Características sensoriales de huevos crudos sometidos a tecnología de microondas el día 15^{1,2}

Tratamiento	Atributos sensoriales			
	Resistencia de la membrana vitelina ³	Fijación de las chalazas ⁴	Color de la yema ⁵	Color de la albúmina ⁶
Control	5,75b	5,71a	5,21a	4,71a
Tratado con microondas	6,29a	6,13a	5,50a	4,63a

¹ N = 6 panelistas
² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)
³ Límites para la resistencia de la membrana vitelina 1-sumamente débil hasta 8-sumamente resistente
⁴ Límites para la fijación de las chalazas 1-muy separadas hasta 8-muy fijadas
⁵ Límites para el color de la yema 1-amarillo sumamente claro hasta 8-amarillo sumamente oscuro
⁶ Límites para el color de la albúmina 1-sumamente verde hasta 8-sumamente amarilla

20 Tabla 25. Características sensoriales de huevos crudos sometidos a tecnología de microondas el día 30^{1,2}

Atributos sensoriales				
-----------------------	--	--	--	--

Tratamiento	Resistencia de la membrana vitelina ³	Fijación de las chalazas ⁴	Color de la yema ⁵	Color de la albúmina ⁶
Control	5,88a	5,92a	5,29a	5,17a
Tratado con microondas	6,04a	5,79a	5,54a	4,89a

¹ N = 6 panelistas

² Las medias con distintas letras en las columnas fueron significativamente distintas ($P \leq 0,05$)

³ Límites para la resistencia de la membrana vitelina 1-sumamente débil hasta 8-sumamente resistente

⁴ Límites para la fijación de las chalazas 1-muy separadas hasta 8-muy fijadas

⁵ Límites para el color de la yema 1-amarillo sumamente claro hasta 8-amarillo sumamente oscuro

⁶ Límites para el color de la albúmina 1-sumamente verde hasta 8-sumamente amarilla

5 Se compararon los datos sensoriales con datos objetivos obtenidos utilizando la máquina universal de ensayos para hallar la resistencia de la membrana vitelina. Los días 0 y 15, se correlacionaron los datos sensoriales con los datos objetivos procedentes de la UTM. Sin embargo, el día 30 los datos no fueron similares para la resistencia de la membrana vitelina; la temperatura del huevo puede haber sido un factor contribuyente para que no se observaran diferencias.

10 Estabilidad de la oxidación de los huevos. La yema de un huevo contiene una gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados. Estos ácidos grasos poliinsaturados son más propensos a la oxidación que los ácidos grasos saturados. La yema del huevo está compuesta de un 31,8-35,5% de grasa. Se utilizaron dos procedimientos para determinar la oxidación: TBARS (sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico) y PV (valores de peróxido). Se tomaron mediciones TBARS de oxidación de los tratamientos de los huevos con el paso del tiempo los días 0 y 15, no se observaron diferencias significativas en la estabilidad de la oxidación de los tratamientos de los huevos ($P \geq 0,05$). El día 30, todos los tratamientos de los huevos tuvieron un contenido similar de oxidación; sin embargo, estos valores fueron menores que los valores de oxidación obtenidos el día 15. Esta reducción puede explicarse debido a que las TBARS miden un compuesto denominado malonaldehído; según continúa el procedimiento de oxidación, el malonaldehído es convertido en productos de oxidación terciaria conocidos como epóxidos o furanos. La Figura 6 indica las mediciones de oxidación de los tratamientos de los huevos medidas por valores de peróxido. Los huevos tratados con microondas tuvieron un contenido significativamente mayor de valores de peróxido que los controles el día 0. Sin embargo, los días 15 y 30, no se observaron diferencias significativas en los valores de peróxido ($P \geq 0,05$). La reducción en los valores de peróxido puede explicarse, dado que los valores de peróxido miden un compuesto conocido como peróxido; tales peróxidos son compuestos de oxidación primaria que puede que no sean estables y son descompuestos con facilidad y convertidos en productos de oxidación secundaria y terciaria.

25 Un número de variables puede afectar a la calidad del huevo, algunas de estas incluyen: tiempo de almacenamiento, condiciones de almacenamiento y manipulación durante el transporte. Sin embargo, se ha demostrado que la tecnología de microondas provoca un ligero deterioro en la calidad para una capacidad de emulsión, pero provocó que aumentase la estabilidad del espumado de los huevos tratados con microondas. Durante un periodo de almacenamiento de 5 semanas, se observaron pequeños cambios en la calidad de los huevos. Los tratamientos seguían estando en el intervalo de calidad AA a las 5 semanas de almacenamiento; lo que indicó que las condiciones de almacenamiento habían sido reguladas estrechamente y que los huevos habían sido manipulados de forma apropiada.

