

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 299**

51 Int. Cl.:

A23C 9/152 (2006.01)

A23F 5/40 (2006.01)

A23P 10/47 (2006.01)

A23L 29/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.08.2005 PCT/US2005/029261**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.03.2006 WO06023564**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2005 E 05786409 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 1793686**

54 Título: **Composiciones espumantes sin proteína y métodos de preparación de las mismas**

30 Prioridad:

17.08.2004 US 919524

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.09.2018

73 Titular/es:

**INTERCONTINENTAL GREAT BRANDS LLC
(50.0%)**

**100 Deforest Avenue
East Hanover, NJ 07936, US y
FRIESLANDCAMPINA NEDERLAND B.V. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ZELLER, BARY, LYN;
SEEVENTER, PAUL, BASTIAAN, VAN y
POORTINGA, ALBERT, THIJS**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 683 299 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

Composiciones espumantes sin proteína y métodos de preparación de las mismas

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una composición espumante soluble y, especialmente, a una composición exenta de proteína espumante que comprende un tensioactivo exento de proteína.

10 **Antecedentes de la invención**

Algunos artículos alimenticios preparados de modo convencional incluyen espuma o espuma fina. Por ejemplo, el capuchino, los batidos de leche y algunas sopas pueden tener espuma o espuma fina. Aunque los artículos alimenticios preparados de modo convencional pueden ser considerados preferibles por algunos consumidores, otros consumidores son cada vez más exigentes acerca de la comodidad de uso de las alternativas de alimentos instantáneos de consumo preparados previamente. Para adaptarse a las preferencias de los consumidores, los fabricantes han desarrollado productos alimenticios instantáneos que proporcionan a los consumidores los productos alimenticios que exigen a partir de un producto alimenticio instantáneo cómodo de usar desarrollando artículos alimenticios instantáneos que tienen características idénticas o similares a las de los artículos alimenticios preparados de modo convencional. Un reto para los fabricantes es cómo producir un producto alimenticio que tenga espuma o espuma fina a partir de un artículo alimenticio instantáneo.

Una solución anterior utilizada para fabricar un producto alimenticio instantáneo que tiene espuma o espuma fina es mediante el uso de composiciones espumantes en polvo que producen espuma al ser reconstituidas en un líquido. Las composiciones espumantes en polvo se han utilizado para transmitir una textura de espuma o de espuma fina a una amplia variedad de alimentos y bebidas. Por ejemplo, se han utilizado composiciones espumantes para transmitir una textura de espuma o de espuma fina a mezclas instantáneas de capuchino u otros tipos de café, mezclas de bebida refrescante instantánea, mezclas de sopa instantánea, mezclas de batido instantáneo, aderezos de postre instantáneos, salsas instantáneas, cereales calientes o fríos, y similares, cuando se combinan con agua, leche, u otro líquido adecuado.

Algunos ejemplos de sucedáneos de leche espumantes con gas inyectado que pueden utilizarse para transmitir espuma o espuma fina se describen en el documento US-4.438.147 y en el documento EP 0 458 310. Más recientemente, el documento US-6.129.943 describe un sucedáneo de leche espumante producido combinando un carbohidrato gasificado con proteína y lípido. Utilizando esta tecnología, fue posible eliminar la inyección de gas de la composición líquida de sucedáneo de leche antes de la deshidratación por pulverización.

El documento EP-0 813 815 describe una composición de sucedáneo de leche espumante que es un sucedáneo de leche espumante con gas inyectado o un sucedáneo de leche que contiene ingredientes químicos de carbonatación que contiene más de 20 % de proteína en peso. El polvo descrito tiene como ingredientes esenciales, proteína, lípido y material de carga, siendo la carga especialmente un carbohidrato soluble en agua. El alto contenido de proteína es necesario para obtener una espuma densa parecida a una nata montada que tiene maleabilidad.

En US-6.713.113, que describe un ingrediente espumante soluble en polvo compuesto por una matriz que comprende carbohidrato, proteína y gas presurizado atrapado, se proporciona una composición espumante anterior. Sin embargo, los ingredientes en polvo que contienen tanto carbohidrato como proteína pueden experimentar reacciones de pardeamiento no oxidativas que pueden afectar negativamente el aspecto, el sabor y el período de validez de los productos alimenticios envasados. Estas reacciones químicas complejas se producen entre proteínas y carbohidratos, especialmente azúcares reductores, para formar pigmentos poliméricos que pueden decolorar severamente y disminuir la calidad del sabor de los productos alimenticios. Se ha descubierto que las composiciones espumantes muy eficaces que contienen gas presurizado atrapado se pueden fabricar sin la necesidad de utilizar ingredientes de carbohidrato ni de proteína. El pardeamiento puede producirse muy rápidamente a las temperaturas muy altas habitualmente utilizadas en el procesamiento de alimentos y la tendencia al pardeamiento puede limitar el intervalo de condiciones de calentamiento utilizadas para producir composiciones espumantes del tipo descrito en el estado de la técnica anteriormente mencionado.

Una posible solución podría ser el uso de una composición de prácticamente solo proteína, como se describe en el documento WO-A-2004/019699. Sin embargo, el uso de la propia proteína también supone algunos problemas. Lo que es más importante, ninguno de los ejemplos descritos en la solicitud de patente publicada está exento de carbohidrato.

La patente US-6.168.819 describe un sucedáneo de leche en forma de partículas que comprende proteína, lípido y vehículo, en donde más de 50 % en peso de la proteína es proteína de suero parcialmente desnaturalizada, estando desnaturalizada la proteína de suero parcialmente desnaturalizada de 40 a 90 %. El contenido total de proteína del sucedáneo de leche es de entre 3 y 30 % en peso, preferiblemente entre 10 y 15 % en peso. El sucedáneo de leche es especialmente adecuado para composiciones de sucedáneo de leche espumantes. La composición de sucedáneo de leche espumante, cuando se añade a una bebida de café caliente filtrado, produce una gran cantidad de espuma semisólida cremosa.

El documento US-6.174.557 describe una composición de mezcla seca en forma de partículas instantánea que produce una bebida de capuchino que tiene una espuma superficial con un aspecto de marmóreo tras la reconstitución en agua. La composición de mezcla seca se prepara desaireando y posteriormente liofilizando un extracto de café para producir gránulos que tienen una capa superficial externa que es rápidamente soluble y una capa interna de núcleo mayor que es lentamente soluble. El producto tiene una densidad de al menos 300 kg/m³ (al menos 0,3 g/cc).

El documento de publicación de patente estadounidense n.º 2003/0026836 describe un método para formar pastillas o polvos de productos farmacéuticos a base de carbohidratos o alimentos que incluye someter las pastillas o polvos que comprenden una base de bebida tal como café soluble, polvo en espuma, azúcar y sucedáneo de leche a presión y temperatura para producir una pastilla o polvo con mayor solubilidad o dispersabilidad en contacto con el agua. Además, se describe un método que favorece la disolución o dispersión de una pastilla o polvo no espumante sometiendo la pastilla o polvo a gas presurizado de modo que el gas queda atrapado en la misma o el mismo para favorecer la disolución o dispersión de la pastilla o el polvo en contacto con el agua. Resulta significativo que todos los ejemplos ahí proporcionados de composiciones solubles químicamente compuestas son composiciones en polvo o en pastilla a base de carbohidratos que contienen proteína. La disolución mejorada de pastillas que contienen gas atrapado se demuestra en los ejemplos prácticos del mismo. Sin embargo, no se demuestra una mejor disolución o dispersabilidad de polvos, espumantes o no espumantes, que contienen gas atrapado en ningún ejemplo práctico del mismo.

Una desventaja de estas combinaciones recientes, así como de muchos productos anteriores, es que tienen presentes tanto proteínas como carbohidratos. Lo que es más importante, ni siquiera la técnica dirigida a la formación de composiciones de prácticamente solo proteína, tales como el documento WO-A-2004/019699, logran describir un ejemplo práctico exento de carbohidratos. La composición espumante del documento WO-A-2004/019699 que forma la base de todos los ejemplos prácticos descritos en el mismo contiene glicerol carbohidrato a un nivel de 5 % en peso. De hecho, ningún documento del estado de la técnica relevante describe un ejemplo práctico o una reducción en la práctica de una composición de carbohidrato espumante exenta de proteína. Las proteínas pueden reaccionar con carbohidratos, especialmente cuando se calientan. La mayor parte del tiempo estas reacciones (de Maillard) dan lugar a la coloración y/o a la formación no deseada de un aroma desagradable. Este tipo de reacción ocurre generalmente durante el procesamiento o la fabricación, cuando el producto se mantiene a temperaturas más altas durante cierto tiempo y a menudo si se mantiene a temperaturas más elevadas durante tiempos prolongados. En la mayoría de los procesos de preparación para los productos descritos en los documentos mencionados en la presente memoria, y especialmente en los procesos de preparación descritos en la patente US-6.168.819, se utiliza un tiempo prolongado a temperaturas elevadas para gasificar los polvos. Además, las proteínas son, de forma típica, mucho más costosas y, de forma típica, tienen una solubilidad mucho más baja y una viscosidad mucho más alta en agua que los carbohidratos utilizados para fabricar composiciones espumantes en polvo. Por consiguiente, el uso de proteínas puede causar problemas de procesamiento y aumentar el costo de las composiciones espumantes. Por ejemplo, las soluciones de proteína, incluso las soluciones de carbohidrato que contienen proteína, podrían tener que prepararse a una concentración mucho más baja en agua para evitar una excesiva viscosidad y permitir la deshidratación por pulverización. Además, muchas proteínas también tienen tendencia a la pérdida de funcionalidad o solubilidad cuando se exponen a calor durante el procesamiento o cuando entran en contacto con ingredientes alimenticios ácidos, tales como polvos de café. Finalmente, la presencia de proteínas en composiciones espumantes en polvo puede reducir la solubilidad o dispersabilidad de estas composiciones espumantes, así como la solubilidad o dispersabilidad de otros ingredientes en mezclas que contienen estas composiciones espumantes, cuando se reconstituyen en agua u otro líquido.

Aunque se encuentran disponibles aditivos de café espumantes, sigue siendo necesaria una composición espumante soluble en polvo exenta de proteína que, al ser reconstituida, presente una característica de espuma deseada por los verdaderos entendidos en bebida de capuchino. Por ejemplo, las bebidas de capuchino resultantes anteriores carecen de espuma suficiente, la espuma se disipa demasiado rápido o puede existir una combinación de ambas cosas. Además, dado que los aditivos de café espumantes anteriores incluían un componente de carbohidrato y un componente de proteína, las personas en dietas restrictivas que desean evitar uno de los dos componentes no podrían consumir ninguno de los aditivos espumantes de café anteriores. Por tanto, se desea un aditivo de café espumante que comprende una composición espumante exenta de proteína en polvo que proporcione características de espuma de una bebida de capuchino preparada convencionalmente.

