

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 542**

51 Int. Cl.:

**C10M 173/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2007 PCT/US2007/012275**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2007 WO07149175**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2007 E 07845194 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 2035534**

54 Título: **Composiciones acuosas útiles en el llenado y transporte de botellas de bebidas en donde las composiciones comprenden iones de dureza y tienen compatibilidad mejorada con PET**

30 Prioridad:

**23.06.2006 US 426214**

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

**12.03.2018**

73 Titular/es:

**ECOLAB INC. (100.0%)  
ECOLAB CENTER 370 NORTH WABASHA  
STREET  
ST. PAUL MN 55102-2233, US**

72 Inventor/es:

**MORRISON, ERIC, D.;  
MALVEY, MEGAN, W.;  
JOHNSON, RICHARD, D. y  
HUTCHISON, JEFFREY, S.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 658 542 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 acuosas útiles en el llenado y transporte de botellas de bebidas en donde las composiciones comprenden iones de dureza y tienen compatibilidad mejorada con PET

### Campo de la invención

- 5 Esta invención se refiere a composiciones acuosas útiles en el llenado y transporte de artículos. La invención también se refiere a sistemas de transporte y contenedores total o parcialmente recubiertos con tales composiciones acuosas.

### Antecedentes

- 10 Los refrescos gaseosos se fabrican mediante la combinación de concentrado de refresco, agua fría, y dióxido de carbono y después envasando la composición en botellas o latas. El recipiente lleno será transportado lejos de la llenadora o transportadores automatizados, puede tener aplicada una etiqueta, será insertado en el embalaje secundario que pueden ser cajas, anillos de polímero, cajas de cartón, o bandejas envueltas en plástico, y finalmente será ensamblado en cargas paletizadas listas para su almacenamiento y transporte. Durante la manipulación y el transporte desde la llenadora hasta la forma paletizada final, los recipientes entran con frecuencia en contacto con composiciones acuosas como agua de lavado y lubricantes de transportador a base de agua. Como se usa en esta memoria, "composición acuosa" se refiere a composiciones que comprenden más de aproximadamente 90% en peso de agua, e incluye agua, agua tratada, y agua a la que se han añadido uno o más ingredientes funcionales. El agua tratada incluye agua que se ha procesado para mejorar una cierta calidad del agua, por ejemplo, agua procesada para reducir la concentración de impurezas y materiales disueltos o para reducir la concentración de microorganismos viables. La "composición acuosa" incluye, pero no se limita a agua de lavado de botellas, agua del calentador de botellas, agua de lavado de caja, y composiciones lubricantes que tienen agua como parte de la composición. Debido a que los recipientes se llenan a altas velocidades de hasta y por encima de miles de recipientes por minuto, es probable algún derramamiento de bebida, especialmente en el caso de las bebidas carbonatadas que pueden hacer espuma. Los recipientes se lavan con frecuencia inmediatamente corriente debajo de la llenadora para eliminar derrames. Debido a que los recipientes se llenan con bebida helada, se necesita típicamente para lavarlos un lavado con agua caliente con el fin de elevar la temperatura de su contenido hasta un valor por encima del punto de rocío, minimizando de este modo la condensación dentro del embalaje secundario como cajas o cámaras con film termoencogible. Por lo tanto, los recipientes generalmente se lavaron una segunda vez en un llamado calentador de botellas o calentador de latas. Para facilitar el movimiento rápido de los recipientes de bebida a velocidades de hasta miles de envases por minuto y más, se requiere convencionalmente aplicar composiciones lubricantes a la botella o a las superficies de los transportadores.

- Recipientes preferidos para refrescos carbonatados son botellas termoplásticas hechas de tereftalato de polietileno (PET). Las resinas de poliéster que incluyen PET son hidrolíticamente susceptibles, lo que significa que pueden reaccionar con agua en un proceso conocido como hidrólisis. La palabra hidrólisis proviene de las raíces latinas "hidro" y "liso" que significa romper con agua. En este proceso, el agua reacciona con PET para crear dos nuevos extremos de cadena y se corta la cadena de polímero PET. El polímero bajo estrés es mucho más reactivo con respecto a la hidrólisis, y el PET amorfo como ese que se encuentra en partes de las botellas de refrescos carbonatados es más susceptible a la hidrólisis que el PET cristalino u orientado. El polímero que reside en la parte inferior de las botellas de refresco carbonatado cerca de la "marca de salida" está bajo el estrés de la carbonatación y también es amorfo, por lo que es particularmente susceptible a la hidrólisis. La marca de salida es un bulto redondo en el centro de la parte inferior de cada botella PET de bebida, que es un artefacto del proceso de fabricación de la botella. En la primera etapa del proceso de fabricación de la botella, se hace un tubo de prueba con forma "preformada" que posteriormente se calentará e inflará en el interior de un molde de la forma final de la botella mediante modelado por inyección. Cuando se fuerza el PET dentro del molde de inyección preformado a través de un orificio de salida, permanece unido a la parte inferior del tubo de prueba un vástago corto de PET, y cuando se corta este vástago, se queda la marca de salida como una punta redonda. La marca de salida normalmente se retira ligeramente de la parte más inferior de una botella PET de bebida, y para que una botella se quede de pie sobre una mesa plana, la marca de salida será de aproximadamente 0,05 a 0,15 pulgadas por encima de la superficie de la mesa.

- 50 La hidrólisis de PET en botellas de refrescos carbonatados que ocurre hasta el punto del fallo de botella se conoce como "resquebrajamiento por tensión". Por fallo, se quiere decir que una o más grietas se propagan a través de la pared de la botella y hay una pérdida de contenido líquido. Las botellas que fallan por resquebrajamiento por tensión y las botellas cercanas que se mojan con bebida derramada se convierten en no vendibles, y el resquebrajamiento por tensión puede dar lugar a pérdidas sustanciales de mercancía y productividad.

- 55 El problema del resquebrajamiento por tensión en botellas PET llenas de refrescos carbonatados no se ha entendido bien. Muchas investigaciones han estudiado indirectamente el resquebrajamiento por tensión. Es decir, en lugar de medir la tasa relativa de fallo, han medido alguna propiedad que se cree que se correlaciona con la tendencia al fallo como apariencia, tiempo hasta el fallo, o tensión de rotura para muestras en contacto con composiciones químicas. Por ejemplo, se ha asumido que la apariencia de las bases de botella PET de bebida tras la exposición a una

composición de ensayo es una indicación del grado de fallo de la botella que ocurrirá si las botellas se ponen en contacto con la composición de ensayo en la producción. Sin embargo, puede verse a partir de los Ejemplos siguientes que no hay esencialmente ninguna correlación entre la tasa de fallo de la botella y la apariencia de la botella (como se cuantificó mediante un marcador de resquebrajamiento) que se obtiene de poner en contacto botellas PET con composiciones de ensayo. Otra prueba usada para predecir la tasa de fallo de botella es el método de prueba de resquebrajamiento por tensión acelerado de la Sociedad Internacional de Tecnólogos de Bebidas (ISBT). Según esta prueba, las botellas se exponen a solución de hidróxido sódico, y se registra el tiempo de exposición requerido para causar que la botella falle. En variaciones de esta prueba, se han añadido otros productos químicos a la solución de hidróxido sódico. Otra prueba indirecta es ISO 6252: 1992(E), "Plastics- Determination of environmental stress cracking (ESC)- Constant-tensile-stress method" disponible en la Organización Internacional de Estandarización (ISO). En la prueba ISO 6252, se someten tiras de polímero a una fuerza de tracción constante correspondiente a una tensión inferior que la tensión originada mientras está sumergido en un líquido prueba, y se registra el tiempo o tensión al que se rompe la tira. A menudo se ha preferido usar uno de estos u otros métodos de ensayo indirectos para predecir la tasa de fallo en lugar de la medida de la tasa de fallo de las botellas directamente. Los métodos de ensayo indirectos son relativamente más simples y menos costosos de realizar. Sin embargo, cada vez hay más conciencia de que las pruebas indirectas tienen en general poca correlación con las tasas de fallo de botella reales y que muchas conclusiones acerca de la "compatibilidad" PET de composiciones químicas basadas en pruebas indirectas son incorrectas. Preferiblemente, la "compatibilidad" PET se determina directamente mediante la medición de la tasa de fallo de botella real en condiciones similares a las de llenado y almacenamiento de botellas, por ejemplo, usando la Prueba de Resquebrajamiento por tensión PET descrita más adelante.

Se sabe que la hidrólisis de los enlaces éster que forman las uniones de las cadenas PET es catalizada por bases, por lo que es lógico suponer que se debe evitar la alcalinidad en composiciones acuosas que están en contacto con las botellas PET. La conclusión de muchas pruebas y experiencias es que la alcalinidad en composiciones acuosas es de hecho un factor clave en el resquebrajamiento por tensión de la botella PET. Sin embargo, no está generalmente acordada una guía para los niveles permisibles y tipos de alcalinidad. Tres tipos de alcalinidad de origen natural en fuentes de agua son alcalinidad por hidróxido, alcalinidad por carbonato, y alcalinidad por bicarbonato. Generalmente la alcalinidad por bicarbonato es el tipo más común de alcalinidad que se encuentra en fuentes acuosas, mientras la alcalinidad por hidróxido está generalmente ausente o presente en niveles relativamente insignificantes de menos de uno por ciento del total de alcalinidad de hidróxido más bicarbonato más carbonato. La suma de la alcalinidad por hidróxido, carbonato, y bicarbonato del agua que se deja en contacto con las botellas de PET en plantas de embotellado varía típicamente entre aproximadamente 10 ppm y 100 ppm, expresado como ppm de  $\text{CaCO}_3$  (carbonato cálcico), con valores ocasionales por encima de 100 ppm. Por otro lado, la página web de la Sociedad Internacional de Tecnólogos de Bebidas (ISBT) recomienda encarecidamente mantener el nivel de alcalinidad total (expresado como  $\text{CaCO}_3$  por debajo de 50 mg/l (equivalente a 50 ppm) en toda el agua que potencialmente podría ponerse en contacto con la botella (que incluye, pero no se limita a: agua de composición lubricante, agua de lavador, agua de calentador, lavador de cajas, etc.) con el fin de minimizar el riesgo de fallo de resquebrajamiento por tensión. Cuando se ensayó usando la Prueba de Resquebrajamiento por Tensión PET en la sección de ejemplos, el agua que contiene 50 ppm o incluso 25 ppm de alcalinidad por bicarbonato (expresado como  $\text{CaCO}_3$ ) dentro de la directriz de la ISBT todavía dará cantidades significativas de fallo en comparación con agua desionizada o destilada, que no dará fallo.