35 Se demostró que las mediciones subjetivas se correlacionaban con mediciones objetivas obtenidas en la máquina universal de ensayos para la resistencia de la membrana vitelina y también para los colores de las yemas. El uso de tecnología de microondas provocó cambios mínimos en el huevo en su conjunto; sin embargo, se observaron diferencias visuales tales como puntos cocidos en la yema y en las chalazas cocidas. Sin embargo, los puntos cocidos difirieron en tamaño y en ubicación en la yema de los huevos. Un calentamiento rápido provocado por un aislamiento de la energía de microondas provocó que se produjesen los defectos de mayor calidad, sin embargo, se observaron cambios mínimos durante el almacenamiento de los huevos tratados con microondas.

40 Listeria en fiambres. Se llevaron a cabo estudios sobre el jamón. Las lonchas de jamón son delgadas. Se trató jamón durante 10 segundos con una reducción de 0,84 magnitudes logarítmicas en los recuentos de Listeria; la reducción fue de 1,04 magnitudes logarítmicas cuando fue tratado durante 20 segundos. La Figura 6 es un gráfico que muestra el uso del sistema y del procedimiento de la presente invención sobre lonchas de jamón.

45 El uso de la palabra "un" o "una" cuando se utiliza junto con la expresión "que comprende" en las reivindicaciones y/o en la memoria puede significar "uno", pero también es coherente con el significado de "uno o más", "al menos uno" y "uno o más de uno". El uso del término "o" en las reivindicaciones se utiliza para significar "y/o" a no ser que se indique explícitamente que hace referencia únicamente a alternativas o las alternativas son mutuamente excluyentes, aunque la divulgación soporta una definición que solo haga referencia a alternativas y a "y/o". En toda la presente solicitud, se utiliza el término "aproximadamente" para indicar que un valor incluye la variación inherente de error del dispositivo, empleándose el procedimiento para determinar el valor, o la variación que existe entre los objetos del estudio.

50

5 Según se utiliza en la presente memoria y en la o las reivindicaciones, las palabras “que comprende” (y cualquier forma de comprender, tal como “comprendiendo” y “comprende”), “que tiene” (y cualquier forma de tener, tal como “teniendo” y “tiene”), “que incluye” (y cualquier forma de incluir, tal como “incluyendo” e “incluye”) o “que contiene” (y cualquier forma de contener, tal como “conteniendo” y “contiene”) son incluyentes o abiertas y no excluyen elementos no enumerados ni etapas de procedimiento adicionales.

10 Según se utiliza en la presente memoria, la expresión “o combinaciones de los mismos” hace referencia a todas las permutaciones y combinaciones de los artículos enumerados que preceden a la expresión. Por ejemplo, se pretende que “A, B, C o combinaciones de los mismos” incluya al menos uno de: A, B, C, AB, AC, BC o ABC, y si el orden es importante en un contexto particular, también BA, CA, CB, CBA, BCA, ACB, BAC o CAB. Continuando con este ejemplo, se incluyen expresamente combinaciones que contienen repeticiones de uno o más artículos o términos, tales como BB, AAA, CC, BBC, AAABCCCC, CBBAAA, CABABB, etcétera. El experto comprenderá que normalmente no hay límite sobre el número de artículos o de términos en cualquier combinación, a no ser que sea evidente por el contexto.

15 Todas las composiciones y/o los procedimientos divulgados y reivindicados en la presente memoria pueden ser realizados y ejecutados sin una experimentación indebida en vista de la presente divulgación.