El documento EP 1228694 describe un agente aromatizante que comprende gránulos formados de partículas de un agente espumante y partículas y/o gotículas de un compuesto de aroma aglomerado con un agente aglomerante.

El documento US-6168819 describe un sucedáneo de leche en forma de partículas que comprende proteína, lípido y vehículo, en la que más de 50 % en peso de la proteína es proteína de suero parcialmente desnaturalizada, estando desnaturalizada la proteína de suero parcialmente desnaturalizada de 40 a 90 %. El sucedáneo de leche es especialmente adecuado para composiciones de sucedáneo de leche espumantes. La composición de sucedáneo de leche espumante, cuando se añade a una bebida de café caliente filtrado produce una gran cantidad de espuma cremosa y semisólida. El sucedáneo de leche se prepara preferiblemente mediante tratamiento térmico de una suspensión acuosa que comprende la proteína, el lípido y los constituyentes de vehículo del sucedáneo de leche para efectuar la desnaturalización de la proteína de suero, seguido de deshidratación por pulverización de la suspensión. El sucedáneo de leche también puede emplearse en composiciones de capuchino instantáneo en mezcla seca.

El documento US-6129943 describe una composición de sucedáneo de leche espumante en forma de mezcla seca en forma de partículas que comprende un componente de proteína en forma de partículas en una cantidad de 1 % a 30 %, cantidad generadora de espuma en forma de partículas, carbohidrato gasificado, preferiblemente de 20 a 90 %, teniendo dicho carbohidrato una densidad aparente inferior a 300 kg/m³ (inferior a 0,3 g/cc) y un lípido en una cantidad de 0 a 30 %, basadas todas las cantidades en el peso de la composición. El sucedáneo de leche se puede añadir al café filtrado para producir un café blanqueado de tipo capuchino con una capa superficial de espuma o puede añadirse al café instantáneo y opcionalmente un edulcorante para producir un producto de capuchino instantáneo de mezcla seca en forma de partículas.

10 Sumario de la invención

La presente invención se refiere a una composición espumante sin proteína, es decir, exenta de proteína que proporciona una excelente resistencia al pardeamiento y puede proporcionar ventajas adicionales. Por ejemplo, las composiciones espumantes exentas de proteína pueden tener una menor alergenicidad y sensibilidad microbiológica. Estas composiciones espumantes mejoradas pueden utilizarse en una amplia variedad de mezclas de bebidas solubles calientes y frías y otros productos alimenticios instantáneos para proporcionar textura de espuma o de espuma fina.

La presente invención, en una forma de la misma, se refiere a una composición espumante que comprende una composición soluble exenta de proteína en polvo que comprende partículas de tipo carbohidrato que tienen una pluralidad de huecos que contienen gas a presión atrapado, comprendiendo dicha composición espumante menos de 1 % de proteína en peso, en donde dicha composición soluble además comprende un tensioactivo no proteico, y en donde el carbohidrato se selecciona del grupo que consiste en un azúcar, alcohol polihídrico, alcohol de azúcar, oligosacárido, polisacárido, producto de hidrólisis de almidón, goma, fibra soluble, almidón modificado, celulosa modificada, y mezclas de los mismos. En varias realizaciones adicionales, la composición soluble libera al menos aproximadamente 2 cc (cm³), y preferiblemente al menos aproximadamente 5 cc (cm³), gas por gramo de la composición cuando se disuelve en un líquido en condiciones ambiente. Además, la composición incluye un tensioactivo.

La presente invención, en otra forma de la misma, se refiere a una composición espumante que comprende partículas espumantes solubles exentas de proteína que comprenden un carbohidrato y tienen una pluralidad de huecos internos que contienen gas presurizado atrapado, dicha composición formadora comprende menos de 1 % de proteína en peso, en donde dicha composición soluble además comprende un tensioactivo no proteico, y en donde el carbohidrato se selecciona del grupo que consiste en un azúcar, alcohol polihídrico, alcohol de azúcar, oligosacárido, polisacárido, producto de hidrólisis de almidón, goma, fibra soluble, almidón modificado, celulosa modificada, y mezclas de los mismos. La composición espumante se forma sometiendo las partículas a una presión externa de gas que supera la presión atmosférica antes de o mientras se calientan las partículas a una temperatura de al menos la temperatura de transición vítrea (Tg) y a continuación enfriando las partículas a una temperatura inferior a la Tg antes de o mientras se libera la presión externa de gas de un modo eficaz para atrapar el gas presurizado dentro de los huecos internos.

La presente invención, en otra forma de la misma, se refiere a un producto alimenticio de consumo soluble que comprende una composición espumante soluble exenta de proteína que comprende partículas de carbohidrato que tienen una pluralidad de huecos internos que contienen gas presurizado atrapado, comprendiendo dicha composición espumante menos de 1 % de proteína en peso, en donde dicha composición soluble además comprende un tensioactivo no proteico, y en donde el carbohidrato se selecciona del grupo que consiste en un azúcar, alcohol polihídrico, alcohol de azúcar, oligosacárido, polisacárido, producto de hidrólisis de almidón, goma, fibra soluble, almidón modificado, celulosa modificada, y mezclas de los mismos. En diversas formas adicionales, el producto alimenticio soluble puede incluir una mezcla de bebida tal como café, cacao o té, tal como café instantáneo, cacao o té, o el producto de consumo soluble puede incluir un producto alimenticio instantáneo tal como un producto de postre instantáneo, producto de queso instantáneo, producto de cereal instantáneo, producto de sopa instantáneo y un producto de aderezo instantáneo.

La presente invención, en otra forma de la misma, se refiere a un método de fabricación de una composición espumante, tal como se define en las reivindicaciones, en donde el método incluye partículas espumantes solubles exentas de proteína que incluyen un carbohidrato que tiene huecos internos. Se aplica una presión externa que excede la presión atmosférica a las partículas espumantes solubles exentas de proteína. Las partículas espumantes solubles exentas de proteína se enfrían y la presión externa de gas se libera así dando lugar a gas presurizado que queda en los huecos internos. En otras formas alternativas, la presión externa se aplica antes de calentar las partículas o la presión externa se aplica mientras se calientan las partículas.

Las ventajas de la composición espumante según la invención son que, al entrar en contacto con un líquido adecuado, se forma una cantidad de espuma que proporciona color, sensación en boca, densidad, textura y estabilidad deseables cuando se usan para formular mezclas de capuchino instantáneas u otros productos. Dado que no contiene proteínas, los efectos adversos asociados con las proteínas, tales como sabores desagradables, reacción de Maillard, y/o reacciones entre proteínas y otros sustituyentes, no se producen o al menos se reducen.

Otra característica de la presente composición espumante no proteica se proporciona mediante la sorprendente estabilidad de la espuma, especialmente porque, en el estado de la técnica, la estabilidad de la espuma de los polvos espumantes se asocia, generalmente, con la presencia de proteína.

Otra ventaja es que la presente invención proporciona una composición espumante que tiene una alta densidad y un alto contenido de gas. La densidad aparente es generalmente superior a aproximadamente 250 kg/m^3 (aproximadamente $0,25 \text{ g/cc (g/cm}^3\text{)}$), preferiblemente al menos aproximadamente 300 kg/m^3 (al menos aproximadamente $0,30 \text{ g/cc (g/cm}^3\text{)}$) y, más preferiblemente, al menos aproximadamente 350 kg/m^3 (al menos aproximadamente $0,35 \text{ g/cc (g/cm}^3\text{)}$). Preferiblemente, la densidad aparente es inferior a kg/m^3 (inferior a $0,8 \text{ g/cc (g/cm}^3\text{)}$), más preferiblemente inferior a 700 kg/m^3 (inferior a $0,7 \text{ g/cc (g/cm}^3\text{)}$), y, con máxima preferencia, inferior a 650 kg/m^3 (inferior a $0,65 \text{ g/cc (g/cm}^3\text{)}$). Dichos polvos pueden contener $5\text{-}20 \text{ cc (cm}^3\text{)}$ o más gas por gramo de polvo. La densidad alta tiene la ventaja de que solo se requiere un pequeño volumen de composición espumante para obtener una cantidad de espuma deseada.

El contenido de gas relativamente alto produce una cantidad relativamente grande de espuma por unidad de peso o volumen de la composición espumante añadida.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Los ingredientes que pueden utilizarse para formular composiciones espumantes exentas de proteína incluyen carbohidratos, lípidos y otras sustancias exentas de proteína. Se utilizan carbohidratos e incluyen azúcares, alcoholes polihídricos, oligosacáridos, alcoholes polihídricos, alcoholes de azúcar, oligosacáridos, polisacáridos, productos de hidrólisis de almidón, gomas, fibras solubles, almidones modificados y celulosas modificadas. Los azúcares adecuados incluyen glucosa, fructosa, sacarosa, lactosa, manosa y maltosa. Los alcoholes polihídricos adecuados incluyen glicerol, propilenglicol, poligliceroles y polietilenglicoles. Los alcoholes de azúcar adecuados incluyen sorbitol, manitol, maltitol, lactitol, eritritol y xilitol. Los productos de hidrólisis de almidón adecuados incluyen maltodextrinas, jarabes de glucosa, jarabes de maíz, jarabes de alto contenido en maltosa y jarabes de alto contenido en fructosa. Las gomas adecuadas incluyen goma xantano, alginatos, carragenanos, goma guar, goma gellan, goma de algarrobo y gomas hidrolizadas. Las fibras solubles adecuadas incluyen inulina, goma guar hidrolizada y polidextrosa. Los almidones modificados adecuados incluyen almidones modificados física o químicamente que son solubles o dispersables en agua. Las celulosas modificadas adecuadas incluyen metilcelulosa, carboximetilcelulosa e hidroxipropilmetilcelulosa. El carbohidrato o la mezcla de carbohidratos se selecciona de modo que la estructura de la composición espumante sea lo suficientemente fuerte para retener el gas contenido bajo presión. El lípido se selecciona preferiblemente de grasas y/o aceites que incluyen aceites hidrogenados, aceites interesterificados, fosfolípidos, ácidos grasos derivados de fuentes vegetales, lácteas, o animales, y fracciones o mezcla de los mismos. El lípido también puede seleccionarse de ceras, esteroides, estanoles, terpenos, y fracciones o mezcla de los mismos.