Ha habido dos enfoques principales para reducir al mínimo el riesgo de resquebrajamiento por tensión debido a la alcalinidad. Un enfoque ha sido purificar el agua que entra en contacto con las botellas PET, y el otro ha sido usar una composición lubricante de transportador que mitiga el efecto de la alcalinidad del agua.

La purificación del agua que entra en contacto con las botellas PET se puede hacer usando procesos que incluyen intercambio iónico, ablandamiento con cal/cal sodada, ablandamiento por corriente dividida, y los procesos de separación a través de membrana como ósmosis inversa y nanofiltración. Aunque el enfoque de purificar el agua que está en contacto con las botellas PET ha demostrado ser muy útil industrialmente para la reducción de incidentes de resquebrajamiento por tensión, el fallo de botella tiene una fuerte dependencia de la alcalinidad incluso a niveles muy bajos y existe incertidumbre acerca de cuáles son las especificaciones significativas para el agua purificada que proporcionará una aceptable disminución del riesgo del fallo de resquebrajamiento por tensión. El resquebrajamiento por tensión tiene una fuerte dependencia de otras variables medioambientales como la temperatura y la humedad, y debido a los muchos factores implicados en el resquebrajamiento por tensión de PET, es imposible determinar un único nivel de alcalinidad "seguro" para composiciones acuosas que entran en contacto con las botellas carbonatadas PET. Por ejemplo, cuando las botellas PET llenas de líquido carbonatado se almacenan en condiciones de alta temperatura y alta humedad, las botellas que están en contacto con agua con el límite de alcalinidad recomendado por la ISBT de 50 ppm como  $\text{CaCO}_3$  exhibirán significativamente más fallo que las botellas que tienen solamente contacto con agua desionizada o destilada. La alcalinidad no se supervisa y se controla en todas las instalaciones de embotellado y en caso de que aumente el nivel de alcalinidad (por ejemplo debido a un fallo del equipo) es beneficioso tener otros medios para mitigar el riesgo de resquebrajamiento por tensión inducido por álcali.

Una forma de contrarrestar los efectos de la alcalinidad ha sido el uso de composiciones lubricantes de transportador, específicamente lubricante de transportador espumante. Las composiciones lubricantes de transportador pueden ser eficaces para eliminar los efectos de la alcalinidad en la misma composición lubricante y la alcalinidad que entra en contacto con la botella en una etapa previa de lavado. Para que una composición lubricante de transportador que mitigue la alcalinidad acuosa sea eficaz en la disminución del fallo debido a la alcalinidad residual del lavado de la botella, se debe aplicar a botellas corriente abajo del punto de aplicación del lavado. La aplicación eficaz de un lubricante de transportador corriente abajo de lavadores y calentadores requiere que el lubricante entre en contacto con la región susceptible de la marca de salida. Debido a que esta región abarca aproximadamente de 0,05 a 0,15 pulgadas por encima de la superficie del transportador, para que el lubricante haga contacto se debe pulverizar directamente sobre cada botella o debe ser de suficiente profundidad sobre el transportador. En la práctica, se proporciona la profundidad suficiente de la composición lubricante en transportadores corriente debajo de lavadores y calentadores al hacer espuma el lubricante. En este caso, el lubricante debe tener tendencia a formar espuma. La tendencia de un lubricante a formar espuma se puede determinar usando una Prueba de Perfil de Espuma como se describe a continuación. Según esta prueba, los lubricantes que no forman espuma tienen un perfil de espuma de menos de aproximadamente 1,1, los lubricantes con moderada formación de espuma tienen un perfil de espuma entre aproximadamente 1,1 y 1,4, y los lubricantes que forman espuma tienen un perfil de espuma mayor de aproximadamente 1,4. Un ejemplo de lubricante espumante de transportador que funciona bien en condiciones de alta alcalinidad en fuentes acuosas es LUBODRIVE RX, disponible en Ecolab, St. Paul, MN. El perfil de espuma para una parte de LUBODRIVE RX diluido con 199 partes de solución de bicarbonato sódico de 168 ppm es de 1,6. Los lubricantes que no forman espuma no se han usado generalmente con envases PET susceptibles al resquebrajamiento por tensión en el caso de que las composiciones acuosas de lavado contengan más de aproximadamente 50 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  debido a la incapacidad de alcanzar la región de la marca de salida de la botella.

Nuevos lubricantes de transportador y particularmente preferidos que incluyen lubricantes a base de emulsión de silicona son no espumantes. Los lubricantes a base de silicona no espumantes no harán contacto con la parte de salida de la botella y se requieren algunos otros medios para disminuir el riesgo de resquebrajamiento por tensión como resultado del contacto de las botellas con composiciones acuosas de lavado que contienen alcalinidad. Los lubricantes a base de silicona son lubricantes preferidos para botellas PET porque proporcionan propiedades mejoradas de lubricación y eficiencia del transportador significativamente aumentadas. Se describen composiciones lubricantes que contienen silicona, por ejemplo, en la Patente de E.E.U.U. 6.495.494 (Li et al que se incorpora en esta memoria por referencia en su totalidad). Los lubricantes de transportador particularmente preferidos son lubricantes "secos" como se describe en la Solicitud de Patente de E.E.U.U. S/N 11/351.863 titulada DRY LUBRICANT FOR CONVEYING CONTAINERS, presentada el 10 de febrero de 2006, que se incorpora por referencia en esta memoria en su totalidad. Los lubricantes secos incluyen los que se dispensan sobre los transportadores en forma no diluida pura, las que se aplican al transportador de forma intermitente, y/o las que dejan el transportador con una apariencia seca o se secan al tacto. En el caso de lubricantes secos, el lubricante no entra en contacto con la porción de la marca susceptible al resquebrajamiento por tensión de la mayoría de las botellas procesadas.

La Solicitud de Patente de E.E.U.U. S/N 11/233.596 titulada SILICONE LUBRICANT WITH GOOD WETTING ON PET SURFACES, presentada el 22 de septiembre de 2005 y la Solicitud de Patente de E.E.U.U. S/N 11/233.568 titulada SILICONE CONVEYOR LUBRICANT WITH STOICHIOMETRIC AMOUNT OF AN ORGANIC ACID, presentada el 22 de septiembre de 2005, que ambas se incorporan por referencia en esta memoria en su totalidad, describen composiciones lubricantes de transportador de silicona que presentan una mejor compatibilidad con PET. Si bien los aditivos descritos en las Solicitudes de Patente de E.E.U.U. S/N 11/233.596 y S/N 11/233.568 representan mejoras sustanciales respecto a las composiciones de la técnica anterior, pueden impartir propiedades a las composiciones lubricantes que son indeseables en algunos casos. Por ejemplo, los aditivos descritos en las Solicitudes de Patente S/N 11/233.596 y S/N 11/233.568 pueden modificar las propiedades de lubricación y pueden dar como resultado un pH para la composición que es bajo en relación con composiciones sin aditivos. Si se añaden en grandes cantidades, la adición de componentes para mejorar la compatibilidad PET como se describió en las Solicitudes de Patente S/N 11/233.596 y S/N 11/233.568 puede dar como resultado una disminución en la estabilidad de la composición resultante en el caso de que la composición comprenda una emulsión. Por lo tanto, existe una oportunidad para mejorar la combinación de la compatibilidad PET y otras propiedades de los lubricantes de transportador a base de silicona.

Aunque se ha avanzado mucho en la reducción de la incidencia del resquebrajamiento por tensión, todavía se producen incidentes cada año. Si bien existen oportunidades para disminuir el riesgo del resquebrajamiento por tensión, existe cada vez una mayor necesidad de hacerlo. La industria de las bebidas se caracteriza por cambios incesantes que incluyen nuevos productos de bebida, nuevos diseños de botellas, reducción del coste y de residuos, y procesos de fabricación más rápidos y eficientes. Es importante que mientras se producen cambios, no aumenta el riesgo o incidencia de resquebrajamiento por tensión.

El aumento del coste de los productos petroquímicos, que incluyen materias primas usadas para hacer PET crea un incentivo para minimizar la cantidad de PET en cada botella de bebida. La práctica de reducir al mínimo la cantidad de PET usado en un diseño de botella se llama aligeramiento. El aumento del coste de los productos petroquímicos

también proporcionará motivación para usar polímeros a partir de fuentes renovables como materias primas agrícolas. El poli (ácido láctico) (PLA) se deriva de fuentes agrícolas y como PET, es un poliéster que puede hidrolizarse con agua. La mejora de la compatibilidad entre composiciones acuosas usadas durante el llenado y transporte de botellas y polímeros susceptibles de hidrólisis puede facilitar la práctica del aligeramiento, permitir una  
5 disminución en la masa del polímero usado por botella, y facilitar el uso de los nuevos polímeros que incluyen los derivados de fuentes renovables.