REFERENCIAS

- America Association of Cereal Chemists, 2000. Approved methods of America Association of Cereal Chemist, 10ª edición. Bamham Grami, Champaign, Illinois, EE. UU.
- 20 American Oil Chemists Society. 1998. Official Methods and recommended practices of the AOCS. 5ª edición. David Firestones, ed. ACS, Champaign, Illinois, EE. UU.
- Ahmad, M. M., R. E. Moreng, y H. D. Mueller. 1967. Breed responses in body temperature to elevated environmental temperature and ascorbic acid. *Poult. Sci* 46:6-15. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15ª edición. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, EE. UU.
- 25 Arkad, O., T. Arkad y N. Garti. 1985. Quantitative of determination of creaming in O/W emulsion by use of absorption measurements of oil soluble dyes. *Lebensm. Wiss. Technol.* 19:164-166.
- Berardinelli, A., V. Donati, A. Giunchi, A. Guarnieri y L. Ragni. 2003. Effects of sinusoidal vibrations on quality indices of shell eggs. *Biosystems Engineering* 86(3):347-353.
- Brooks, J. y D. J. Taylor. 1955. 1. Egg and Egg Products. G. B. Dep. Sci. Ind. Res. Food Invest. Board Spec. Rep. 60.
- 30 Chinachoti, P. 2000. Water Activity. Cap. 3 en *Food Chemistry: Principles and Applications*. Science Technology System. Sacramento, California, EE. UU.
- Cunningham, F. E. 1995. En *Egg Science and Technology*. Ed. By W. J. Stadleman, y O. J. Cotterill, 4ª edición. Páginas 289-321. The Hawthorn Press, Inc., Binghampton, Nueva York, EE. UU.
- Cunningham, F. E. 1975. Influence of added lecithin on properties of hens egg yolk. *Poult. Sci.* 54:1307-1308.
- 35 Damodaran, S. 1997. Protein-stabilized foams and emulsions. En: Damodaran S, Paraf A, editores. *Food proteins and their applications*. Nueva York, EE. UU.: Marcel Dekker, Inc. pp. 25-56.
- Deis, R. C. 2002. Food emulsions-combining immiscible ingredients. *Food Product Design*.
- Fromm, D., y R. Lipstein. 1964. Strength, distribution, weigh, and some histological aspects of the vitelline membrane of hens egg yolk. *Poult. Sci.* 43:1240-1244.
- 40 Froning, G. W. 1995. Composition modification of eggs. Cap. 18 en *Egg Science and Technology* 4ª edición. Haworth Food Products Press: Nueva York, EE. UU.
- Harrison, L. J. y F. E. Cunningham. 1986. Influence of salt on properties of liquid yolk and functionality in mayonnaise. *Poult. Sci.* 65:915-921.
- Heath, J. L. 1976. Factors affecting the vitelline membrane of a hen's egg. *US Egg Poult.* 39:27-49.
- 45 Huang, X. L., G. L. Catignani y H. E. Swaisgood. 1997a. Micro-scale method of determining foaming properties of protein. *J. Food Sci.* 62(5):1028-1030.
- Huang, S., T. J. Herald y D. D. Muller. 1997b. Effect of electron beam irradiation on physical, physicochemical and functional properties of liquid egg yolk during frozen storage. *Poult. Sci.* 76:1607-1615.