Las composiciones espumantes exentas de proteína solubles en polvo de esta invención pueden producirse mediante cualquier método eficaz para proporcionar una estructura en forma de partículas que tenga una pluralidad de huecos internos capaces de atrapar gas. La deshidratación por pulverización con gas inyectado convencional de soluciones acuosas es el método preferido para fabricar estas composiciones espumantes solubles en polvo, pero la extrusión con gas inyectado de materiales fundidos en polvo también es un método adecuado. La deshidratación por pulverización sin inyección de gas produce, de forma típica, partículas que tienen volúmenes de huecos internos relativamente pequeños, pero este método menos preferido también puede usarse para fabricar composiciones espumantes exentas de proteína que tienen volúmenes de huecos internos adecuados. Se prefiere el gas nitrógeno, pero se puede usar cualquier otro gas de calidad alimentaria para la inyección de gas, incluidos aire, dióxido de carbono, óxido nitroso, o mezclas de los mismos.

El término “gas presurizado atrapado” significa que el gas que tiene una presión superior a la presión atmosférica está presente en la estructura de la composición espumante y no puede dejar esta estructura, sin abrir la estructura en polvo. Preferentemente, la mayor parte del gas presurizado presente en la estructura de la composición espumante está contenida físicamente dentro de los huecos internos de la estructura en polvo. Los gases que pueden usarse adecuadamente según la presente invención pueden seleccionarse de nitrógeno, dióxido de carbono, óxido nitroso, aire, o mezclas de los mismos. Se prefiere nitrógeno, pero puede utilizarse cualquier otro gas de calidad alimentaria para atrapar gas presurizado en la estructura en polvo.

El término “estructura”, “estructura en forma de partículas”, o “estructura en polvo” significa que la estructura contiene un gran número de huecos internos sellados que están cerrados a la atmósfera. Estos huecos pueden contener un gran volumen de gas atrapado que se libera como burbujas tras la disolución de la estructura en líquido para producir espuma.

El término “composición espumante soluble en polvo”, “composición espumante en polvo” o “composición espumante” significa cualquier polvo que sea soluble en, o que se desintegra en un líquido, y especialmente en un líquido acuoso, y que al entrar en contacto con dicho líquido forma una espuma o espuma fina.

El término “exento de proteína” o “sin proteína” significa evitar de forma intencional y deliberada sustancias que contienen una cantidad significativa de proteína, en el grado práctico más grande, en la formulación de composiciones espumantes. Por consiguiente, las composiciones espumantes exentas de proteína de esta invención están prácticamente libres o desprovistas de proteína y contienen prácticamente menos de 1 % y, de forma típica, menos de aproximadamente 0,5 % de proteína. Las composiciones exentas de proteína preferidas de esta invención carecen de proteína. Todas las composiciones espumantes exentas de proteína descritas en los ejemplos de la presente invención carecen de proteína.

Los porcentajes en peso se basan en el peso de la composición espumante en polvo, salvo que se indique lo contrario.

El término “carbohidrato” significa cualquier carbohidrato que es compatible con el uso final del polvo de la invención. En la práctica, esto significará que debe ser aceptable para el consumo.

5 El término “emulsionante” significa cualquier compuesto tensioactivo que tenga propiedades emulsionantes de aceite o gas que sea compatible con el uso final del polvo de la invención y que no sea una proteína.

10 El término “emulsionante polimérico” o “sustancia tensioactiva polimérica” generalmente significa cualquier tipo de molécula tensioactiva que consiste en un determinado número, generalmente al menos cinco, de unidades monoméricas unidas químicamente entre sí. Estas unidades pueden ser, por ejemplo, aminoácidos, como en las proteínas tensioactivas, o restos de azúcar (glucosa, manosa, galactosa, y similares) o derivados de los mismos, tales como carbohidratos tensioactivos. Generalmente, el peso molecular de los emulsionantes poliméricos será superior a 1000 Da.

15 El término “bajo peso molecular” en relación con emulsionantes o materiales tensioactivos se refiere a moléculas con un peso molecular inferior a 1000 Da. Generalmente, la adsorción de una monocapa de estas moléculas en una interfase de gas-agua o aceite-agua disminuirá la tensión superficial en más de 20 mN/m. En esta invención se utilizan solamente tensioactivos y emulsionantes de bajo peso molecular o poliméricos exentos de proteína.

20 El término “carbohidrato esencialmente a 100 %” utilizado en referencia a la composición espumante de carbohidrato sin proteína significa que la composición comprende carbohidrato con solamente cantidades traza de constituyentes no carbohidrato en una cantidad inferior a 1 % con respecto a la sustancia seca.

25 La composición espumante puede tener un contenido de humedad de entre 0-15 %, de forma típica 1-10 %, de forma más típica 2-5 % y una actividad de agua de entre 0-0,5, de forma típica, de 0,05-0,4 y, de forma más típica, 0,1-0,3.

30 Las composiciones de ingrediente espumante de esta invención utilizan uno o más tensioactivos para mejorar la formación de burbujas y la creación de huecos internos durante la deshidratación por pulverización o la extrusión. Se puede utilizar el uso de tensioactivos adecuados a niveles adecuados para influir en el tamaño, número y volumen relativo de huecos internos disponibles para atrapar gas. Se ha descubierto que la fabricación de composiciones exentas de proteína puede mejorarse en gran medida mediante el uso de tensioactivos. Se pueden distinguir dos tipos de tensioactivos: tensioactivos de bajo peso molecular y tensioactivos poliméricos. Los tensioactivos de bajo peso molecular incluyen agentes emulsionantes aprobados para uso alimentario, tales como polisorbatos, ésteres de sacarosa, estearoil-lactilato, monoglicéridos/diglicéridos, ésteres diacetiltartáricos de monoglicéridos/diglicéridos, y fosfolípidos. Los ejemplos de agentes tensioactivos poliméricos incluyen carbohidratos tensioactivos. Estos pueden usarse en combinación con otros carbohidratos para formular composiciones exentas de proteína. Los carbohidratos tensioactivos adecuados incluyen goma arábiga, alginatos de propilenglicol y almidones alimenticios con modificaciones lipófilas, tales como almidones sustituidos con octenilsuccinato, también conocidos como almidones emulsionantes.

40 Más ventajosamente, la composición espumante puede incluir un emulsionante seleccionado del grupo que consiste en almidones emulsionantes, Tween 20 (sorbitanmonolaureato de polioxietileno), SSL (estearoil-lactilato de sodio) o éster de sacarosa. Preferentemente, se utiliza una combinación de sustancia tensioactiva polimérica, tal como un almidón emulsionante o alginato de propilenglicol (PGA), en combinación con una sustancia tensioactiva de bajo peso molecular, tal como Tween o SSL. Este almidón emulsionante es, preferentemente, del tipo sustituido con octenilsuccinato (p. ej., Hi-Cap 100; almidón sustituido con octenilsuccinato sódico; fabricado por National Starch). El uso de almidón emulsionante solo o en combinación con SSL en composiciones espumantes de esta invención se utilizó para proporcionar espuma que tiene una combinación preferida de cualidades, como se determina conjuntamente por el aspecto, tamaño de burbuja, color, textura y estabilidad. Además, el uso de PGA en combinación con Tween dio una espuma preferida.

50 Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que las combinaciones anteriores son especialmente satisfactorias debido a las siguientes razones. Las espumas y emulsiones estabilizadas con proteínas son conocidas por su excelente estabilidad a largo plazo, que ha sido atribuida al carácter polimérico de las proteínas. Por supuesto, una capa interfacial adsorbida de proteínas crea una interfaz muy fuerte que da lugar a burbujas de gas estables en espumas y gotículas de aceite estables en emulsiones. Con esto, el uso de una sustancia tensioactiva polimérica no proteica parece ideal en sustitución de proteínas como estabilizador de espuma. Puesto que las especies tensioactivas poliméricas generalmente se adsorben solo lentamente, en una realización preferida, se usan emulsionantes de bajo peso molecular para obtener también la estabilización rápida de las burbujas de gas durante la formación de espuma.

60 Si se desea, la composición espumante puede contener otros componentes exentos de proteína tales como sabores artificiales, aromas, edulcorantes artificiales, amortiguadores, agentes de flujo, agentes colorantes y similares. Los edulcorantes artificiales adecuados incluyen sacarina, ciclamatos, acesulfamo, sucralosa y mezclas de los mismos. Los amortiguadores adecuados incluyen fosfato dipotásico y citrato trisódico.

65 Los polvos que se utilizan para atrapar gas presurizado para fabricar las composiciones espumantes de esta invención tienen una densidad aparente y una densidad compactada en el intervalo de 100-700 kg/m³ ((0,1-0,7 g/cc (g/cm³)), de forma típica 200-600 kg/m³ (0,2-0,6 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto en el intervalo de 300-1600 kg/m³ (0,3-

1,6 g/cc (g/cm^3)), de forma típica 400-1.500 kg/m^3 (0,4-1,5 g/cc (g/cm^3)), una densidad verdadera de 1200-1600 kg/m^3 (1,2-1,6 g/cc (g/cm^3)), y un volumen de vacío interno en el intervalo de 5-80 %, de forma típica 10-75 %, antes de someterlos a presión externa de gas. Los polvos con volúmenes de huecos internos relativamente grandes son generalmente preferidos debido a su mayor capacidad para atrapar gas. El volumen de huecos internos es de forma adecuada al menos aproximadamente 10 %, preferiblemente al menos aproximadamente 30 % y, más preferiblemente, al menos aproximadamente 50 %. Los polvos tienen una T_g entre 30-150 °C, por lo general entre 40-125 °C y, de forma más típica, entre 50 y 100 °C. Los polvos tienen un contenido de humedad de entre 0-15 %, de forma típica 1-10 %, de forma más típica 2-5 % y una actividad de agua de entre 0-0,5, de forma típica, de 0,05-0,4 y, de forma más típica, 0,1-0,3.

En una realización específica, la composición espumante no proteica contiene un emulsionante en una cantidad de 0,1-30 %, preferiblemente 0,2-20 %, y carbohidrato en una cantidad de 70- 99,9 %, preferiblemente 80-99,8 %. El emulsionante debe usarse en una cantidad suficiente para estabilizar las burbujas de gas presentes cuando el polvo se disuelve en líquido. Debe mencionarse que si la cantidad de emulsionante es demasiado alta, podría dar lugar a un sabor desagradable u otras propiedades indeseables en el alimento o bebida resultante. Preferiblemente, se utiliza una combinación de emulsionantes.