También hay un incentivo para usar PET reciclado como materia prima para la fabricación de botellas de bebida. A diferencia de muchos otros polímeros, el peso molecular de PET se puede elevar durante el proceso de reciclaje, mejorando las propiedades del polímero que puede haberse degradado en la fabricación y uso previos. Sin  
10 embargo, es bien sabido que el tratamiento de PET que incluye el modelado por inyección de preformas y soplado de preformas para proporcionar botellas da como resultado la degradación de propiedades que incluyen la disminución del peso molecular. Además, el PET reciclado post-consumo (PCR) puede incluir otras resinas de poliéster distintas de PET como PET modificado con glicol (también conocido como PETG o copoliéster de polietilén tereftalato y glicol), e impurezas como colorantes, catalizadores, y restos de materiales de barrera activos y pasivos.  
15 Aumentando la cantidad de PCR PET en botellas de bebida puede dar como resultado un aumento del riesgo del fallo de la botella debido al resquebrajamiento por tensión. Sin embargo, se puede permitir un mayor contenido de polímero PCR en botellas de bebidas para la mejora de la compatibilidad PET de composiciones acuosas que están en contacto con botellas PET durante el llenado y transporte.

Por razones que incluyen extender la vida útil, permitir un menor tamaño del envase, calidad mejorada del producto y permitir botellas más ligeras, existe una motivación para usar capas de barrera en botellas PET que minimizan la  
20 difusión de salida del dióxido de carbono y la difusión de entrada del oxígeno. Los materiales de barrera son aquellos que reaccionan con las especies que difunden, y las barreras pasivas son aquellas que impiden la difusión de especies que difunden sin reaccionar. Mientras que las capas de barrera aplicadas externamente pueden proporcionar potencialmente una capa de protección para el PET subyacente, el uso de capas de barrera también puede aumentar la susceptibilidad hacia el resquebrajamiento por tensión. Por ejemplo, las capas de barrera  
25 generalmente permitirán el uso de botellas de peso más ligero. Las capas de barrera que ralentizan la difusión de salida del dióxido de carbono pueden permitir que se mantenga un diferencial más alto de presión entre el interior y el exterior de la botella lo que da como resultado un estrés de tensión mayor en la pared de la botella, y puede disminuir la concentración de dióxido de carbono en la superficie exterior de la pared de la botella PET, aumentando  
30 de modo eficaz el pH local y aumentando de este modo la velocidad de degradación hidrolítica de PET. Mejorar la compatibilidad de PET de composiciones acuosas que entran en contacto con botellas puede ser importante para disminuir la incidencia de resquebrajamiento por tensión en botellas PET que comprenden una capa de barrera.

Es en este contexto en el que se ha realizado la presente invención.

### Resumen de la invención

Sorprendentemente, se ha descubierto que las composiciones acuosas han mejorado la compatibilidad con PET en  
35 el caso de que contengan elementos de dureza. Por elementos de dureza se entiende elementos metálicos que forman iones metálicos (iones de dureza) que van a formar compuestos de carbonato relativamente insolubles, es decir, que tienen productos de solubilidad para los compuestos de carbonato de menos de  $10^{-4}$  (moles/litro)<sup>2</sup>. Algunos ejemplos no limitantes de iones de dureza incluyen  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , y  $\text{Cu}^{2+}$ . Preferiblemente, la  
40 concentración de elementos de dureza es suficiente que haya al menos aproximadamente una ppm de dureza (expresada como  $\text{CaCO}_3$  en la composición para cada ppm de alcalinidad (expresada como  $\text{CaCO}_3$  en la composición acuosa. En algunas realizaciones, la relación de dureza (expresada como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad (expresada como  $\text{CaCO}_3$  es de 1 a 1, de 1,1 a 1, de 1,2 a 1, 1,5 a 1, y de 2,0 a 1. En el caso de que el nivel de alcalinidad es de 50 ppm como  $\text{CaCO}_3$ , en algunas realizaciones las composiciones acuosas comprenderán  
45 equivalente de dureza de 50, 55, 60, 75 o 100 ppm como  $\text{CaCO}_3$ .

Por consiguiente, la presente invención proporciona, en un aspecto, un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptibles llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde la botella entra en contacto con una o más composiciones acuosas que tienen más de aproximadamente 50 ppm de  
50 alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ , y una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1:1, en donde se lubrica el paso de botellas usando una composición lubricante de transportador no espumante. La presente invención proporciona, en otro aspecto, un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptibles llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde la botella entra en contacto con una o más composiciones acuosas que tienen una relación  
55 de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1:1, en donde se lubrica el paso de botellas usando una composición lubricante seca. La presente invención proporciona, en otro aspecto, una composición lubricante acuosa que comprende una emulsión de silicona y más de aproximadamente 50 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  en donde la composición lubricante tiene una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1:1. La presente invención proporciona, en otro aspecto, una composición lubricante acuosa que comprende entre aproximadamente  
60 0,1 y 1,0 de porcentaje en peso de composición lubricante concentrada y entre 99,0 y 99,9 por ciento de agua de dilución y que tiene más de aproximadamente 50 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ , en donde la composición

lubricante comprende al menos una parte de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  por cada parte de alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  en el agua de dilución. La presente invención proporciona, en otro aspecto una composición lubricante acuosa que comprende una emulsión de silicona y más de aproximadamente 50 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$ . La presente invención proporciona, en otro aspecto, una composición de concentrado de lubricante que comprende más de aproximadamente 10.000 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$ . La presente invención proporciona, en otro aspecto, una composición de lavado concentrada que comprende más de 10.000 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$ . Como se usa en la presente memoria, una composición de lavado acuosa incluye cualquier composición acuosa que comprende más de aproximadamente 90 por ciento en peso de agua que se aplica a las botellas de una manera tal como para mojar esencialmente la mayoría de la superficie de la botella. Las composiciones de lavado acuosas se pueden usar por razones que incluyen eliminar la bebida derramada, evitar el rayado, facilitar el movimiento de las botellas a lo largo del sistema de transporte, o subir o bajar la temperatura del contenido de la botella. La presente invención proporciona, en otro aspecto, un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptibles llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde las botellas entran en contacto con una o más composiciones acuosas que tienen una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1:1, en donde las botellas son capaces de contener al menos 20 onzas de bebida y las botellas vacías pesan menos de aproximadamente 24 gramos por botella. La presente invención proporciona, en otro aspecto, un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptibles llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde la botella entra en contacto con una o más composiciones acuosas que tienen una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1:1, en donde las botellas comprenden más de aproximadamente 10% en peso de un polímero distinto a PET. La presente invención proporciona, en otro aspecto, un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptibles llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde la botella entra en contacto con una o más composiciones acuosas que tienen una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1:1, en donde las botellas comprenden más de aproximadamente 12% en peso de contenido de polímero PCR. La presente invención proporciona, en otro aspecto, un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptibles llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde la botella entra en contacto con una o más composiciones acuosas que tienen una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1:1, en donde las botellas comprenden un material de barrera activo o pasivo. La presente invención proporciona, en otro aspecto, un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptibles llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde la botella entra en contacto con una o más composiciones acuosas en las que la relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad de bicarbonato como ppm de  $\text{CaCO}_3$  es igual a al menos aproximadamente 1,5:1. Este y otros aspectos de esta invención serán evidentes tras la referencia a la siguiente descripción detallada de la invención.

### Descripción detallada

#### Definiciones

Para los siguientes términos definidos, estas definiciones serán aplicadas, a menos que se de una definición diferente en las reivindicaciones o en esta especificación o en otro lugar.

40 Se asume que todos los valores numéricos en esta memoria están modificados por el término "aproximadamente", se indique explícitamente o no. El término "aproximadamente" se refiere generalmente a un intervalo de números que un experto en la técnica podría considerar equivalente al valor enumerado (es decir, que tiene la misma función o resultado). En muchos casos, el término "aproximadamente" puede incluir números que redondean a la cifra significativa más cercana.

45 Porcentaje en peso, porcentaje por peso, % en peso, wt %, y similares son sinónimos que se refieren a la concentración de una sustancia como el peso de esa sustancia dividido por el peso de la composición y multiplicado por 100.

La enumeración de intervalos numéricos mediante puntos finales incluye todos los números incorporados dentro de ese intervalo (p. ej. 1 a 5 incluye 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4 y 5).

50 Tal como se usa en esta especificación y las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", y "el/la" incluyen referentes plurales a menos que el contenido indique claramente lo contrario. Así, por ejemplo, la referencia a una composición que contiene "un compuesto" incluye una mezcla de dos o más componentes. Tal como se usa en esta especificación y las reivindicaciones adjuntas, el término "o" se emplea generalmente en este sentido que incluye "y/o" a menos que el contenido indique claramente lo contrario.

55 Composiciones

La invención proporciona composiciones acuosas útiles en el llenado y transporte de recipientes en donde la composición acuosa incluye elementos de dureza. Las composiciones acuosas según la presente invención pueden ser útiles para lavar recipientes eliminando así las bebidas derramadas o efectuando un aumento de la temperatura

del contenido del recipiente. También, las composiciones acuosas según esta invención pueden ser útiles para reducir el coeficiente de rozamiento entre partes del transportador y los recipientes y de esta manera facilitar el movimiento de los recipientes a lo largo de una línea transportadora. Finalmente, las composiciones acuosas de esta invención pueden de alguna otra forma mejorar la eficiencia del procesamiento del envase o una propiedad del envase lleno.