- Hou, H., R. K. Singh, P. M. Muriana y W. J. Stadelman. 1996. Pasteurization of intact shell eggs. *Food Micro.* 13:93-101.
- Jones, D. R., K. E. Anderson y G. S. Davis. 2001. The effects of genetic selection on production parameters of Single Comb White Leghorn hens. *Poult. Sci* 80:1139-1143.
- 5 Kato, A., K. Ogino, Y. Kuraamoto y K. Kobayashi. 1979. Degradation of the o-glycosidically linked carbohydrate units of ovomucin during egg white thinning. *J. Food Sci.* 44:1341-1344.
- Keener, K. M., K. C. McAvory, J. B. Foegeding, P. A. Curtis, K. E. Anderson y J. A. Osborne. 2006. Effect of Testing Temperature on Internal Egg Quality Measurements. *Poult. Sci.* 85:550-555.
- 10 Kido, S., M. Janado y H. Nunoura. 1976. Macromolecular components of the vitelline membrane of hens' eggs. I. Membrane structure and deterioration with age. *J. Biochem.* 79:1351-1356.
- Kilara, A. y V. R. Harwalkar. 1996. Denaturation. En: Nakai, S. H. W. Molder, editores. *Food proteins. Properties and characterization.* Nueva York, EE. UU.: VCH Publishers. pp.71-165.
- Kitabatake, K. y E. Doi. 1982. Surface tension and foaming of protein solutions. *J. Food Sci.* 53:1091-1096, 1106.
- 15 Kirunda, D. F. K., S. E. Scheideler y S. R. McKee. 2001. The efficacy of vitamin E (DL- α -tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. *Poult. Sci.* 80:1378-1383.
- Kirunda, D. F. K. y S. R. McKee. 2000. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poult. Sci.* 79:1189-1193.
- 20 Liang, Y. y H. R. Kristinsson. 2005. Influence of pH-induced unfolding and refolding of egg albumen on its foaming properties. *J. Food Sci.* 70:222-230.
- Leeson, S. y L. J. Caston. 1997. A problem with characteristics of the thin albumen in laying hens. *Poult. Sci.* 76:1332-1336.
- Nawar, W. 1996. *Lipids. Food Chemistry.* 2ª edición. Nueva York, EE. UU. Marcel Dekker, Inc.
- 25 Powrie, W. D. y S. Nakai. 1985. Characteristics of edible fluids of animal origin:eggs. Cap. 14 en *Food Chemistry* 2ª edición. Nueva York, EE. UU.: Marcel Dekker, Inc.
- Matringe, E., P. H. Luu y D. Loerient. 1999. Functional properties of milk-egg mixtures. *J. Food Sci.* 64(5):787-791.
- McWatters, K. H. y J. P. Cherry. 1977. Emulsifying, foaming and protein solubility properties of defatted soybean, peanut, field pea and pecan flours. *J. Agri. Food Chem.* 42:1444-1447; 1450.
- 30 Poole S., S. I. West y C. Walters. 1984. Protein-protein interactions. Their importance in the foaming of heterogeneous protein systems. *J. Sci. Food Agri.* 35:701-711.
- Rahman, S. 1995. *Food Properties Handbook.* Boca Raton: CRC Press. Romanoff, A. L. y A. J.
- Romanoff. 1949. *The avian egg.* John Wiley and Sons, Nueva York: Nueva York, EE. UU.
- SAS. 2003. *SAS/STAT User's Guide. Versión 8.2,* Statistical Analysis Systems Institute, Inc., Cary, Carolina del Norte, EE. UU.
- 35 Sauveur, B. 1976. Delayed thinning of thick egg white during storage in eggs produced by acidotic eggs. *Ann. Anim. Biochem. Biophys.* 16:145-153.
- Scott, T. A. y F. G. Silversides. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult. Sci.* 79:1725-1729.
- Shimada, K. y S. Matushita. 1980. Thermal coagulation of egg albumin. *J. Agric. Food Chem.* 28:409-412.
- 40 Sills, V. E. 1974. The effect of short term storage on the albumen quality of shell eggs. *J. Sci. Food Agric.* 25:989-992.
- Smolinska, T. y T. Trziszka. 1982. The vitelline membrane dynamics of cholesterol metabolism in hens' eggs. *Food Chem.* 8:215-223.
- Spanier, A.M. y R.D. Traylor. 1991. A rapid, direct chemical assay for the quantitative determination of thiobarbituric acid reactive substances in raw, cooked, and cooked/stored muscle foods. *J. Muscle Foods* 2:165-176.

Stadelman, W. J. y O. W. Cotterill. 1995. Egg Science and Technology. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, EE.UU.

Wolfenson, D., Y. F. Feri, N. Snapir y A. Berman. 1989. Effect of diurnal or nocturnal stress on egg formation. Br. Poult. Sci. 20:167-174.

5

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para prolongar la vida útil en almacenamiento de uno o más alimentos o de conservación de alimentos, que comprende las etapas de:
 - 5 proporcionar al menos 2 fuentes de radiación de microondas, que comprenden al menos 1 fuente horizontal de radiación de microondas y al menos 1 fuente vertical de radiación de microondas;

exponer a los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos procedentes de cada una de las al menos 2 fuentes de radiación de microondas;

 - 10 hacer girar a los uno o más alimentos;

mover horizontalmente los uno o más alimentos;

 - 15 proporcionar una fuente de enfriamiento que comprende un suministro de CO₂ en comunicación con los uno o más alimentos;

poner en contacto los uno o más alimentos con el suministro de CO₂, enfriando el suministro de CO₂ los uno o más alimentos;