La densidad aparente (kg/m^3 (g/cc (g/cm^3))) se determina midiendo el volumen (m^3 (kg/m^3) (cc (g/cm^3))) que un determinado peso (kg (g)) de material ocupa cuando se vierte a través de un embudo a una probeta graduada. La densidad compactada (kg/m^3 (g/cc (g/cm^3))) se determina vertiendo el polvo a una probeta graduada, haciendo vibrar la probeta hasta que el producto se sedimenta hasta alcanzar su volumen más bajo, registrando el volumen, pesando el producto, y dividiendo el peso por el volumen. La densidad de esqueleto (kg/m^3 (g/cc (g/cm^3))) se determina midiendo el volumen de una cantidad de polvo pesada utilizando un picnómetro de helio (Micromeritics AccuPyc 1330) y dividiendo el peso por el volumen. La densidad de esqueleto es una medida de densidad que incluye el volumen de los huecos presentes en las partículas que selladas a la atmósfera, y excluye el volumen intersticial entre las partículas y el volumen de los huecos presentes en las partículas que están abiertos a la atmósfera. El volumen de los huecos sellados, denominados en la presente memoria huecos internos, se obtiene también midiendo la densidad de esqueleto del polvo tras la molienda con un mortero para eliminar o abrir a la atmósfera todos los huecos internos. Este tipo de densidad de esqueleto, citada en la presente memoria como densidad real (kg/m^3 (g/cc (g/cm^3))) es la densidad real de únicamente la materia sólida que comprende el polvo. El volumen de huecos internos (%), el porcentaje en volumen de huecos internos sellados contenidos en las partículas que comprenden el polvo, se determina restando el inverso de la densidad verdadera (kg/m^3 (cc/g (cm^3/g))) del inverso de la densidad de esqueleto (kg/m^3 (cc/g (cm^3/g))) y multiplicando seguidamente la diferencia por la densidad de esqueleto (kg/m^3 (g/cc (g/cm^3))) y 100 %.

La temperatura de transición vítrea (T_g) marca un cambio de fase secundaria caracterizado por la transformación de la composición en polvo de un estado vítreo rígido a un estado gomoso ablandado. De forma general, las solubilidades de gas y las velocidades de difusión son más altas en materiales a la T_g o por encima de la misma. La T_g depende de la composición química y del nivel de humedad y, de forma general, un peso molecular promedio más bajo y/o una mayor humedad harán disminuir la T_g . La T_g se puede elevar o reducir intencionalmente disminuyendo o aumentando, respectivamente, el contenido de humedad del polvo usando cualquier método adecuado conocido por un experto en la técnica. La T_g se puede medir utilizando técnicas de calorimetría de barrido diferencial o técnicas de análisis mecánico térmico establecidas.

Las composiciones espumantes novedosas de esta invención que contienen gas presurizado atrapado se pueden fabricar calentando el polvo exento de proteína que tiene una estructura de partículas adecuada bajo presión en cualquier recipiente de presión adecuado y enfriando el polvo ya sea mediante una rápida liberación de presión o enfriando el recipiente antes de la despresurización. El método preferido es sellar el polvo en el recipiente de presión y presurizar con gas comprimido, luego calentar el recipiente de presión colocándolo en un horno o baño precalentado o mediante la circulación de corriente eléctrica o fluido caliente a través de un serpentín interno o camisa externa para aumentar la temperatura del polvo por encima de la T_g durante un período de tiempo eficaz para llenar huecos internos en las partículas con gas presurizado, enfriar a continuación el recipiente presurizado que contiene el polvo a aproximadamente temperatura ambiente ya sea colocándolo en un baño o por circulación de fluido frío y liberar a continuación la presión y abrir el recipiente para recuperar la composición espumante. La composición espumante puede producirse por lotes o continuamente utilizando cualquier medio adecuado. Las composiciones espumantes novedosas de esta invención que contienen gas de presión atmosférica se pueden producir del mismo modo, con la excepción de que el calentamiento se lleva a cabo por debajo de la T_g del polvo.

En general, los polvos se calientan a una temperatura en el intervalo de 20-200 °C, preferiblemente de 40-175 °C y, más preferiblemente, de 60-150 °C durante 1-300 minutos, preferiblemente 5-200 minutos y, más preferiblemente, de 10-150 minutos. La presión dentro del recipiente de presión está en el intervalo de 138-20.684 kPa (20-3000 psi), preferentemente 69-13.790 kPa (100-2000 psi) y, más preferiblemente, 2068-10.342 kPa (300-1500 psi). Se prefiere el uso de gas nitrógeno, pero se puede utilizar cualquier otro gas de calidad alimentaria para presurizar el recipiente, incluidos aire, dióxido de carbono, óxido nítrico, o mezclas de los mismos. El contenido de gas en polvo y la capacidad espumante generalmente aumentan con la presión de procesamiento. El calentamiento puede hacer que la presión inicial suministrada al recipiente de presión aumente considerablemente. La presión máxima alcanzada dentro del recipiente de presión durante el calentamiento puede estimarse multiplicando la presión inicial por la

relación de la temperatura de calentamiento a la temperatura inicial utilizando unidades Kelvin de temperatura. Por ejemplo, presurizando el recipiente a 6895 kPa (1000 psi) a 25 °C (298 K) y luego calentando a 120 °C (393 K) debería aumentarse la presión en el recipiente de presión hasta aproximadamente 8963 kPa (1300 psi).

5 A temperaturas iguales o superiores a la T_g , el contenido de gas de la partícula y la capacidad espumante aumentan con el tiempo de procesamiento hasta alcanzar un máximo. La velocidad de gasificación aumenta, generalmente, con la presión y la temperatura y se pueden usar presiones relativamente altas para reducir el tiempo de procesamiento. Sin embargo, aumentar la temperatura en gran medida por encima de lo que se requiere para un procesamiento eficaz puede hacer que el polvo sea susceptible de desintegrarse. La distribución de tamaño de partículas de los polvos de forma típica no se altera significativamente cuando la gasificación se lleva a cabo en condiciones más preferidas. Sin embargo, se puede producir la aglomeración o apelmazamiento significativo de las partículas cuando se lleva a cabo una gasificación en condiciones menos preferidas, tales como una temperatura demasiado alta y/o un tiempo de procesamiento prolongado. Se cree que el gas disuelto en la materia sólida permeable a los gases ablandada durante el calentamiento se difunde en huecos internos hasta alcanzar el equilibrio de presión o hasta que el polvo se enfría por debajo de la T_g . Por lo tanto, cabe esperar que las partículas enfriadas retengan el gas atrapado presurizado en los huecos internos y el gas disuelto en la materia sólida.

20 Cuando los polvos se presurizan a una temperatura igual o superior a la T_g , es común que algunas de las partículas exploten con un sonido de agrietamiento fuerte durante un breve tiempo después de la despresurización debido al estallido de regiones localizadas de la estructura de partículas que son demasiado débiles para retener el gas presurizado. Por el contrario, cuando los polvos se presurizan por debajo de la T_g y se despresurizan, es menos común que las partículas exploten y cualquier explosión se produzca con menos sonido y fuerza. Sin embargo, es común que estas partículas produzcan un sonido ligero como de descorchado durante un tiempo breve después de la despresurización. La apariencia del polvo y la densidad aparente no se alteran de forma típica de modo significativo al presurizar por debajo de la T_g , pero la densidad de esqueleto y el volumen de huecos internos se ven alterados de forma típica de modo significativo.

30 Las composiciones espumantes retienen el gas presurizado con buena estabilidad cuando se almacenan por debajo de la T_g con una protección adecuada contra la intrusión de humedad. Las composiciones espumantes almacenadas en un recipiente cerrado a temperatura ambiente generalmente funcionan bien muchos meses después. Los polvos presurizados por debajo de la T_g no retienen el gas presurizado durante un largo período de tiempo. Sin embargo, se ha descubierto sorprendentemente que los polvos deshidratados por pulverización que son presurizados por debajo de la T_g , producen de forma típica una cantidad de espuma fina significativamente mayor que los polvos sin presurizar incluso después de perder el gas presurizado. Se cree que este aumento ventajoso en la capacidad espumante es ocasionado por la infiltración de gas a presión atmosférica en huecos internos previamente sometidos vacíos formados por evaporación de agua de las partículas durante el secado. Se ha descubierto que este método novedoso de aumento de la capacidad espumante de las composiciones espumantes deshidratadas por pulverización puede realizarse a temperatura ambiente con excelentes resultados.

40 Las composiciones espumantes fabricadas según las realizaciones de esta invención tienen una densidad aparente y una densidad compactada del polvo en el intervalo de 100-700 kg/m³ (0,1-0,7 g/cc (g/cm³)), de forma típica 200-600 kg/m³ (0,2-0,6 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto en el intervalo de 300-1600 kg/m³ (0,3-1,6 g/cc (g/cm³)), de forma típica de 500-1500 kg/m³ (0,5-1,5 g/cc (g/cm³)), y de forma más típica 700-1400 kg/m³ (0,7-1,4 g/cc (g/cm³)), una densidad verdadera en el intervalo de 1200-1600 kg/m³ (1,2-1,6 g/cc (g/cm³)), un volumen de huecos internos en el intervalo de 2-80 %, de forma típica 10-70 %, y de forma más típica 20-60 %, y contienen gas presurizado en el intervalo de 138-20.684 kPa (20-3000 psi), de forma típica 69-13.790 kPa, (100-2000 psi) y, de forma más típica, 2068-10.342 kPa (300-1500 psi). Como punto de referencia, la presión atmosférica es de aproximadamente 103 kPa (15 psi) a nivel del mar. El tratamiento a presión a cualquier temperatura de forma típica aumenta la densidad de esqueleto y disminuye el volumen de huecos internos. La densidad aparente de forma típica no se ve significativamente alterada por el tratamiento de presión por debajo de la T_g , pero sí se ve aumentada de forma típica mediante tratamiento de presión por encima de la T_g . Los cambios en la densidad aparente, la densidad de esqueleto y el volumen de huecos internos se determinan conjuntamente a partir de la composición en polvo y las condiciones de procesamiento, incluido el tiempo de tratamiento, la temperatura y la presión. Las composiciones espumantes en polvo resultantes que contienen gas presurizado atrapado por lo general tienen un tamaño de partículas de aproximadamente 1 a 5000 micrómetros (µm), de forma típica de aproximadamente 5 a 2000 micrómetros (µm) y, de forma más típica, de aproximadamente 10 a 1000 micrómetros (µm).

55 El uso preferido de estas composiciones espumantes novedosas es en mezclas de bebidas solubles, especialmente mezclas de café instantáneo y capuchino. Sin embargo, pueden utilizarse en cualquier producto alimenticio instantáneo que se vuelva a hidratar con líquido. Aunque estas composiciones espumantes de forma típica se disuelven bien en líquidos fríos produciendo espuma fina, la capacidad de disolución y espumante generalmente se mejoran mediante la reconstitución en líquidos calientes. Las aplicaciones incluyen bebidas, postres, polvos de queso, cereales, sopas, polvos para aderezos instantáneos y otros productos instantáneos.