Según la presente invención, la fuente de elementos de dureza en composiciones acuosas puede ser impurezas en el agua en sí misma o agua usada para preparar la composición acuosa, o la fuente de elementos de dureza puede ser sales de elementos de dureza añadidas intencionalmente, o la fuente de elementos de dureza puede ser una combinación de sales elementos de dureza e impurezas en el agua o agua usada para preparar las composiciones acuosas y composiciones lubricantes añadidas intencionalmente. En la composición acuosa final, se pueden añadir intencionalmente una mayoría de las concentraciones de elementos de dureza, por ejemplo, como un constituyente de un concentrado de lavado o un concentrado de lubricante y se pueden proporcionar una minoría por el agua usada para preparar la composición acuosa. Por ejemplo, se puede proporcionar más de aproximadamente el 90 por ciento de la dureza en la composición final o más de aproximadamente el 70 por ciento de la dureza en la composición final por una composición concentrada y se puede proporcionar menos de aproximadamente 10 por ciento de la dureza o menos del 30 por ciento de la dureza por el agua usada para diluir el concentrado. Alternativamente, se puede proporcionar más de aproximadamente el 10 por ciento de la concentración del elemento de dureza o más del 30 por ciento de la concentración del elemento de dureza en la composición acuosa final por el agua usada para preparar la composición acuosa y se pueden añadir intencionalmente menos de aproximadamente el 90 por ciento de la concentración del elemento de dureza o menos de aproximadamente el 70 por ciento de la concentración del elemento de dureza. La dureza total proporcionada en el agua usada para preparar la composición acuosa puede incluir "dureza de carbonato" y "dureza de no carbonatos". Cuando la dureza es numéricamente mayor que la suma de la alcalinidad del carbonato y del bicarbonato, esa cantidad de dureza equivalente a la alcalinidad total se llama "dureza de carbonato" mientras que la cantidad de dureza en exceso de ésta se llama "dureza de no carbonato". La dureza de carbonato se atribuye a las sales de carbonato y bicarbonato metálico disueltas mientras que la dureza de no carbonato se atribuye normalmente a sulfatos y cloruros metálicos disueltos. La dureza del agua de moderada a alta (50 ppm a 300 ppm) se asocia típicamente con suelos formados en piedra caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) depositados en cuencas. En este caso la dureza se debe principalmente a sales de bicarbonato disueltas, es decir, la dureza es principalmente "dureza de carbonatos" y la relación de dureza (como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad (como  $\text{CaCO}_3$  está cerca de 1.

Se puede determinar la dureza de las composiciones acuosas mediante cálculo según los métodos en la página 2-36 de los Métodos Estándar para el Examen del Agua y Aguas Residuales, 18 Edición 1992 (Eds. Greenberg, A. E., Clesceri, L. S., y Eaton, A. D.). Según este método, la dureza se calcula a partir de determinaciones separadas de elementos de dureza. La concentración de elementos de dureza se puede determinar mediante un método analítico como absorción tóptica (AA) o espectroscopía de plasma inductivamente acoplado (ICP), o se puede saber a partir de los datos de formulación. La dureza debida al calcio y al magnesio se puede calcular mediante la siguiente ecuación: dureza (en términos de ppm de  $\text{CaCO}_3 = 2,497^* (\text{ppm de Ca}) + 4,118^* (\text{ppm de Mg})$ ). Este método se puede ampliar para incluir otros elementos de dureza, donde la contribución de otros elementos de dureza expresada en términos de ppm de  $\text{CaCO}_3$  es igual a  $(100,1^* (\text{ppm de elemento de dureza}) / (\text{peso atómico del elemento de dureza}))$ . Por ejemplo, en el Ejemplo 1 las ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$  del agua que contiene 220 ppm de  $\text{CaCl}_2$  (equivalente a 79,4 ppm de Ca) se pueden calcular de acuerdo con:

$$\text{ppm como CaCO}_3 = 2,497 * 79,4 = 198 \text{ ppm de dureza como CaCO}_3$$

En el Ejemplo 5, se pueden calcular las ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$  de una solución que contiene 136 ppm de cloruro de zinc (equivalente a 65,4 ppm de zinc):

$$\text{ppm como CaCO}_3 = (100,1 * 65,2) / 65,4 = 100 \text{ ppm de dureza como CaCO}_3$$

Se puede determinar la concentración de elementos de dureza presentes en composiciones acuosas por ejemplo por métodos analíticos, que incluyen la titulación con un agente complejante como se describe en la página 2-36 de los Métodos Estándar para el Examen del Agua y Aguas Residuales, 18 Edición. La titulación de la dureza en composiciones acuosas se puede hacer usando ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) como un agente complejante y, o bien Eriochrome Black T o ácido 3-hidroxi-4-(6-hidroxi-m-tolilazo) naftaleno-1-sulfónico (Calmagite) como un indicador visible. No es deseable usar un indicador para la titulación ya que los elementos de dureza como el zinc se titularán como dureza. Por ejemplo, 1.000 g de composiciones acuosas pueden titularse a partir del cambio de color del rojo-vino a azul de Calmagite usando una solución 0,13 molar de EDTA disódico. En este caso, se puede calcular la dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  por ml de titulante de acuerdo con:

$$\text{ppm de dureza como CaCO}_3 \text{ por 1,0 ml de titulante} =$$

$$\frac{(1,0 \text{ ml}) \times (0,13 \text{ moles de EDTA}/1000 \text{ ml}) \times (1 \text{ mol de CaCO}_3/\text{mol de EDTA}) \times 100 \text{ g de CaCO}_3/\text{mol}}{1000 \text{ g}} \\ = 0,013 \text{ CaCO}_3/1000 \text{ g} = 13 \text{ ppm como CaCO}_3 \text{ por ml de titulante}$$

La alcalinidad total de las composiciones acuosas se puede determinar mediante una titulación ácido base. Por ejemplo, 1000 g de composición acuosa se pueden titular a aproximadamente pH 4,0 usando una solución de HCl 0,1 normal (0,1 N). En este caso, se pueden calcular las ppm de alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub> por ml de titulante de acuerdo con:

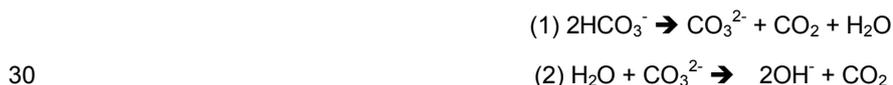
$$\begin{aligned}
 & \text{alcalinidad total como CaCO}_3 \text{ por 1,0 ml de titulante} = \\
 & \frac{(1,0 \text{ ml}) \times (0,1 \text{ equivalente}/1000 \text{ ml}) \times (50 \text{ g de CaCO}_3/\text{equivalente})}{1000 \text{ g}} \\
 & = 0,005 \text{ g de CaCO}_3/1000 \text{ g} = 5 \text{ ppm como CaCO}_3 \text{ por ml de titulante}
 \end{aligned}$$

Se puede clasificar la alcalinidad total en composiciones acuosas como bicarbonato, carbonato, y la alcalinidad de hidróxido en base a los resultados de titulación a pH 8,3 (punto final de fenolftaleína) y a pH 4,0 (punto final de alcalinidad total) como se describe en las páginas 2-27 y 2-28 de los Métodos Estándar para el Examen del Agua y Aguas Residuales, 18 Edición.

La alcalinidad total de las composiciones en los Ejemplos en esta memoria se puede calcular mediante formulación. Por ejemplo, en el Ejemplo 1 se pueden calcular las ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> de agua que contiene 168 ppm de NaHCO<sub>3</sub> de acuerdo con:

$$\begin{aligned}
 & \text{alcalinidad como CaCO}_3 = \\
 & \frac{(0,168 \text{ g de NaHCO}_3/1000 \text{ g}) \times (50 \text{ g de CaCO}_3/\text{equivalente})}{84 \text{ g de NaHCO}_3/\text{equivalente}} \\
 & = 0,100 \text{ g de CaCO}_3/1000 \text{ g} = 100 \text{ ppm de alcalinidad como CaCO}_3
 \end{aligned}$$

No se conoce el mecanismo por el cual la presencia de elementos de dureza mejora la compatibilidad PET de composiciones acuosas. Se cree que la presencia de elementos de dureza interfiere con la reacción de hidrólisis de éster que se sabe que está catalizada por ácidos y bases. Si bien no se desea estar obligado por la teoría, un posible mecanismo para la mejora de la compatibilidad PET de composiciones acuosas es que los iones de dureza pueden estar limitando la cantidad de CO<sub>2</sub> perdida a partir del ión bicarbonato, retardando o previniendo la formación de aniones carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) e hidróxido (OH<sup>-</sup>) más básicos y más destructivos. Las fuentes de agua contienen alcalinidad en forma de ión bicarbonato, que puede convertirse en iones carbonato e hidróxido cuando el CO<sub>2</sub> se evapora durante la evaporación parcial o completa de las composiciones acuosas de acuerdo con las ecuaciones (1) y (2).



La disminución de la velocidad de la pérdida de CO<sub>2</sub> por evaporación puede ser consecuencia de la precipitación de iones carbonato como una sal insoluble de carbonato metálico. Por ejemplo, el cloruro cálcico (una sal de dureza) puede reaccionar con bicarbonato sódico de acuerdo con la ecuación (3):



En este caso, debido a la precipitación de iones carbonato como carbonato de calcio relativamente insoluble, se puede evitar la pérdida adicional de dióxido de carbono para formar ion hidróxido de acuerdo con la ecuación (2).

Debido a que un producto de la reacción de ión de dureza con bicarbonato es un producto de metátesis de la sal de dureza original (por ejemplo, la sal producto de metátesis en la ecuación (3) anterior es NaCl), se cree que es preferible que la sal del ion de dureza se seleccione del grupo de sales de ion de dureza de ácidos fuertes con valores de pKa menores que aproximadamente 3. Las sales de ion de dureza de ácidos más débiles con valores de pKa mayores de aproximadamente 3 se cree que son menos preferidas debido a que la reacción de precipitación puede producir productos de sal más básicos y posiblemente menos compatibles. Sales de dureza preferidas incluyen haluros, nitratos, sulfonatos de alquilo y de arilo como metano sulfonato y para tolueno sulfonato, y sulfatos. Los iones de dureza presentes en composiciones acuosas pueden estar también en forma de sales de bicarbonato, especialmente en el caso de que la fuente de los iones de dureza sean impurezas en el agua de la fuente.