 - 20 disponer los uno o más alimentos en el interior de un recipiente; y

sellar el recipiente, con lo que se inhibe una o más actividades microbiológicas en el interior del recipiente o un organismo patógeno, en particular patógenos contenidos en los alimentos, en el interior del recipiente, siempre que el recipiente permanezca sellado, o en el que se mejora la vida útil en almacenamiento del alimento.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado porque la actividad microbiológica comprende crecimiento de moho, o crecimiento bacteriano, preferentemente al menos uno de *E. coli*, *Salmonella sp.*, *Campylobacter sp.*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella sp.*, *Clostridium sp.* o *Staphylococcus sp.*
3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el organismo patógeno es una levadura, un moho o una bacteria seleccionado, preferentemente, de al menos uno de *E. coli*, *Salmonella sp.*, *Campylobacter sp.*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella sp.*, *Clostridium sp.* o *Staphylococcus sp.*
4. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque se conservan, al menos parcialmente, una o más características de los uno o más alimentos seleccionadas entre el nivel de humedad, la actividad del agua, la blandura, la palatabilidad, la dureza, la firmeza o una combinación de los mismos.
5. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los uno o más impulsos de radiación de microondas comprenden una o más longitudes de onda entre 1 GHz y 300 GHz, preferentemente de aproximadamente 2,45 GHz.
6. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los uno o más alimentos son expuestos a una o más longitudes de onda de radiación de microondas en una fase.
7. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los uno o más alimentos comprenden un alimento procesado seleccionado entre pan, una galleta salada, levadura, salvado, un grano, avena, quiche, trigo, un producto a base de masa, un producto a base de almidón, un producto a base de harina, una oblea de comunión, un picatoste, una pasta confitera, cereal, arroz, pasta, salsa, queso, un producto lácteo, un condimento, carne procesada, jamón o una combinación de los mismos, o un alimento no procesado seleccionado de fruta, verdura, carne, huevo o leche.
8. Un sistema para su uso en el procedimiento de la reivindicación 1 para conservar alimentos, que comprende:
 - un dispositivo de microondas que dirige su energía de microondas al interior de un recinto que comprende
 - un dispositivo de movimiento horizontal para mover los uno o más alimentos en una dirección horizontal,
 - 50 un dispositivo de movimiento giratorio para mover los uno o más alimentos en una dirección giratoria; y

proporcionar al menos 2 fuentes de radiación de microondas que comprenden al menos 1 fuente horizontal de radiación de microondas y al menos 1 fuente vertical de radiación de microondas; para irradiar en la dirección horizontal y en la dirección vertical mientras se mueven los uno o más alimentos en la dirección horizontal y en la dirección giratoria, donde las al menos 2 fuentes de radiación de microondas emiten uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos y el dispositivo de microondas es capaz de exponer, y de ser programable para ello, uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas durante al menos siete segundos en una o más fases; y

exponer a los alimentos en el interior del recinto, en el que se inhiben una o más actividades microbiológicas siempre que el recipiente permanezca sellado y conserve el alimento.

9. El sistema de la reivindicación 8, caracterizado porque se selecciona el alimento entre frutas y verduras, productos de cereales, productos cárnicos y avícolas (incluyendo huevos) y productos lácteos.

5 10. El sistema de la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque la actividad microbiológica comprende al menos uno de *E. coli*, *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *Listeria monocytogenes*, *Shigella* sp., *Clostridium* sp. o *Staphylococcus* sp.

11. Un procedimiento para prolongar la vida útil en almacenamiento de uno o más alimentos, que comprende las etapas de:

10 proporcionar un dispositivo de microondas que comprende

un dispositivo de movimiento horizontal para mover los uno o más alimentos en una dirección horizontal, un dispositivo de movimiento giratorio para mover los uno o más alimentos en una dirección giratoria, una fuente horizontal de microondas y una fuente vertical de microondas;

15 exponer los uno o más alimentos a uno o más impulsos de radiación de microondas procedentes de la fuente horizontal de microondas y la fuente vertical de microondas durante al menos siete segundos en la dirección horizontal y en la dirección giratoria; y

20 disponer los uno o más alimentos en el interior de un recipiente, con lo que se inhiben una o más actividades microbiológicas en o en torno a los uno o más alimentos.

12. El procedimiento de la reivindicación 11, caracterizado porque la actividad microbiológica comprende un crecimiento de moho, o un crecimiento bacteriano, seleccionado, en particular, entre al menos uno de *E. coli*, *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *Listeria monocytogenes*, *Shigella* sp., *Clostridium* sp. o *Staphylococcus aureus*.

25 13. El procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado porque los uno o más alimentos son expuestos a uno o más impulsos de radiación de microondas en uno de los uno o más impulsos.

14. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los uno o más alimentos comprenden un alimento procesado seleccionado entre pan, una galleta salada, levadura, salvado, un grano, avena, quiche, trigo, un producto a base de masa, un producto a base de almidón, un producto a base de harina, una oblea de comunión, un picatoste, una pasta confitera, cereal, arroz, pasta, salsa, queso, un producto lácteo, un condimento, carne procesada, jamón o una combinación de los mismos, o un alimento no procesado seleccionado entre fruta, verdura, carne, huevo o leche.