65 **Ejemplo comparativo 1:** Se obtuvo un polvo de maltodextrina 10DE exento de proteína comercial producido mediante deshidratación por pulverización con gas inyectado de una solución acuosa. El polvo de carbohidrato prácticamente a 100 % tenía un color blanco, una densidad aparente de 120 kg/m³ (0,12 g/cc (g/cm³)), una densidad compactada de 150 kg/m³ (0,15 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1400 kg/m³ (1,40 g/cc

(g/cm³), un volumen de huecos internos de 10 %, una densidad aparente de 1560 kg/m³ (1,56 g/cc (g/cm³)), y una T_g de 65 °C. Se presurizaron 5 g del polvo de maltodextrina con gas de dióxido de carbono a 3447 kPa (500 psi) en un recipiente de presión de acero inoxidable (probeta de muestreo de gases de 75 cc de capacidad; fabricada por Whitey Corporation; utilizada en todos los ejemplos de la presente invención), se calentaron en un
 5 horno a 110 °C durante 4 horas y, después se enfriaron por despresurización rápida. El polvo presurizado con gas de dióxido de carbono tenía un color blanco, una densidad aparente de 370 kg/m³ (0,37 g/cc (g/cm³)), una densidad compactada de 470 kg/m³ (0,47 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1430 kg/m³ (1,43 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 8 %. Otra muestra del polvo de maltodextrina de 5 g se presurizó con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 Psi), se calentó en un horno a 95 °C durante 2,5 horas, y después se enfrió a
 10 aproximadamente la temperatura ambiente antes de despresurizar dando lugar a un polvo tratado con un color blanco, una densidad aparente de 150 kg/m³ (0,15 g/cc (g/cm³)), una densidad compactada de 180 kg/m³ (0,18 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1500 kg/m³ (1,50 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 4 %. Cada polvo de maltodextrina tratado y sin tratar se utilizó para formular una mezcla de capuchino instantánea utilizando una relación de peso de aproximadamente una parte de polvo de maltodextrina a una parte
 15 de café soluble a dos partes de azúcar y tres partes de sucedáneo de leche espumante, y aproximadamente 13 g de cada mezcla de capuchino se reconstituyeron en un vaso de precipitados de 250 ml que tenía un diámetro interno de 65 mm utilizando 130 ml de agua a 88 °C.

El conocimiento de la densidad de espuma fina de la mezcla de bebida reconstituida y el volumen de espuma fina incremental aportado por los polvos tratados y sin tratar se utilizó para calcular la cantidad (corregida a temperatura y presión ambiente) de gas liberado por cada polvo. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla capuchino puso de manifiesto que el tratamiento de presión utilizando dióxido de carbono aumentaba la capacidad espumante del polvo más de dos veces, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 2 cc (cm³) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 4,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. El tratamiento de presión
 20 utilizando nitrógeno aumentó la capacidad espumante del polvo más de tres veces, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 2 cc (cm³) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 7 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. Los polvos tratados con presión produjeron un sonido de agrietamiento cuando se reconstituyeron en la mezcla de capuchino. Todas las bebidas de capuchino tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo 2: Se inyectó nitrógeno en una solución acuosa a 50 % de sólidos de sirope de glucosa 33 DE (base seca 92 %) y almidón sustituido con octenilsuccinato de sodio (base seca 8 %) y se deshidrató por pulverización para producir un polvo exento de proteína compuesto de partículas que tienen una pluralidad de huecos internos. El polvo de carbohidrato prácticamente a 100 % tenía un color blanco, una densidad aparente de 250 kg/m³ (0,25 g/cc (g/cm³)), una densidad compactada de 310 kg/m³ (0,31 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 590 kg/m³ (0,59 g/cc (g/cm³)),
 30 un volumen de huecos internos de 61 %, una densidad aparente de 1510 kg/m³ (1,51 g/cc (g/cm³)), una T_g de 74 °C, y un contenido de humedad de aproximadamente 2 %. El uso del polvo en una mezcla de café edulcorada instantánea, utilizando una relación de peso de aproximadamente tres partes de polvo a una parte de café soluble a dos partes de azúcar, produjo una cantidad de espuma fina que cubría completamente la superficie de la bebida con una altura de aproximadamente 7 mm cuando se reconstituyeron aproximadamente 11 g de la mezcla en un vaso de precipitados de
 40 250 ml que tenía un diámetro interno de 65 mm utilizando 130 ml de agua a 88 °C.

Se presurizaron 6 g del polvo exento de proteína a 25 °C con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi) durante 5 minutos en un recipiente de presión y a continuación se despresurizó. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del
 45 polvo en aproximadamente 140 %. El conocimiento de la densidad de espuma fina de la mezcla de bebida reconstituida y el volumen de espuma fina incremental aportado por los polvos tratados y sin tratar se utilizó para calcular la cantidad (corregida a temperatura y presión ambiente) de gas liberado por cada polvo. Se estimó que el polvo sin tratar liberaba aproximadamente 2 cc (cm³) de gas por gramo de polvo mientras que el polvo tratado liberaba aproximadamente 5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. El polvo produjo un sonido como de descorchado débil durante un tiempo breve después de la despresurización, presumiblemente debido al estallido de las paredes que rodean los vacíos abiertos restringidos por difusión que eran demasiado débiles para contener el gas presurizado. La densidad aparente del polvo tratado no se alteró, pero la densidad de esqueleto aumentó a 890 kg/m³ (0,89 g/cc (g/cm³)) y el volumen de huecos internos disminuyó a 41 %, indicando que la fuerza de presurización y/o despresurización abría una parte de los huecos
 50 internos previamente vacíos, formados durante la deshidratación de las partículas, a la atmósfera para aumentar la capacidad espumante. Esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que aún después de una semana, el polvo tratado retenía una mayor capacidad espumante.

Se presurizó otra muestra de 6 g del polvo exento de proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi), se calentó en un horno a 120 °C durante 30 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de
 60 la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y muchas partículas explotó con un sonido de agrietamiento fuerte durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color blanco, una densidad compactada de 330 kg/m³ (0,33 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1180 kg/m³ (1,18 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 22 %. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en más del cuádruple, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 2 cc (g/cm³)
 65 de gas por gramo de polvo a aproximadamente 9 cc (g/cm³) de gas por gramo de polvo.

Se presurizó otra muestra de 6 g del polvo exento de proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi), se calentó en un horno a 120 °C durante 60 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y una parte relativamente mayor de las partículas explotó con un sonido de agrietamiento fuerte durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color blanco, una densidad compactada de 410 kg/m³ (0,41 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1000 kg/m³ (1,00 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 34 %. La sustitución del polvo sin tratar con un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en más de seis veces, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 2 cc (cm³) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 12 cc (cm³) de gas por gramo de polvo.

Se presurizó otra muestra de 6 g del polvo exento de proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi), se calentó en un horno a 120 °C durante 80 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y una parte relativamente aún mayor de las partículas explotó con un sonido de agrietamiento aún más fuerte durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color blanco, una densidad compactada de 410 kg/m³ (0,41 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1020 kg/m³ (1,02 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 32 %. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en más de diez veces, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 2 cc (cm³) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 21 cc (cm³) de gas por gramo de polvo.

Todas las bebidas de café edulcoradas tuvieron un sabor excelente. Sin embargo, la liberación de mayores volúmenes de gas procedente de los polvos tratados con presión al entrar en contacto con el agua aumentó la flotabilidad de la partícula y disminuyó la capacidad de humectación de la partícula, lo cual disminuyó la dispersabilidad y la disolución de los polvos tratados con presión en relación con el polvo sin tratar. La mezcla de café edulcorada que contenía el polvo sin tratar se dispersó y disolvió instantáneamente al añadir agua, sin la necesidad de agitar, y la bebida, la espuma fina y la pared del vaso de precipitado resultantes estaban completamente exentas de polvo no disuelto. Por el contrario, las mezclas de café edulcoradas que contenían polvos tratados no se dispersaron y se disolvieron instantáneamente al añadir agua, como puso de manifiesto la presencia de láminas adherentes de polvo no humedecido cubriendo grandes áreas de la pared del vaso de precipitados y la presencia de grandes grumos de polvo no humedecido sin disolver suspendidos en la espuma fina. En ausencia de agitación, de forma típica pasaron varios minutos hasta la completa disolución de las hojas de adhesión y, debido a la escasez relativa del agua, los aglomerados de polvo de la espuma fina persistieron aparentemente de forma indefinida y se mostraban en su mayor parte no alterados aún después de quince minutos. Sin embargo, esta deficiencia en la dispersabilidad del polvo y la disolución se solucionó adecuadamente por medio de la agitación de mezclas reconstituidas que contenían polvos tratados para acelerar la dispersión y la disolución. El tipo y el grado de dispersabilidad y disolución en polvo deteriorado, ocasionado por la liberación de gas presurizado atrapado demostrado en este ejemplo son típicos de las composiciones espumantes preparadas según esta invención.

Ejemplo 3: Se inyectó nitrógeno a una solución acuosa a 50 % de sólidos de sirope de glucosa 33 DE (base seca 98,5 %), polisorbato 20 (base seca 1 %), y alginato de propilenglicol (base seca 0,5 %) y se deshidrató por pulverización para producir un polvo exento de proteína compuesto de partículas con una pluralidad de huecos internos. El polvo de carbohidrato aproximadamente a 99 % tenía un color blanco, una densidad aparente de 240 kg/m³ (0,24 g/cc (g/cm³)), una densidad compactada de 300 kg/m³ (0,30 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 640 kg/m³ (0,64 g/cc (g/cm³)), un volumen de huecos internos de 56 %, una densidad aparente de 1470 kg/m³ (1,47 g/cc (g/cm³)), una T_g de 68 °C, y un contenido de humedad de aproximadamente 4 %. El uso del polvo en la mezcla de café edulcorada según el método del Ejemplo 2 produjo una cantidad de espuma fina que cubría completamente la superficie de la bebida con una altura de aproximadamente 11 mm cuando se reconstituyó aproximadamente 11 g de la mezcla en un vaso de precipitados de 250 ml con un diámetro interno de 65 mm utilizando 130 ml de agua a 88 °C.

Se presurizaron 6 g del polvo exento de proteína a 25 °C con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi) durante 5 minutos en un recipiente de presión y el despresurizó. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en aproximadamente 65 %. El conocimiento de la densidad de espuma fina de la mezcla de bebida reconstituida y el volumen de espuma fina incremental aportado por los polvos tratados y sin tratar se utilizó para calcular la cantidad (corregida a temperatura y presión ambiente) de gas liberado por cada polvo. Se estimó que el polvo sin tratar liberaba aproximadamente 3,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo mientras que el polvo tratado liberaba aproximadamente 6 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. El polvo produjo un sonido ligero como de descorchado durante un tiempo breve después de la despresurización. La densidad aparente del polvo tratado no se alteró, pero la densidad de esqueleto aumentó a 1040 kg/m³ (1,04 g/cc (g/cm³)) y el volumen de huecos internos disminuyó a 29 %, indicando que la fuerza de presurización y/o despresurización abría una parte de huecos internos previamente vacíos, formados durante la deshidratación de las partículas, a la atmósfera para aumentar la capacidad espumante. Esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que aún después de una semana, el polvo tratado retenía totalmente su mayor capacidad espumante.