Si bien la precipitación de sales de carbonato de iones de dureza puede ser importante en el mecanismo mediante el cual se mejora la compatibilidad PET de composiciones acuosas, no es necesaria y de hecho no se prefiere que se produzca la precipitación de sales de carbonato en composiciones de uso ya sean distribuidas o dispensadas. Como se usa en esta memoria, "composición de uso" significa una composición tal como se aplica a la botella o al sistema de transporte. La precipitación de sales de carbonato en composiciones de uso puede causar problemas en la distribución o la dispensación, por ejemplo, la obstrucción de filtros o boquillas de pulverización. Por otro lado, no se

requiere la compatibilización de soluciones relativamente diluidas de alcalinidad de bicarbonato, ya que concentraciones de bicarbonato sódico en concentraciones de hasta y superiores a 525 ppm (313 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ ) no causan fallo de botellas PET a menos que se permita que ocurra la evaporación. Si se realiza la prueba de compatibilidad PET descrita en los Ejemplos usando 525 ppm de bicarbonato sódico en condiciones en donde se previene la evaporación de la solución, por ejemplo, en el caso de que las botellas y la solución prueba estén selladas en una bolsa de plástico de tipo zip, la tasa de fallo es cero por ciento.

La precipitación de sales de carbonato en composiciones acuosas no ocurrirá siempre que las concentraciones de los iones de dureza y de iones carbonato se mantengan por debajo del límite de solubilidad. Por ejemplo, de acuerdo con la 57 Edición del Manual de Química y Física, el producto de solubilidad del carbonato de magnesio a  $12^\circ\text{C}$  es de  $2,6 \times 10^{-5}$  (moles/litro)<sup>2</sup>. Esto significa que siempre que el producto de la concentración de ión magnesio (en moles/litro) por la concentración de ión carbonato (en moles/litro) se mantenga por debajo de  $2,6 \times 10^{-5}$  (moles/litro)<sup>2</sup>, no precipitará la sal de carbonato. En el Ejemplo 11, la concentración de iones magnesio es de  $2 \times 10^{-3}$  moles/litro y la concentración de iones bicarbonato es también de  $2 \times 10^{-3}$  moles/litro. En este caso, si todos los iones bicarbonato se convirtieron a iones carbonato debido a la pérdida de  $\text{CO}_2$  de acuerdo con la ecuación (1), la concentración de iones carbonato resultante sería de  $1 \times 10^{-3}$  moles/litro y el producto de la concentración de ion magnesio y la concentración de ion carbonato sería de  $2 \times 10^{-6}$  (moles/litro)<sup>2</sup>, sustancialmente por debajo del límite de precipitación. En el Ejemplo 6, la concentración de iones de calcio es de  $1,6 \times 10^{-3}$  moles/litro y la concentración de ión bicarbonato es de  $5,2 \times 10^{-3}$  moles/litro. En este caso, si todos los iones bicarbonato se convirtieron a iones carbonato mediante la pérdida de  $\text{CO}_2$ , la concentración de ión carbonato resultante sería de  $2,6 \times 10^{-3}$  m/l, y el producto de la concentración de ión calcio y concentración de ión carbonato sería de  $4,2 \times 10^{-6}$  (moles/litro)<sup>2</sup>, que es mayor que el producto de solubilidad para el carbonato cálcico (calcita) que es de  $1 \times 10^{-8}$  (moles/litro)<sup>2</sup> a  $15^\circ\text{C}$ . Sin embargo, el carbonato cálcico no precipita a partir de agua alcalina municipal dura ya que la alcalinidad se mantiene predominantemente en forma de bicarbonato, no de carbonato a menos que ocurra pérdida sustancial de  $\text{CO}_2$ .

Otro mecanismo potencial de mejora de la compatibilidad en presencia de elementos de dureza puede ser la interacción de iones metálicos de dureza con grupos terminales de carboxilato en el polímero. Se cree que las cadenas de polímero PET con extremos de cadena de carboxilato pueden causar la hidrólisis autocatalítica de la cadena de polímero PET. Por ejemplo, un extremo de cadena de ácido carboxílico desprotonado puede promover la hidrólisis de otros enlaces éster dentro de las mismas cadenas o de cadenas adyacentes de polímero PET. Los iones de dureza que forman carbonatos relativamente menos solubles también forman sales solubles relativamente menos solubles con compuestos de ácido carboxílico de cadena larga. La relativa menor solubilidad de las sales iónicas de dureza de extremos de cadena de polímero de carboxilato PET en relación con otros cationes como cationes monovalentes puede disminuir la velocidad de autocatálisis hidrolítica del polímero.

Independientemente del mecanismo, se ha observado que la presencia de iones de dureza de acuerdo con la presente invención reduce el resquebrajamiento por tensión en botellas PET cuando se compara con la técnica anterior y composiciones de comparación. Por consiguiente, las composiciones de la presente invención comprenden una concentración suficiente de uno o más iones de dureza para mejorar la compatibilidad de la composición con PET. Preferiblemente, hay al menos una ppm de dureza (expresada como  $\text{CaCO}_3$  en la composición por cada ppm de alcalinidad (expresada como  $\text{CaCO}_3$  en la composición acuosa).

Típicamente, se ha sugerido evitar iones de dureza o el uso de agentes secuestrantes y agentes quelantes para mejorar la tolerancia a la dureza de las composiciones acuosas útiles en el llenado y transporte de botellas PET, incluso en el caso de que otros componentes de la formulación sean compatibles con los iones de dureza. Por ejemplo, los agentes secuestrantes y quelantes aparecen frecuentemente enumerados como componentes de formulación para composiciones lubricantes de transportador. Aunque los agentes secuestrantes y quelantes son adiciones muy importantes a composiciones que contienen tensioactivos aniónicos intolerantes a la dureza como sales de ácidos grasos y sales de éster fosfato, también se reivindican con frecuencia como aditivos a otras composiciones lubricantes. Véase las Patentes de E.E.U.U. N°s 5.352.376, 5.559.087, 5.935.914, la Publicación de Patente de E.E.U.U. N° 2004/0235680, la Publicación de Patente de E.E.U.U. N° 2004/0029741, la Publicación de Patente de E.E.U.U. N° 2006/0030497, y las Solicitudes de Patente de E.E.U.U. SN 11/233.596 y SN 11/233.568. Debido a que la presente invención está dirigida a la inclusión de elementos de dureza en las composiciones, más que a secuestrarlos, la presente invención puede estar, en algunas realizaciones, sustancialmente libre de agentes secuestrantes y de agentes quelantes.

Aunque el concepto de añadir dureza es contrario a las prácticas convencionales que son para evitar o secuestrar elementos de dureza, el uso de dureza para mejorar la compatibilidad PET de composiciones acuosas ha demostrado ser muy eficaz. Se cree que el concepto, métodos, y características de composición de la presente invención se extienden también a mejorar la compatibilidad de composiciones acuosas con otros polímeros que son susceptibles a la hidrólisis. Por ejemplo, los materiales de policarbonato que incluyen policarbonato de bisfenol-A son cada vez más susceptibles a la hidrólisis en condiciones alcalinas. El poli (ácido láctico) (PLA) se considera una alternativa "sostenible" a los productos a base de petróleo que incluyen PET, ya que se deriva de la fermentación de productos agrícolas como maíz u cultivos de otros azúcares o ricos en almidón como remolacha azucarera o trigo. Al igual que PET, el PLA es un poliéster y contiene enlaces éster que están sujetos a la escisión por hidrólisis. Aunque PLA es actualmente más caro que muchos polímeros derivados del petróleo, su precio ha ido disminuyendo a medida que entra más en línea de producción, mientras que el coste del petróleo y productos a base de petróleo

sigue aumentando. Las composiciones de la presente invención se pueden usar ventajosamente con recipientes hechos de materiales poliméricos que se hidrolizan en condiciones alcalinas que incluyen PET y PLA ambos en forma de recipientes no-rellenables (p. ej. las llamadas botellas de “una dirección”), así como rellenables (p. ej. las llamadas “Ref-PET”).

5 La presente invención proporciona, en un aspecto, un método para el lavado de contenedores que comprende aplicar una composición acuosa al recipiente en donde la composición acuosa comprende iones de dureza en una cantidad suficiente para proporcionar un valor de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  que es igual a al menos aproximadamente el valor de alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$ . En el caso de que el lavado de la botella se hace con fines de elevar la temperatura de los contenidos, como en el llamado calentador de botellas, se prefiere particularmente recircular la composición de lavado acuosa. Haciendo recircular la composición de lavado acuosa dentro del calentador de botellas, no solo se recicla y se conserva el agua sino también se conserva el calor. Sin embargo, mantener y recircular un estanque de composición acuosa caliente puede permitir el crecimiento de microorganismos que pueden causar olor, apariencia antiestética, interferir con la aplicación de la composición acuosa a las botellas, y reducir la eficacia de la transferencia de calor. Por esta razón, las composiciones acuosas útiles para lavar botellas de manera ventajosa incluyen agentes desinfectantes. Agentes desinfectantes útiles incluyen compuestos de amonio cuaternario o de ácido peracético e incluyen productos comerciales como STER-BAC, Cooling Care 2065, SURPASS 100, y SURPASS 200 disponibles en Ecolab, St. Paul, MN. Las composiciones acuosas de lavado que comprenden un desinfectante de acuerdo con la presente invención se pueden preparar diluyendo un concentrado desinfectante como STER-BAC, Cooling Care 2065, SURPASS 100, y SURPASS 200 con agua dura, o se pueden preparar añadiendo al agua un concentrado desinfectante más un concentrado de mejora de la compatibilidad, en donde el concentrado de mejora de la compatibilidad comprende una o más sales de iones de dureza.