30

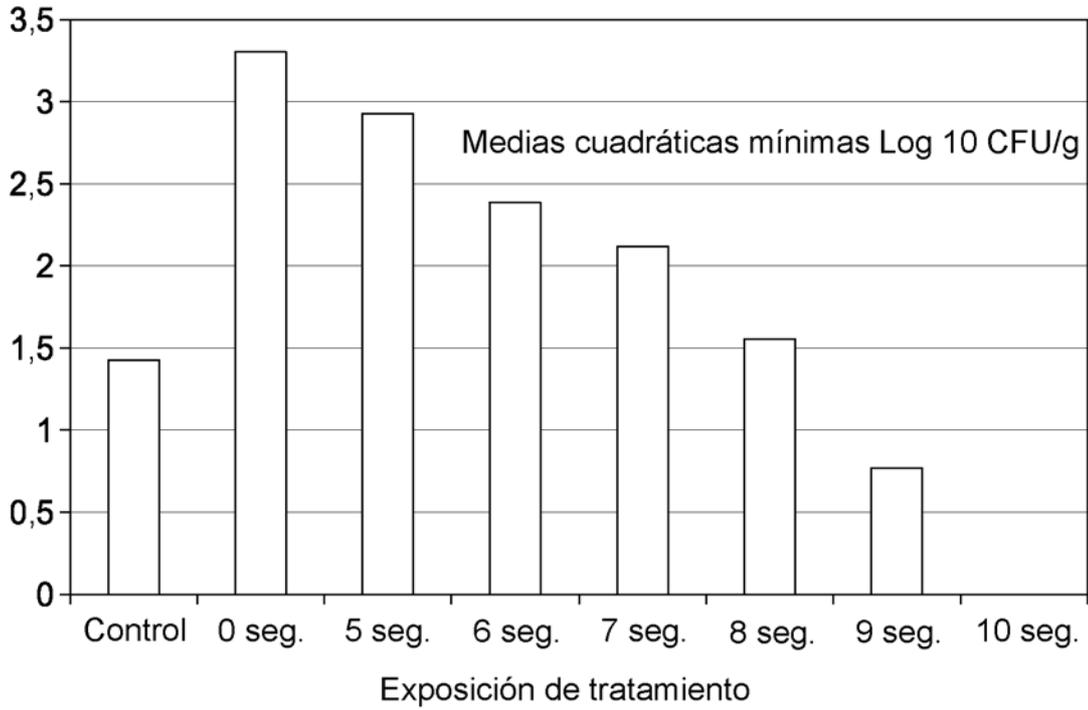


FIG. 1

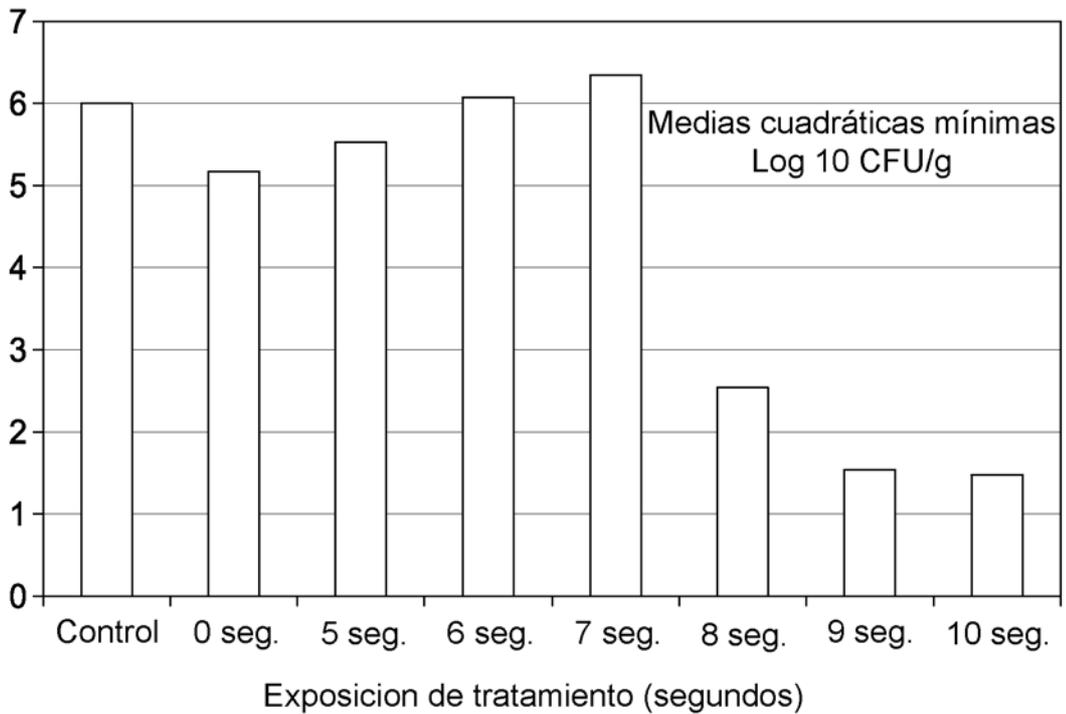


FIG. 2