Se presurizó otra muestra de 6 g del polvo exento de proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi), se calentó en un horno a 120 °C durante 15 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y muchas partículas explotó con un

sonido de agrietamiento fuerte durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color blanco, una densidad compactada de 320 kg/m³ (0,32 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1310 kg/m³ (1,31 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 11 %. La sustitución del polvo sin tratar con un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en aproximadamente más del triple, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 3,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 10,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo.

Se presurizó otra muestra de 6 g del polvo exento de proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi), se calentó en un horno a 120 °C durante 30 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y una parte relativamente aún mayor de las partículas explotó con un sonido de agrietamiento aún más fuerte durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color blanco, una densidad compactada de 500 kg/m³ (0,50 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 1190 kg/m³ (1,19 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 19 %. La sustitución del polvo sin tratar con un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en casi el quintuple, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 3,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 17 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. Todas las bebidas de café edulcoradas tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo 4: La siguiente tabla resume los resultados obtenidos cuando se presurizaron muestras adicionales de 6 g del polvo exento de proteína deshidratado por pulverización del Ejemplo 3 con gas nitrógeno durante 30 minutos a 120 °C en un recipiente de presión a las presiones indicadas a continuación según el método del Ejemplo 3 cuando se sustituyó el polvo sin tratar en la mezcla de café edulcorada preparada según el método del Ejemplo 2 por un peso igual de polvo tratado. El producto sin tratar es el polvo sin tratar del Ejemplo 3 y se incluye en la tabla para fines de comparación. El producto A es otra muestra del polvo sin tratar que se presurizó a 1724 kPa (250 psi); El producto B es otra muestra del polvo sin tratar que se presurizó a 2585 kPa (375 psi); y el producto C es otra muestra del polvo sin tratar que se presurizó a 3447 kPa (500 psi). El producto D es el polvo del Ejemplo 3 que se presurizó a 6895 kPa (1000 psi) y se incluye en la tabla para fines de comparación. Todas las bebidas de café edulcoradas tuvieron un sabor excelente.

Producto	Presión inicial (kPa) (psi)	Presión máxima (kPa) (psi)	% de aumento en la altura de espuma fina de la mezcla de café (vaso de precipitados de 250 ml)	Liberación de gas estimada de la composición espumante (cc de gas/g de polvo)
Sin tratar	---	---	---	3,5
A	1724 (250)	2413 (350)	50	6
B	2585 (375)	3447 (500)	200	13
C	3447 (500)	4481 (650)	250	15
D	6895 (1000)	8963 (1300)	300	17

Ejemplo 5: Se utilizaron varias muestras adicionales de polvos exentos de proteína tratados y sin tratar de los Ejemplos 2 y 3 en una mezcla de capuchino instantánea utilizando una relación de peso de aproximadamente dos partes de polvo a una parte de café soluble a dos partes de azúcar a dos partes de sucedáneo no lácteo no espumante, para producir bebidas que estaban completamente cubiertas de espuma fina cuando aproximadamente 14 g de la mezcla se reconstituyeron en un vaso de precipitados de 250 ml con un diámetro interno de 65 mm utilizando 130 ml de agua a 88 °C. En esta aplicación del producto, cada polvo sin tratar produjo una altura de espuma fina de aproximadamente 8 mm y una altura de bebida de aproximadamente 40 mm. Los polvos tratados del Ejemplo 2 que se presurizaron durante 30 minutos y 60 minutos a 120 °C produjeron alturas de espuma fina de aproximadamente 20 mm y aproximadamente 40 mm, respectivamente. Los polvos tratados del Ejemplo 3 que se presurizaron durante 15 minutos y 30 minutos a 120 °C produjeron alturas de espuma fina de aproximadamente 18 mm y aproximadamente 35 mm, respectivamente. La espuma fina producida por los polvos tratados y sin tratar tenía una textura cremosa y un tamaño pequeño de burbuja típico de la espuma fina de capuchino instantáneo, pero solo las mezclas que contenían los polvos tratados produjeron un sonido de agrietamiento cuando se reconstituyeron. No se produjo recubrimiento continuo de espuma fina en la bebida de capuchino instantánea sin la adición de polvo tratado o sin tratar. Todas las bebidas de capuchino tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo 6: Se mezcló una muestra adicional de 10 g del polvo exento de proteína sin tratar del Ejemplo 3 con 10 g de azúcar y 2 g de polvo de café soluble. La mezcla se reconstituyó con 240 ml de leche desnatada fría en un vaso de precipitados de 400 ml de un diámetro interno de 72 mm para producir una bebida de capuchino fría con una altura de aproximadamente 65 mm que estaba completamente cubierta de espuma fina con una altura de aproximadamente 10 mm. El polvo sin tratar se reemplazó por un peso igual de otra muestra del polvo tratado del Ejemplo 3 que se presurizó durante 30 minutos a 120 °C. La reconstitución de la mezcla del mismo modo produjo una bebida con una altura de aproximadamente 60 mm que estaba completamente cubierta de espuma fina con una altura de aproximadamente 35 mm. La espuma fina producida por los polvos tratados y sin tratar tenía una textura cremosa y un tamaño pequeño de burbuja típico de una bebida de capuchino, pero solo la mezcla que contenía el polvo tratado produjo un sonido de

agrietamiento cuando se reconstituyó. No se produjo recubrimiento continuo de espuma fina en la bebida de capuchino fría sin la adición de polvo tratado o sin tratar. Todas las bebidas de capuchino tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo de uso 7: Se mezcló otra muestra de 5 g del polvo exento de proteína sin tratar del Ejemplo 3 con 28 g de mezcla de cacao caliente Swiss Miss®. La mezcla se reconstituyó con 180 ml de 90 °C en un vaso de precipitados de 250 ml que tenía un diámetro interno de 65 mm para producir una bebida de cacao caliente con una altura de aproximadamente 60 mm que estaba completamente cubierta de espuma fina con una altura de aproximadamente 8 mm. El polvo sin tratar se reemplazó por un peso igual de otra muestra del polvo tratado del Ejemplo 3 que se presurizó durante 30 minutos a 120 °C. La reconstitución de la mezcla del mismo modo produjo una bebida con una altura de aproximadamente 60 mm que estaba completamente cubierta de espuma fina con una altura de aproximadamente 15 mm. La espuma fina producida por los polvos tratados y sin tratar tenía una textura cremosa y un tamaño pequeño de burbuja, pero solo la mezcla que contenía el polvo tratado produjo un sonido de agrietamiento cuando se reconstituyó. Se produjo una capa continua de espuma fina con una altura de solo aproximadamente 5 mm en la bebida de cacao caliente sin la adición de polvo tratado o sin tratar. Todas las bebidas de cacao calientes tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo de uso 8: Se mezcló otra muestra de 5 g del polvo exento de proteína sin tratar del Ejemplo 3 con 13 g de Lipton® Cup-a-Soup®. La mezcla se reconstituyó con 180 ml de agua a 90 °C en un vaso de precipitados de 250 ml que tenía un diámetro interno de 65 mm para producir una sopa caliente con una altura de 60 mm que estaba completamente cubierta de espuma fina con una altura de aproximadamente 12 mm. El polvo sin tratar se reemplazó por un peso igual de otra muestra del polvo tratado del Ejemplo 3 que se presurizó durante 30 minutos a 120 °C. La reconstitución de la mezcla del mismo modo produjo una sopa caliente con una altura de aproximadamente 55 mm que estaba completamente cubierta de espuma fina con una altura de aproximadamente 25 mm. La espuma fina producida por los polvos tratados y sin tratar tenía una textura cremosa y un pequeño tamaño de burbuja, pero solo la mezcla que contenía el polvo tratado produjo un sonido de agrietamiento cuando se reconstituyó. No se produjo una cantidad significativa de espuma fina en la sopa caliente sin la adición de polvo tratado o sin tratar. Todas las sopas calientes tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo de uso 9: Se mezcló otra muestra de 10 g del polvo exento de proteína sin tratar del Ejemplo 3 con 17 g de mezcla de refresco de la marca Kool-Aid® con sabor a cereza edulcorada con azúcar y se reconstituyó con 240 ml de agua fría en un vaso de precipitados de 400 ml que tenía 72 mm de diámetro interno para producir una bebida de color rojo fría con una altura de 65 mm que estaba completamente cubierta de una espuma fina blanca con una altura de aproximadamente 9 mm. El polvo sin tratar se reemplazó por un peso igual de otra muestra del polvo tratado del Ejemplo 3 que se presurizó durante 30 minutos a 120 °C. La reconstitución de esta mezcla del mismo modo produjo una bebida con una altura de aproximadamente 60 mm que estaba completamente cubierta de espuma fina blanca con una altura de aproximadamente 30 mm. La espuma fina producida por los polvos tratados y sin tratar tenía una textura cremosa y un tamaño pequeño de burbuja, pero solo la mezcla que contenía el polvo tratado produjo un sonido de agrietamiento cuando se reconstituyó. No se produjo espuma fina en la bebida sin la adición de polvo tratado o sin tratar. Todas las bebidas saborizadas tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo de uso 10: Se mezcló otra muestra de 10 g del polvo exento de proteína sin tratar del Ejemplo 3 con el polvo de queso proporcionado en un envase de macarrones con queso Kraft® marca Easy Mac®. Se añadió agua a la pasta dentro de un tazón y se cocinó en un microondas según las instrucciones del envase. La adición de la mezcla en polvo de queso que contenía el polvo sin tratar a la pasta produjo una salsa de queso que tenía una textura de espuma fina. El polvo sin tratar se reemplazó por un peso igual de otra muestra del polvo tratado del Ejemplo 3 que se presurizó durante 30 minutos a 120 °C. La adición de esta mezcla a la pasta cocinada del mismo modo produjo una salsa de queso que tenía una textura muy espumosa. Solo la mezcla en polvo de queso que contenía el polvo tratado produjo un sonido de agrietamiento cuando se reconstituyó. No se produjo un grado significativo de textura de espuma fina en la salsa de queso sin la adición de polvo tratado o sin tratar. Todas las salsas de queso tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo 11: Se inyectó nitrógeno a una solución acuosa a 50 % de sólidos de sirope de glucosa 33 DE (base seca 82 %) y almidón sustituido con octenilsuccinato sódico tensioactivo (base seca 8 %) que contenía una emulsión dispersada de aceite de soja parcialmente hidrogenada (base seca 10 %) y se deshidrató por pulverización para producir un polvo exento de proteína compuesto de partículas que tenían una pluralidad de huecos internos. El polvo de carbohidrato aproximadamente a 90 % tenía un color blanco, una densidad aparente de 210 kg/m³ (0,21 g/cc (g/cm³)), una densidad compactada de 260 kg/m³ (0,26 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 520 kg/m³ (0,52 g/cc (g/cm³)), un volumen de huecos internos de 64 %, una densidad aparente de 1440 kg/m³ (1,44 g/cc (g/cm³)), una T_g de 65 °C, y un contenido de humedad de aproximadamente 3 %. El uso del polvo en una mezcla de café edulcorada instantánea según el método del Ejemplo 2 produjo una cantidad de espuma fina que cubría completamente la superficie de la bebida con una altura de aproximadamente 10 mm cuando se reconstituyeron aproximadamente 11 g de la mezcla en un vaso de precipitados de 250 ml con un diámetro interno de 65 mm utilizando 130 ml de agua a 88 °C.