Las composiciones acuosas de la presente invención que se usan para lavar se pueden aplicar sin diluir o pueden diluirse antes de su uso. Puede ser deseable proporcionar composiciones de la presente invención en forma de concentrados que se pueden diluir con agua en el momento de uso para dar composiciones acuosas de uso. Como se usa en esta memoria, “composición de uso” significa una composición tal como se aplica a la botella o sistema de transporte y “concentrado” significa una composición que está diluida con agua y/o diluyente hidrofílico para dar una composición de uso. Por lo tanto, las composiciones concentradas de aclarado comprenden concentraciones suficientes de iones de dureza de modo que cuando una parte de la composición de concentrado se diluye entre 200 y 10.000 partes de agua y/o diluyente hidrofílico para dar una composición, la relación de la dureza total de la composición (expresada como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a la alcalinidad total de la composición (expresada como ppm de  $\text{CaCO}_3$  es mayor que aproximadamente 1 a 1, mientras que la alcalinidad total de la composición es mayor que aproximadamente 50 ppm como  $\text{CaCO}_3$ . Por consiguiente, las composiciones concentradas de lavado de la invención comprenden dureza de al menos aproximadamente 10.000 ppm como  $\text{CaCO}_3$ , al menos aproximadamente 15.000 ppm como  $\text{CaCO}_3$ , o al menos aproximadamente 20.000 ppm como  $\text{CaCO}_3$ . Los concentrados de lavado de acuerdo con la presente invención pueden ser líquidos, semi-sólidos, o sólidos.

La presente invención proporciona, en otro aspecto, un método para lubricar el paso de un recipiente a lo largo de un transportador que comprende aplicar una composición de una composición lubricante acuosa a al menos una porción de la superficie de contacto del transportador o a al menos una porción de la superficie de contacto del transportador del recipiente en donde la composición lubricante comprende más de aproximadamente una parte de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  por cada parte de alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$ . Composiciones lubricantes de transportador preferidas incluyen composiciones a base de materiales de silicona, aminas grasas, tensioactivos no iónicos, y otros materiales que se pueden formular para contener iones de dureza. Los materiales lubricantes que no son útiles en las composiciones de la presente invención incluyen aquellos que son “incompatibles” con iones de dureza o forman precipitados en presencia de iones de dureza como lubricantes de ácidos grasos y lubricantes de éster fosfato.

Las composiciones lubricantes de la presente invención se pueden aplicar tal cual o pueden diluirse antes de su uso. Puede ser deseable proporcionar composiciones de la presente invención en forma de concentrados que se pueden diluir en el momento de su uso para dar composiciones de uso. Si se diluye, las proporciones de dilución preferidas oscilan de aproximadamente 1:200 a 1:1000 (partes de concentrado: partes de diluyente). Por lo tanto las composiciones concentradas de lubricante de la invención comprenden concentraciones suficientes de iones de dureza de tal forma que cuando una parte de la concentración acuosa del concentrado se diluye entre 200 y 10.000 partes de agua y/o diluyente hidrofílico para dar una composición de uso, la relación de la dureza total de la composición (expresada como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a la alcalinidad total de la composición (expresada como ppm de  $\text{CaCO}_3$  es mayor que aproximadamente 1 a 1 mientras que la alcalinidad total de la composición es mayor que aproximadamente 50 ppm como  $\text{CaCO}_3$ . Por consiguiente, las composiciones concentradas comprenden dureza de al menos aproximadamente 10.000 ppm como  $\text{CaCO}_3$ , al menos aproximadamente 15.000 ppm como  $\text{CaCO}_3$ , o al menos aproximadamente 20.000 ppm como  $\text{CaCO}_3$ . Los concentrados lubricantes de acuerdo con la presente invención pueden ser líquidos, semi-sólidos, o sólidos.

60 Las composiciones lubricantes preferidas comprenden uno o más materiales de silicona miscibles en agua, es decir, materiales de silicona que son suficientemente solubles o dispersables en agua de modo que cuando se añaden al agua al nivel de uso deseado forman una solución, emulsión o suspensión estable. Se pueden emplear una variedad

de materiales de silicona miscibles en agua en las composiciones lubricantes, que incluyen emulsiones de silicona (como emulsiones formadas a partir de siliconas de metil(dimetil), alquilo superior y arilo; y siliconas funcionalizadas como clorosilanos; siloxanos amino-, metoxi-, epoxi- y vinil- sustituidos; y silanoles). Emulsiones de silicona adecuadas incluyen polidimetilsiloxano E2175 de alta viscosidad (una emulsión de siloxano al 60% comercialmente disponible en Lambert Technologies, Inc.), polidimetilsiloxano E2140 (una emulsión de siloxano al 35% comercialmente disponible en Lambert Technologies, Inc.), polidimetilsiloxano E2140 FG de viscosidad intermedia de calidad alimentaria (una emulsión de siloxano al 35% comercialmente disponible en Lambert Technologies, Inc.), dimetil silicona terminada en hidroxilo de alto peso molecular HV490 (una emulsión de siloxano aniónica al 30-60% comercialmente disponible en Dow Corning Corporation), polidimetilsiloxano SM2135 (una emulsión de siloxano no iónico al 50% comercialmente disponible en GE Silicones) y polidimetilsiloxano SM2167 (una emulsión de siloxano catiónico al 50% comercialmente disponible en GE Silicones). Otros materiales de silicona miscibles en agua incluyen polvos de silicona finamente divididos como la serie TOSPEARL™ (disponible comercialmente en Toshiba Silicone Co. Ltd.); y tensioactivos de silicona como el tensioactivo de silicona aniónico SWP30, tensioactivo de silicona no iónico WAXWS-P, tensioactivo de silicona catiónico QUATQ-400M y tensioactivo de silicona de especialidad 703 (todos comercialmente disponibles en Lambert Technologies, Inc.). Las emulsiones de silicona adecuadas y otros materiales de silicona miscibles en agua se enumeran en las ya mencionadas Solicitudes de Patentes de E.E.U.U. S/N 11/233.596 y S/N 11/233.568 que se incorporan en esta memoria por referencia en su totalidad.

Las emulsiones de polidimetilsiloxano son materiales de silicona preferidos. Generalmente la concentración del material de silicona activo útil en la presente invención exclusivo de cualquier agente dispersante, agua, diluyentes, u otros ingredientes usado para emulsionar el material de silicona o de otra manera que sea miscible en agua cae en el intervalo de aproximadamente 0,0005 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente 0,001 % en peso a aproximadamente 8 % en peso y más preferiblemente 0,002 % en peso a aproximadamente 5 % en peso. En el caso de que la composición lubricante se proporciona en forma de un concentrado, la concentración del material de silicona activo útil en la presente invención exclusiva de cualquier agente dispersante, agua, diluyentes, u otros ingredientes usados para emulsionar el material de silicona o de otra manera que sea miscible en agua cae en el intervalo de aproximadamente 0,05 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, preferiblemente 0,10 % en peso a aproximadamente 5 % en peso y más preferiblemente 0,2 % en peso a aproximadamente 1,0 % en peso. Las composiciones lubricantes preferidas son sustancialmente acuosas, es decir, comprenden más de aproximadamente 90% de agua.

En el caso de que las composiciones lubricantes se proporcionan en forma de concentrados, se prefiere particularmente seleccionar materiales de silicona u otros constituyentes de formulación que formen composiciones estables de 100 a 1000 veces la concentración de la composición de uso.

Las composiciones lubricantes de la presente invención pueden ser lubricantes "secos" como se describe en la ya mencionada Solicitud de Patente de E.E.U.U. S/N 11/351.863 que se incorpora en esta memoria por referencia en su totalidad. Los lubricantes secos incluyen aquellos que se dispensan sobre los transportadores en forma no diluida pura, las que se aplican al transportador de modo intermitente, y/o los que dejan el transportador con una apariencia seca o están secas al tacto. Los lubricantes "secos" preferidos comprenden un material de silicona, agua o una combinación de agua más diluyente hidrofílico, y opcionalmente un lubricante miscible en agua como se describe en la Solicitud de Patente de E.E.U.U. S/N 11/351.863. Cantidades preferidas del material de silicona, lubricante miscible en agua y agua o diluyente hidrofílico son aproximadamente de 0,1 a aproximadamente 10% en peso del material de silicona (exclusivo de cualquier agua u otro diluyente hidrofílico que pueda estar presente si el material de silicona es, por ejemplo, una emulsión de silicona), aproximadamente de 0 a aproximadamente 20% en peso del lubricante miscible en agua, y aproximadamente de 70 a aproximadamente 99,9% en peso de agua o de diluyente hidrofílico. Más preferiblemente, la composición lubricante contiene aproximadamente de 0,2 a aproximadamente 8% en peso del material de silicona, aproximadamente de 0,05 a aproximadamente 15% en peso del lubricante acuoso miscible, y aproximadamente de 75 a aproximadamente 99,5 % en peso de agua o diluyente hidrofílico. Lo más preferiblemente, la composición de lubricante contiene aproximadamente de 0,5 a aproximadamente 5% en peso del material de silicona, aproximadamente de 0,1 a aproximadamente 10% en peso del lubricante hidrofílico, y aproximadamente de 85 a aproximadamente 99 % en peso de agua o diluyente hidrofílico.