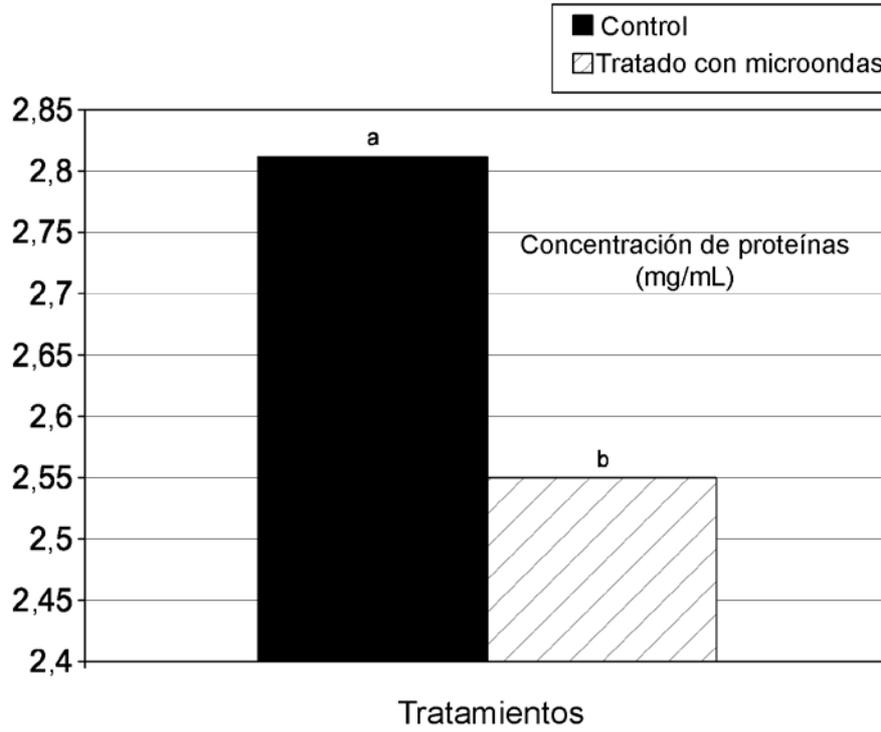


FIG. 3

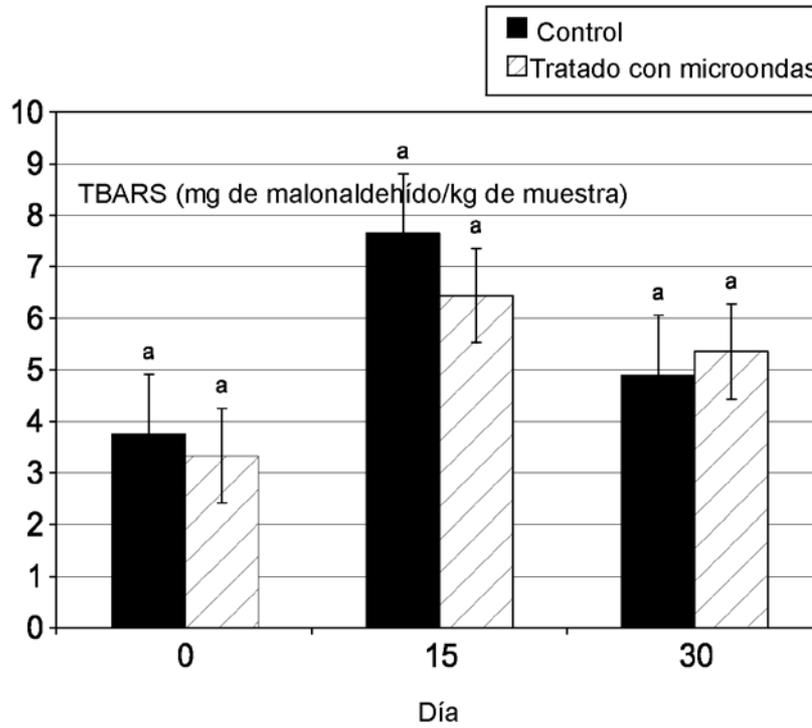


FIG. 4