Se presurizaron 6 g del polvo exento de proteína a 25 °C con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi) durante 5 minutos en un recipiente de presión y a continuación se despresurizó. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en aproximadamente 100 %. El conocimiento de la densidad de espuma fina de la mezcla de bebida reconstituida y el volumen de espuma fina incremental aportado por los polvos tratados y sin tratar se utilizó para calcular la cantidad (corregida a temperatura y presión ambiente) de gas liberado por cada polvo. Se estimó que el polvo sin tratar liberaba

aproximadamente 3,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo mientras que el polvo tratado liberaba aproximadamente 6,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. El polvo produjo un sonido como de descorchado débil durante un tiempo breve después de la despresurización, presumiblemente debido al estallido de las paredes que rodean los vacíos abiertos restringidos por difusión que eran demasiado débiles para contener el gas presurizado. La densidad aparente del polvo tratado no se alteró, pero la densidad de esqueleto aumentó a 640 kg/m³ (0,64 g/cc (g/cm³)) y el volumen de huecos internos disminuyó a 56 %, indicando que la fuerza de presurización y/o despresurización abría una parte de los huecos internos previamente vacíos, formados durante la deshidratación de las partículas, a la atmósfera para aumentar la capacidad espumante.

Se presurizó otra muestra de 6 g del polvo exento de proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi), se calentó en un horno a 120 °C durante 30 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y muchas partículas explotó con un sonido de agrietamiento fuerte durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color blanco, una densidad compactada de 320 kg/m³ (0,32 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 790 kg/m³ (0,79 g/cc (g/cm³)), y un volumen de huecos internos de 45 %. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en casi el triple, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente 3,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 9,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. Todas las bebidas de café edulcoradas tienen un sabor excelente.

Ejemplo de uso 12: Otra muestra de 5 g del polvo exento de proteína tratada del Ejemplo 3 que se presurizó durante 30 minutos a 120 °C se mezcló con 15 g de leche desnatada en polvo y 10 g de azúcar. La mezcla se reconstituyó con 20 ml de agua a 5 °C en un vaso de precipitados de 150 ml que tenía 54 mm de diámetro interno y se agitó con una cuchara para disolverla. Se produjo un aderezo de postre exento de grasa frío que tenía una textura aireada, parecida a una nata montada, cremosa y espesa con una altura de aproximadamente 40 mm. El polvo tratado se reemplazó por un peso igual de otra muestra del polvo sin tratar del Ejemplo 3. La reconstitución de esta mezcla del mismo modo produjo un aderezo con una textura ligeramente aireada con una altura de aproximadamente 25 mm. La reconstitución solamente de la mezcla de leche desnatada en polvo y azúcar del mismo modo produjo un aderezo poco espeso poco apetecible sin textura aireada con una altura de aproximadamente 20 mm. En resumen, el polvo sin tratar transmitió un esponjamiento de aproximadamente 25 % de volumen a la preparación de aderezo y mejoró en cierto modo la textura, mientras que el polvo tratado transmitió aproximadamente un esponjamiento de aproximadamente 100 % de volumen a la preparación de aderezo y mejoró en gran medida la textura. Todos los aderezos tuvieron un sabor excelente.

Ejemplo de uso 13: Otra muestra de 10 g del polvo exento de proteína tratada del Ejemplo 3 que se presurizó durante 30 minutos a 120 °C se mezcló con 28 g de producto instantáneo de avena Quaker. La mezcla se reconstituyó con 120 ml de agua a 90 °C en un vaso de precipitados de 400 ml que tenía 72 mm de diámetro interno y se agitó con una cuchara para disolver el polvo. Se produjo un cereal caliente con una altura de aproximadamente 35 mm que estaba completamente cubierto de espuma fina cremosa espesa con una altura de aproximadamente 25 mm. La espuma fina se agitó fácilmente en el cereal para crear una textura aireada, cremosa, consistente. El polvo tratado se reemplazó por un peso igual de otra muestra del polvo sin tratar del Ejemplo 3. La reconstitución de esta mezcla del mismo modo produjo un cereal caliente con una altura de aproximadamente 40 mm que estaba completamente cubierto de espuma fina cremosa espesa con una altura de aproximadamente 7 mm. La espuma fina se agitó fácilmente en el cereal para crear una textura ligeramente aireada. La reconstitución solamente del producto instantáneo de avena del mismo modo produjo un cereal caliente con una altura de aproximadamente 40 mm sin espuma fina y sin textura aireada. Solo la mezcla de avena que contenía el polvo tratado produjo un sonido de agrietamiento cuando se reconstituyó. Todos los cereales instantáneos calientes tuvieron un excelente sabor.

Ejemplo de comparación: Se inyectó nitrógeno a una solución acuosa a 50 % de lactosa y sólidos de sirope de glucosa 33 DE (base seca 52 %), leche desnatada en polvo (base seca 47 %), y fosfato disódico (base seca 1 %) y se deshidrató por pulverización para producir un polvo que contenía carbohidrato y proteína. El polvo tenía un color amarillo claro, olor y sabor de leche limpia, una densidad aparente de 340 kg/m³ (0,34 g/cc (g/cm³)), una densidad compactada de 400 kg/m³ (0,40 g/cc (g/cm³)), una densidad de esqueleto de 710 kg/m³ (0,71 g/cc (g/cm³)), un volumen de huecos internos de 52 %, una densidad verdadera de 1490 kg/m³ (1,49 g/cc (g/cm³)), una T_g de 61 °C, y un contenido de humedad de aproximadamente 3 %. El uso del polvo en una mezcla de café edulcorada instantánea según el método del Ejemplo 2 produjo una cantidad moderada de espuma fina que cubría completamente la superficie de la bebida con una altura de aproximadamente 10 mm cuando se reconstituyeron aproximadamente 11 g de la mezcla en un vaso de precipitados de 250 ml con un diámetro interno de 65 mm utilizando 130 ml de agua a 88 °C. La mezcla de café edulcorada que contenía el polvo tenía un sabor a leche limpia.

Se presurizaron 6 g del polvo que contenía carbohidrato y proteína a 25 °C con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi) durante 5 minutos en un recipiente de presión y a continuación se despresurizó. La sustitución del polvo sin tratar por un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en aproximadamente 160 %. El conocimiento de la densidad de espuma fina de la mezcla de bebida reconstituida y el volumen de espuma fina incremental aportado por los polvos tratados y sin tratar se utilizó para calcular la cantidad (corregida a temperatura y presión ambiente) de gas liberado por cada polvo. Se estimó que el polvo sin tratar liberaba aproximadamente 3,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo mientras que el polvo tratado liberaba aproximadamente 8,5 cc (cm³) de gas por gramo de polvo. El polvo produjo un sonido como de descorchado

débil durante un tiempo breve después de la despresurización, presumiblemente debido al estallido de las paredes que rodean los vacíos abiertos restringidos por difusión que eran demasiado débiles para contener el gas presurizado. La densidad aparente del polvo tratado no se alteró, pero la densidad de esqueleto aumentó a 750 kg/m^3 ($0,75 \text{ g/cc}$ (g/cm^3)) y el volumen de huecos internos disminuyó a 50 %, indicando que la fuerza de presurización y/o despresurización abría una parte de los huecos internos previamente vacíos, formados durante la deshidratación de las partículas, a la atmósfera para aumentar la capacidad espumante. Esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que aún después de una semana, el polvo tratado retenía una mayor capacidad espumante.

Se presurizó otra muestra de 6 g del carbohidrato que contenía polvo y proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi) en un recipiente de presión, se calentó en un horno a $120 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 15 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y muchas partículas explotó con un sonido de agrietamiento durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color amarillo claro, un sabor procesado, astringente, cocinado, una densidad compactada de 450 kg/m^3 ($0,45 \text{ g/cc}$ (g/cm^3)), una densidad de esqueleto de 980 kg/m^3 ($0,98 \text{ g/cc}$ (g/cm^3)), y un volumen de huecos internos de 34 %. La sustitución del polvo sin tratar con un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo en casi 6 veces, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente $3,5 \text{ cc}$ (cm^3) de gas por gramo de polvo a aproximadamente 20 cc (cm^3) de gas por gramo de polvo. La mezcla de café edulcorada que contenía el polvo tratado tenía un sabor no deseable, astringente y procesado.

Se presurizó otra muestra de 6 g del carbohidrato que contenía polvo y proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi) en un recipiente de presión, se calentó en un horno a $120 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y una parte relativamente mayor de partículas explotó con un sonido de agrietamiento durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color amarillo oscuro, un olor caramelizado, un sabor procesado, astringente, fuerte, una densidad compactada de 440 kg/m^3 ($0,44 \text{ g/cc}$ (g/cm^3)), una densidad de esqueleto de 940 kg/m^3 ($0,94 \text{ g/cc}$ (g/cm^3)), y un volumen de huecos internos de 37 %. La sustitución del polvo sin tratar con un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo 5 veces, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente $3,5 \text{ cc}$ (cm^3) de gas por gramo de polvo a aproximadamente $17,5 \text{ cc}$ (cm^3) de gas por gramo de polvo. La mezcla de café edulcorada que contenía el polvo tratado tuvo un sabor no deseable, procesado, astringente y fuerte.