En algunas realizaciones, las composiciones lubricantes pueden también contener un agente humectante. Las composiciones lubricantes de silicona que comprenden un agente humectante y tienen compatibilidad mejorada con PET se describen en la Solicitud de Patente de E.E.U.U. ya mencionada S/N 11/233.596 titulada SILICONE LUBRICANT WITH GOOD WETTING ON PET SURFACES. En algunas realizaciones, las composiciones lubricantes pueden también contener una cantidad estequiométrica de un ácido orgánico. Las composiciones lubricantes que comprenden una cantidad estequiométrica de un ácido orgánico y tienen compatibilidad mejorada con PET se describen en la ya mencionada Solicitud de Patente de E.E.U.U. S/N 11/233.568 titulada SILICONE CONVEYOR LUBRICANT WITH STOICHIOMETRIC AMOUNT OF AN ORGANIC ACID.

Las composiciones lubricantes de transportador de amina grasa útiles en la presente invención incluyen composiciones a base de compuestos de diamina grasa como se describe en la Patente de E.E.U.U. 5.182.035 y Patente de E.E.U.U. 5.510.045 y compuestos de alquil éter amina como se describe en la Patente de E.E.U.U. 5.723.418 y la Patente de E.E.U.U. 5.863.874, todas las cuales se incorporan en esta memoria por referencia en su totalidad. Las composiciones lubricantes de aminas grasas preferidas contienen una cantidad de lubricante eficaz de

5 un o más compuestos de aminas que incluyen diamino acetatos que tienen la fórmula  $[R^1NHR^2NH_3]^+(CH_3CO_2)^-$  o  $[R^1NH_2R^2NH_3]^{2+}(CH_3CO_2)_2^-$  en donde  $R^1$  es un grupo alifático  $C_{10}$ - $C_{18}$  o un grupo alifático parcialmente insaturado  $C_{10}$ - $C_{18}$  y  $R^2$  es un grupo alquileo  $C_1$ - $C_5$  y acetatos grasos de monoamina que tienen la fórmula  $[R^1R^3R^4NH]^+(CH_3CO_2)^-$  en donde  $R^1$  es un grupo alifático  $C_{10}$ - $C_{18}$  o un grupo alifático  $C_{10}$ - $C_{18}$  parcialmente insaturado,  $R^3$  y  $R^4$  se seleccionan independientemente de H y  $CH_3$ . Las composiciones lubricantes de aminas grasas particularmente preferidas contienen uno o más de diamino diacetato de oleil propileno, diamino diacetato de cocoalquil propileno, y dimetilamino acetato de laurilo. Las composiciones lubricantes de aminas grasas preferidas pueden también incluir tensioactivos no iónicos como etoxilatos de alcohol, etoxilatos de alcohol bloqueados en el extremo con cloruro, metilo, propilo o butilo, compuestos de alquilfenol etoxilados y copolímeros de poli (óxido de etileno- óxido de propileno).

10 Los lubricantes de transportador preferidos compuestos de etoxilato incluyen composiciones a base de uno o más del grupo que incluye etoxilatos de alcohol, etoxilatos de alcohol bloqueados en el extremo con cloruro, metilo, propilo o butilo, compuestos de alquilfenol etoxilados y copolímeros de poli (óxido de etileno- óxido de propileno) como se describe en la Patente de E.E.U.U. 5.559.087 que se incorpora en esta memoria por referencia en su totalidad. Los lubricantes de transportador compuestos de etoxilato particularmente preferidos tienen un punto de enturbiamiento para la composición mayor de aproximadamente 100°F. Los compuestos etoxilados con puntos de enturbiamiento relativamente bajos se pueden usar de modo ventajoso en combinación con otros compuestos etoxilados con puntos más altos de enturbiamiento, hidrotropos como compuestos de alquil aril sulfonato, y otros llamados agentes de acoplamiento.

15 20 Las composiciones lubricantes que comprenden una pluralidad de materiales que mejoran la compatibilidad PET que incluyen iones de dureza, cantidades estequiométricas de ácido, y agentes humectantes pueden exhibir un efecto sinérgico, es decir, la reducción global de la tasa de fallo de las botellas PET puede ser mayor que la suma de la reducción de la tasa de fallo para cualquier cantidad estequiométrica de ácido, agente humectante, o elemento de dureza actuando en solitario.

25 25 Las composiciones lubricantes pueden contener ingredientes funcionales si se desea. Por ejemplo, las composiciones contienen diluyentes hidrofílicos, agentes antimicrobianos, agentes estabilizantes/de acoplamiento, detergentes y agentes dispersantes, agentes antidesgaste, modificadores de viscosidad, inhibidores de corrosión, materiales formadores de película, antioxidantes o agentes antiestáticos. Las cantidades y tipos de tales componentes adicionales serán evidentes para los expertos en la técnica. Como previamente se discutió, la presente invención puede en algunas realizaciones excluir sustancialmente agentes secuestrantes o agentes quelantes.

30 35 Las composiciones lubricantes preferidas pueden ser espumantes, es decir, pueden tener un valor de perfil de espuma mayor que aproximadamente 1,1 cuando se mide usando una Prueba de Perfil de Espuma. Se describe una Prueba de Perfil de Espuma en la Solicitud de Patente de E.E.U.U. 11/233.596 ya mencionada titulada SILICONE LUBRICANT WITH GOOD WETTING ON PET SURFACES y en la presente invención.

Las composiciones lubricantes crean preferiblemente un coeficiente de fricción (COF) que es menor de aproximadamente 0,20, más preferiblemente menor de 0,15, y lo más preferiblemente menor de 0,12, cuando se evaluaron usando la Prueba de Transporte de Corto Trayecto descrita a continuación.

40 Se pueden recubrir una variedad de tipos de transportadores y de partes del transportador con la composición lubricante. Las partes del transportador que apoyan o guían o mueven los recipientes y de esta manera se recubren preferentemente con la composición lubricante incluyen correas, cadenas, puertas, rampas, sensores, y rampas que tienen superficies hechas de telas, metales, plásticos, materiales compuestos, o combinaciones de estos materiales.

45 50 Las composiciones lubricantes de la presente invención están especialmente diseñadas para su uso con envases de referescos carbonatados pero también se pueden aplicar a una amplia variedad de envases que incluyen envases de bebida; envases de comida; envases para uso doméstico o de productos de limpieza comerciales; y envases para aceites, anticongelantes u otros fluidos industriales. Los envases pueden estar hechos de una amplia variedad de materiales que incluyen vidrio; plásticos (p. ej., poliolefinas como polietileno y polipropileno; poliestirenos; poliésteres como PET y polietilén naftalato (PEN); poliamidas, policarbonatos; y mezclas y copolímeros de los mismos); metales (p. ej., aluminio, estaño o acero); papeles (p. ej., no tratados, tratados, encerados u otros papeles revestidos); cerámica; y laminados o materiales compuestos de dos o más de estos materiales (p. ej., laminados de PET, PEN o mezclas de los mismos con otro material plástico). Los envases pueden tener una variedad de tamaños y formas, incluyendo cartones (p. ej., cartones encerados o cajas TETRAPAK™), latas, botellas y similares. Aunque se puede revestir cualquier porción deseada del envase con la composición lubricante, la composición lubricante se aplica preferiblemente solamente en las partes del envase que entrarán en contacto con el transportador o con otros envases. Para algunas de dichas aplicaciones la composición lubricante se aplica preferiblemente al transportador más que al envase.

55 Las composiciones lubricantes de la presente invención pueden ser un líquido o semi-sólido en el momento de la aplicación. Preferiblemente, la composición lubricante es un líquido que tiene una viscosidad que permitirá que sea bombeado y fácilmente aplicado al transportador o a los envases, y que facilitará la rápida formación de una película

esté o no el transportador en movimiento. La composición lubricante se puede formular de manera que exhiba un comportamiento de disminución de cizallamiento o de pseudo-plástico, manifestado por una alta viscosidad (p. ej., comportamiento sin goteo) cuando está en reposo, y una viscosidad mucho más baja cuando se somete a estrés de cizallamiento como el proporcionado mediante bombeo, pulverización o cepillado de la composición lubricante. Este comportamiento puede ser provocado la inclusión de, por ejemplo, tipos y cantidades apropiadas de rellenos tixotrópicos (p. ej., sílices de pirolisis tratadas o sin tratar) u otros modificadores de reología en la composición lubricante.

#### Métodos de aplicación

Las composiciones acuosas usadas para lavar las botellas se pueden aplicar a botellas a través de cabezales de ducha estándar o boquillas de pulverización. La equipación útil para lavar las botellas PET incluye lavadores Series 600 disponible en Uni-Pak, Longwood FL. En el caso de que se aplique una composición acuosa a las botellas para elevar la temperatura de los contenidos, es preferible que la composición acuosa se recicle en el aparato llamado calentador de botellas, por ejemplo, calentadores de botellas disponibles en Uni-Pak, Longwood FL.

Las composiciones lubricantes se pueden aplicar de una manera constante o intermitente. Preferiblemente, la composición lubricante se aplica de una manera intermitente con el fin de minimizar la cantidad de composición lubricante aplicada. Las composiciones lubricantes secas preferidas se pueden aplicar durante un periodo de tiempo y luego no aplicarse durante al menos 15 minutos, al menos 30 minutos, o al menos 120 minutos o más. El periodo de aplicación puede ser lo suficientemente largo para propagar la composición sobre la cinta transportadora (es decir, una vuelta de la cinta transportadora). Durante el periodo de aplicación, la aplicación real puede ser continua, es decir, el lubricante se aplica a la totalidad del transportador, o intermitente, es decir, el lubricante se aplica en bandas y los envases distribuyen el lubricante a su alrededor. El lubricante se aplica preferiblemente a la superficie del transportador en una ubicación que no está poblada de envases o contenedores. Por ejemplo, es preferible aplicar el lubricante corriente arriba del flujo de envases o de contenedores o por debajo de la superficie invertida del transportador en movimiento corriente arriba del contenedor o del envase. Un método de aplicación de composiciones lubricantes particularmente preferido que incluyen composiciones lubricantes que se aplican intermitentemente es mediante pulverización a través de boquillas no energizadas, como se describe en la Solicitud de Patente de E.E.U.U. ya mencionada S/N 11/351.863, que se incorpora en esta memoria por referencia en su totalidad.