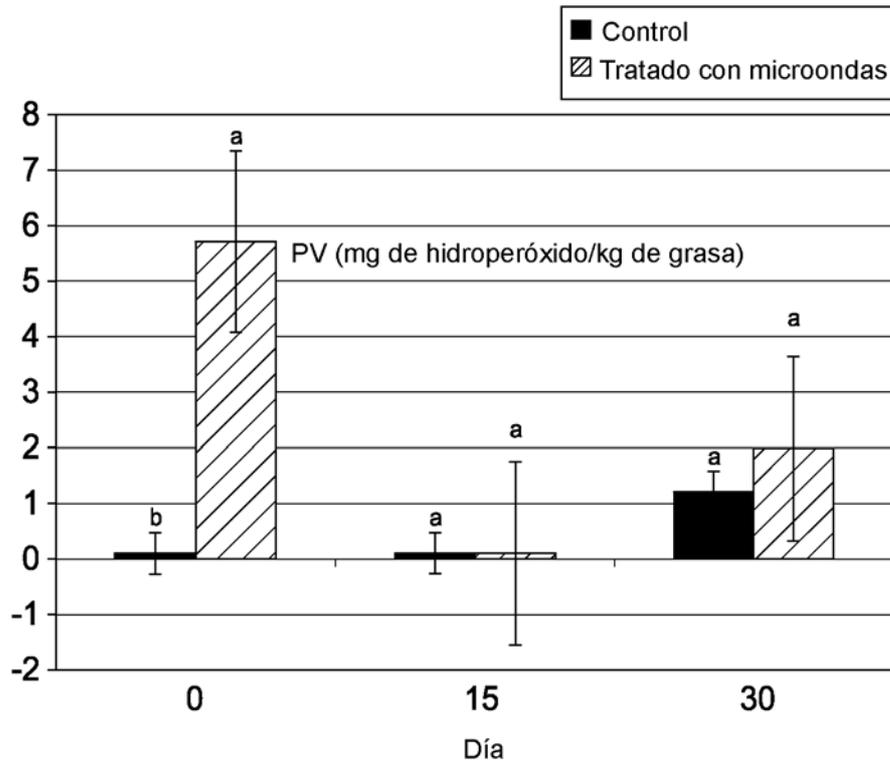


FIG. 5

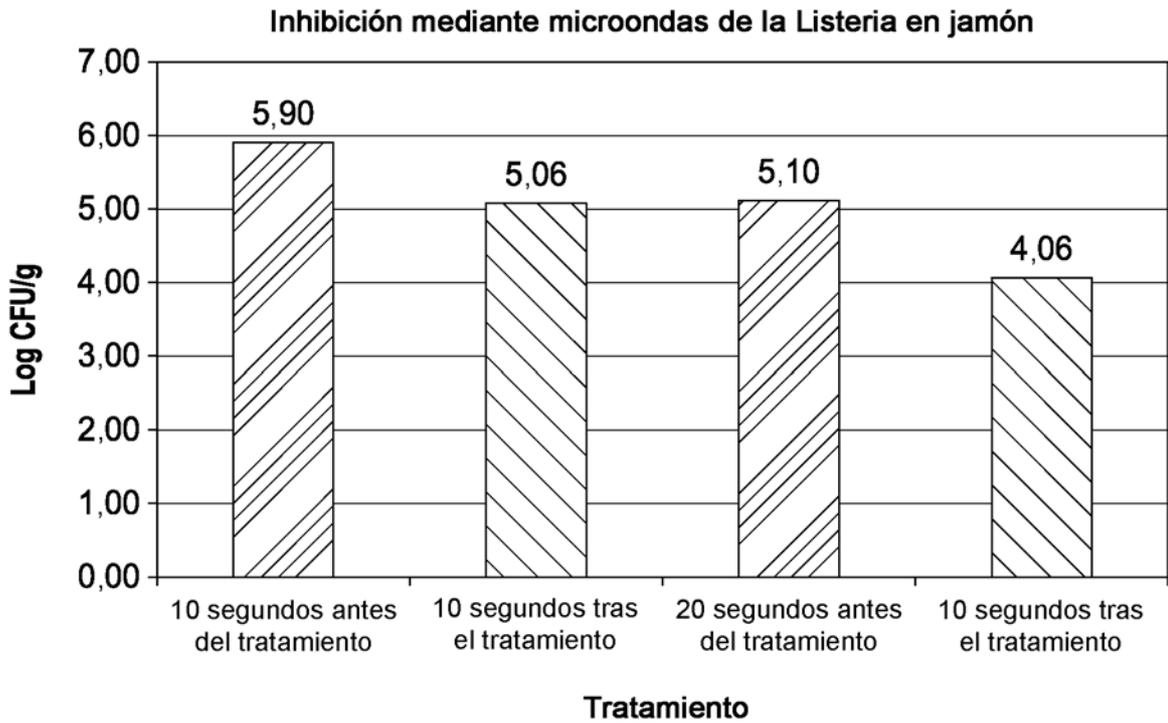


FIG. 6