Se presurizó otra muestra de 6 g del carbohidrato que contenía polvo y proteína con gas nitrógeno a 6895 kPa (1000 psi) en un recipiente de presión, se calentó en un horno a $120 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 60 minutos y, después se enfrió hasta aproximadamente la temperatura ambiente antes de la despresurización. El gas presurizado atrapado durante el tratamiento en el polvo y una parte relativamente aún mayor de partículas explotó con un sonido de agrietamiento durante un tiempo breve después de la despresurización. El polvo tratado tenía un color marrón, un olor caramelizado, un sabor a quemado, astringente, fuerte, una densidad compactada de 490 kg/m^3 ($0,49 \text{ g/cc}$ (g/cm^3)), una densidad de esqueleto de 980 kg/m^3 ($0,98 \text{ g/cc}$ (g/cm^3)), y un volumen de huecos internos de 34 %. La sustitución del polvo sin tratar con un peso igual de polvo tratado en la mezcla de café edulcorada puso de manifiesto que el tratamiento aumentaba la capacidad espumante del polvo casi 4 veces, aumentando la cantidad de gas liberado de aproximadamente $3,5 \text{ cc}$ (cm^3) de gas por gramo de polvo a aproximadamente $13,5 \text{ cc}$ (cm^3) de gas por gramo de polvo. La mezcla de café edulcorada que contenía el polvo tratado tenía un sabor a quemado, astringente y fuerte no deseable.

Aunque la invención se ha descrito con un grado de detalle considerable con respecto a las realizaciones preferidas, será evidente que la invención puede someterse a numerosas modificaciones y variaciones, evidentes para los expertos en la técnica, sin abandonar el ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una composición espumante que comprende:
 - 5 una composición soluble exenta de proteína en polvo que comprende partículas de carbohidrato que tienen una pluralidad de huecos internos que contienen gas presurizado atrapado, comprendiendo dicha composición espumante menos de 1 % de proteína en peso, en donde dicha composición soluble además comprende un tensioactivo no proteico, y en donde el carbohidrato se selecciona del grupo que consiste en un azúcar, alcohol polihídrico, alcohol de azúcar, oligosacárido, polisacárido, producto de hidrólisis de almidón, goma, fibra soluble, almidón modificado, celulosa modificada, y mezcla de los mismos.
 - 10
 2. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde la composición soluble exenta de proteína en polvo comprende más de 90 % de carbohidrato en base de peso seco.
 - 15
 3. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde la composición soluble exenta de proteína en polvo comprende menos de 0,5 % de proteína en peso.
 4. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde la composición soluble libera al menos 2 cc (cm³) de gas por gramo de dicha composición cuando se disuelve en líquido en condiciones ambiente.
 - 20
 5. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde la composición soluble libera al menos 5 cc (cm³) de gas por gramo de dicha composición cuando se disuelve en líquido en condiciones ambiente.
 - 25
 6. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde dicho producto de hidrólisis de almidón se selecciona del grupo que consiste en una maltodextrina, sirope de glucosa, jarabe de maíz, jarabe de alto contenido de maltosa, jarabe de alto contenido de fructosa, y mezcla de los mismos.
 - 30
 7. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde dicho tensioactivo no proteico es un emulsionante.
 8. La composición espumante de la reivindicación 7, en donde el carbohidrato está presente en una cantidad de 70 a 99,9 % en peso y el emulsionante está presente en una cantidad de 0,1 % a 30 % en peso.
 - 35
 9. La composición espumante de la reivindicación 7, en donde el carbohidrato está presente en una cantidad de 80 a 99,8 % en peso y el emulsionante está presente en una cantidad de 0,2 a 20 % en peso.
 - 40
 10. La composición espumante de la reivindicación 7, en donde dicho emulsionante se selecciona del grupo que consiste en un polisorbato, éster de sacarosa, estearoil-lactilato, monoglicérido/diglicérido, éster diacetiltartárico de monoglicérido/diglicérido, fosfolípido, alginato de propilenglicol, almidón modificado lipófilo, y mezcla de los mismos.
 - 45
 11. La composición espumante de la reivindicación 10, en donde dicho almidón modificado lipófilo es un almidón sustituido con octenilsuccinato.
 - 50
 12. La composición espumante de la reivindicación 7, en donde el emulsionante es una mezcla de un emulsionante polimérico y un emulsionante de bajo peso molecular.
 13. La composición espumante de la reivindicación 12, en donde el emulsionante polimérico es un almidón modificado lipófilo y el emulsionante de bajo peso molecular es estearoil-lactilato de sodio.
 - 55
 14. La composición espumante de la reivindicación 12, en donde el emulsionante polimérico es alginato de propilenglicol y el emulsionante de bajo peso molecular es sorbitanmonolaureato de polioxietileno.
 15. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde dicha composición soluble además comprende una grasa dispersada.
 - 60
 16. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde la composición soluble exenta de proteína en polvo no comprende proteína.
 - 65
 17. La composición espumante de la reivindicación 1, en donde dichas partículas se forman sometiendo dichas partículas a una presión externa de gas superior a la presión atmosférica antes de o mientras se calientan dichas partículas a una temperatura de al menos la temperatura de transición vítrea y a continuación enfriando dichas partículas a una temperatura inferior a dicha temperatura de transición vítrea antes de o mientras se libera dicha presión externa de gas de modo eficaz para atrapar dicho gas presurizado dentro de dichos huecos de intervalo.

18. La composición espumante de la reivindicación 17, en donde dichas partículas espumantes liberan al menos 2 cc (cm³) de gas por gramo de dicha composición cuando se disuelven en líquido en condiciones ambiente.
- 5 19. La composición espumante de la reivindicación 18, en donde las partículas espumantes liberan al menos 5 cc (cm³) de gas por gramo de dicha composición cuando se disuelven en líquido en condiciones ambiente.
- 10 20. Un producto alimenticio de consumo soluble que comprende la composición espumante soluble exenta de proteína de la reivindicación 1; que comprende partículas de carbohidrato que tienen una pluralidad de huecos internos que contienen gas presurizado atrapado.
- 15 21. El producto alimenticio de consumo soluble de la reivindicación 20, en donde dicho gas está presente en una cantidad suficiente para producir al menos 5 cc (cm³) de espuma por gramo de dicha composición cuando se disuelve en líquido en condiciones ambiente.
- 20 22. El producto alimenticio de consumo soluble de la reivindicación 20, en donde dicho producto alimenticio comprende una mezcla de bebida seleccionada del grupo que consiste en una mezcla de café instantáneo, mezcla de cacao instantáneo y una mezcla de té instantáneo.
- 25 23. El producto alimenticio de consumo soluble según la reivindicación 22, en donde dicha mezcla de café instantáneo es una mezcla de capuchino instantáneo.
- 30 24. El producto alimenticio de consumo soluble según la reivindicación 20, en donde dicho producto alimenticio de consumo soluble comprende un alimento instantáneo seleccionado del grupo que consiste en un producto de postre, producto de queso instantáneo, producto de cereales instantáneo, producto de sopa instantáneo, y un producto de aderezo instantáneo.
- 35 25. La composición espumante de la reivindicación 1 en donde las partículas comprenden carbohidratos y tensioactivos solubles y que tienen menos de 1 % de proteína en peso, dichas partículas tienen una pluralidad de huecos internos que contienen gas presurizado, formando dicho gas presurizado espuma cuando se disuelve en líquido en condiciones ambiente, en donde dicha composición espumante es una composición espumante en polvo.
- 40 26. La composición espumante en polvo de la reivindicación 25, en donde partículas liberan al menos 2 cc (cm³) de gas por gramo de dichas partículas.
- 45 27. La composición espumante en polvo de la reivindicación 26, en donde dichas partículas liberan al menos 5 cc (cm³) de gas por gramo de dichas partículas cuando se disuelven en líquido en condiciones ambiente.
- 50 28. La composición espumante en polvo de la reivindicación 25, en donde dicho producto de hidrólisis de almidón se selecciona del grupo que consiste en una maltodextrina, sirope de glucosa, jarabe de maíz, jarabe de alto contenido de maltosa, jarabe de alto contenido de fructosa, y una mezcla de los mismos.
- 55 29. La composición espumante en polvo de la reivindicación 25, en donde dicho tensioactivo es un emulsionante.
- 60 30. La composición espumante en polvo de la reivindicación 29, en donde dicho emulsionante se selecciona del grupo que consiste en un polisorbato, éster sacarosa, estearoil-lactilato, monoglicérido/diglicérido, éster diacetiltartárico de monoglicérido/diglicérido, fosfolípido, alginato de propilenglicol, almidón modificado lipófilo, y mezcla de los mismos.
- 65 31. La composición espumante en polvo de la reivindicación 30, en donde dicho almidón modificado lipófilo es un almidón sustituido con octenilsuccinato.
32. La composición espumante en polvo de la reivindicación 25, en donde partículas además comprenden una grasa dispersada.
33. La composición espumante en polvo de la reivindicación 17, en donde las partículas espumantes solubles exentas de proteína comprenden menos de 0,5 % de proteína en peso.
34. La composición espumante en polvo de la reivindicación 17, en donde las partículas espumantes solubles exentas de proteína comprenden 100 % de carbohidrato en base de peso seco.
35. Un método de fabricación de una composición espumante de la reivindicación 1, comprendiendo dicho método:
calentar partículas espumantes solubles exentas de proteína que comprenden carbohidrato y menos de 1 % de proteína en peso y que tienen huecos internos;

aplicar presión externa superior a la presión atmosférica a las partículas espumantes solubles exentas de proteína;
enfriar las partículas espumantes solubles exentas de proteína; y
liberar la presión externa del gas lo que da lugar a la permanencia de gas presurizado en los huecos internos.

- 5
36. El método de la reivindicación 35, en donde dicha aplicación de presión externa se lleva a cabo antes de calentar las partículas.
- 10
37. El método de la reivindicación 35, en donde dicha aplicación de presión externa se lleva a cabo mientras se calientan las partículas.
- 15
38. El método de la reivindicación 35, en donde dicho calentamiento de partículas espumantes solubles exentas de proteína se lleva a cabo a una temperatura de al menos la temperatura de transición vítrea de las partículas.
- 20
39. El método de la reivindicación 38, en donde dicho enfriamiento se lleva a cabo antes de dicha liberación de la presión externa.
40. El método de la reivindicación 38, en donde dicho enfriamiento se lleva a cabo mientras se libera la presión externa de gas.
41. El método de la reivindicación 35, en donde dicha partícula espumante comprende menos de 0,5 % de proteína en peso.
- 25
42. El método de la reivindicación 35, que además comprende deshidratar por pulverización una solución acuosa que contiene el carbohidrato para formar las partículas espumantes solubles exentas de proteína.
43. El método de la reivindicación 41, en donde dicha deshidratación por pulverización comprende inyectar gas en la solución acuosa.
- 30
44. El método de la reivindicación 41, en donde dicha deshidratación por pulverización se lleva a cabo sin inyectar gas en la solución acuosa.