En algunas realizaciones, la relación de tiempo de aplicación a tiempo de no aplicación puede ser 1:1, 1:10, 1:30, 1:180, y 1:500 donde el lubricante mantiene un bajo coeficiente de fricción entre aplicaciones de lubricantes.

En algunas realizaciones, se puede usar un bucle de retroalimentación para determinar cuando el coeficiente de fricción alcanza un nivel inaceptablemente alto. El bucle de retroalimentación puede desencadenar la activación del lubricante durante un periodo de tiempo y opcionalmente desactivar después la composición lubricante cuando el coeficiente de fricción regresa a un nivel aceptable.

El espesor de recubrimiento lubricante se mantiene preferiblemente al menos aproximadamente a 0,0001 mm, más preferiblemente aproximadamente de 0,001 a aproximadamente 2 mm, y lo más preferiblemente aproximadamente de 0,005 a aproximadamente 0,5 mm.

La aplicación de la composición lubricante se puede llevar a cabo usando cualquier técnica adecuada que incluye pulverizar, pasar un trapo, cepillar, revestir por goteo, revestir con rodillo, y otros métodos para la aplicación de una capa delgada.

Mejorar la compatibilidad PET de composiciones acuosas usadas durante el llenado y transporte de botellas PET puede facilitar la actividad de aligeramiento de botellas PET, y por consiguiente, en presencia de composiciones acuosas que comprenden iones de dureza, el peso de la botella PET usada para servir 20 onzas de refresco carbonatado se puede reducir de más de 25 gramos por botella a menos de 25 gramos por botella, menos de 24 gramos por botella, y menos de 23 gramos por botella. Mejorar la compatibilidad PET de composiciones acuosas usadas durante el llenado y transporte de botellas PET puede facilitar el uso de polímeros distintos de PET, y por consiguiente, en presencia de composiciones acuosas que comprenden iones de dureza, las botellas usadas para refrescos carbonatados pueden contener más de 10% en peso de un polímero distinto de PET. Mejorar la compatibilidad PET de composiciones acuosas usadas durante el llenado y transporte de botellas PET a través de la incorporación de iones de dureza puede reducir el riesgo de resquebrajamiento por tensión en el caso de que las botellas PET contengan un polímero reciclado y puede permitir que se puede aumentar el contenido de polímero PCR en botellas de bebidas a más de 12%, más de 15%, y más de 20%. La presencia de iones de dureza en composiciones acuosas que entran en contacto con botellas PET durante el llenado y transporte puede mejorar la compatibilidad PET y disminuir la incidencia de resquebrajamiento por tensión en botellas PET que comprenden una capa de barrera.

Las composiciones acuosas de la presente invención se pueden evaluar, si se desea usando una Prueba de Perfil de Espuma, una Prueba de Transporte de Corto Trayecto y una Prueba de Resquebrajamiento por Tensión de PET.

#### Prueba del Perfil de Espuma

De acuerdo con esta prueba, se invirtieron 10 veces 200 ml de una composición lubricante a temperatura ambiente en un cilindro de vidrio graduado tapado de 500 ml. Inmediatamente después de la décima inversión, se registró el volumen total de líquido más espuma. El cilindro taponado se dejó permanecer estacionario, y 60 segundos después de la última inversión del cilindro se registró el volumen total de líquido más espuma. El valor de perfil de espuma es la relación del volumen total del líquido más espuma a los 60 segundos dividido por el volumen original.

#### Prueba de Transporte de Corto Trayecto

Un sistema de transporte que emplea una cinta transportadora termoplástica de poliacetal de 83 mm de ancho por 6,1 metros de largo REXNORD™ LF impulsada por motor se hizo funcionar a una velocidad de cinta de 30,48 metros/minuto. Cuatro botellas PET de 20 onzas llenas con bebida se enlazaron y conectaron a un extensómetro estacionario. Se registró la fuerza ejercida en el extensómetro durante el funcionamiento de la cinta usando un ordenador. Se aplicó una capa fina y uniforme de composición lubricante a la superficie de la cinta usando boquillas de pulverización de lubricante convencionales que aplican un total de 3,2 galones de composición lubricante por hora. La cinta transportadora se dejó funcionar durante 25 a 90 minutos durante cuyo tiempo se observó sistemáticamente una baja fuerza de resistencia. Se calculó el coeficiente de fricción (COF) dividiendo la fuerza de resistencia (F) entre el peso de las cuatro botellas PET llenas de bebida de 20 onzas más el lazo (W):  $COF = F/W$ .

#### Prueba de Resquebrajamiento por Tensión de PET

La compatibilidad de composiciones acuosas con botellas de bebida PET se determinó cargando botellas con agua carbonatada, poniéndolas en contacto con la composición acuosa, almacenándolas a elevadas temperaturas y humedad durante un periodo de 28 días, y contando el número de botellas que, o bien explotan o se derraman a través de grietas en la zona de la base de la botella. Se cargaron sucesivamente botellas "contour" estándar de veinte onzas (disponibles en Southeastern Container, Enka, NC) con 557 g de agua enfriada de 0° a 5°C, 10,6 g de bicarbonato sódico, y 17,1 ml (21,1 g) de solución en agua de ácido cítrico al 50% en peso. Inmediatamente después de la adición de la solución de ácido cítrico, se tapó la botella cargada, se lavó con agua desionizada y se almacenó en condiciones ambientales (20° - 25°C) durante la noche. Veinticuatro botellas así cargadas se giraron durante aproximadamente cinco segundos en la composición de prueba, después de lo cual se humedecieron con la composición acuosa prueba hasta la costura que separa las zonas de la base y la pared lateral de la botella, luego se colocan en una bandeja colectora estándar (número de pieza 4034039, disponible en Sysco, Houston TX) forrada con una bolsa de polietileno. Se vertió la composición acuosa prueba adicional en la bandeja colectora alrededor de las botellas de manera que la cantidad total de composición acuosa prueba en la bandeja (transportada sobre las botellas y vertida separadamente) era igual a 132 g. Las composiciones acuosas prueba no se espumaron para esta prueba. Para cada composición probada, se usaron un total de cuatro bandejas colectoras de 24 botellas. Inmediatamente después de colocar las botellas y las composiciones acuosas dentro de las bandejas colectoras, las bandejas colectoras se trasladaron a una cámara ambiental en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa. Se verificaron los contenedores a diario y se registró el número de botellas fallidas (estalladas que perdían líquido por agrietamientos en la base de la botella). Al cabo de 28 días, se avaluó la cantidad de agrietamiento en la región de la base de las botellas que no tuvieron fallo durante la prueba de humedad. Se dio una puntuación de agrietamiento visual = 0 a las botellas en donde no era evidente el agrietamiento, la base de la botella sigue estando perfecta; y 10 = agrietamiento pronunciado en la medida en que la base se ha vuelto opaca.

#### 40 Ejemplos

La invención se puede entender mejor mediante la revisión de los siguientes ejemplos.

Los ejemplos son solamente para fines ilustrativos, y no limitan el alcance de la invención.

##### Ejemplo Comparativo A

(agua alcalina blanda)

Se preparó una composición acuosa que consiste en una solución de agua desionizada que contiene 100 ppm de alcalinidad como  $CaCO_3$  disolviendo 0,168 g de bicarbonato sódico en 1000 g de agua desionizada. Por análisis, el agua alcalina blanda contenía 99,7 ppm de alcalinidad total como  $CaCO_3$ , <0,5 ppm de calcio, <0,5 ppm de magnesio, y dureza total como  $CaCO_3$  igual a <1,5 ppm. La relación de dureza como  $CaCO_3$  a alcalinidad como  $CaCO_3$  fue <0,02 a 1. La composición acuosa de agua alcalina se probó para compatibilidad PET como se describió anteriormente. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, 14 de 96 botellas habían fallado (15%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 2,4.

## Ejemplo 1

(agua alcalina blanda más cloruro cálcico)

Se preparó una composición acuosa que contenía 220 ppm de cloruro cálcico más 100 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  diluyendo 5 g de una solución de cloruro cálcico al 4,4% en agua con una solución de 0,168 g de bicarbonato sódico en 995 g de agua desionizada. La composición acuosa resultante contenía ion de dureza equivalente a 198 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$  y la relación de dureza como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  fue 1,98 a 1. El cloruro cálcico que contenía la composición acuosa alcalina se ensayó para compatibilidad PET como se describió anteriormente. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 2,1. Lo que muestra este ejemplo es que añadir la sal de un ion de dureza al agua alcalina para dar una composición acuosa con una relación de dureza a alcalinidad igual a 1,98 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

## Ejemplo 2

(agua alcalina dura de calentador)

Una composición acuosa que consiste en agua alcalina dura de un calentador de botellas usado para calentar botellas PET en una línea de transporte que usa un lubricante de silicona se ensayó para compatibilidad PET como se describió anteriormente. La muestra de agua alcalina dura se tituló a pH 8,3 y pH 4,0 usando HCl 0,1 N, después de lo cual se encontró que la muestra contenía 86,6 ppm de alcalinidad de bicarbonato como  $\text{CaCO}_3$  y 0,2 ppm de alcalinidad de carbonato como  $\text{CaCO}_3$  para una alcalinidad total como  $\text{CaCO}_3$  igual a 86,8 ppm. Se llevó a cabo un análisis de metales mediante espectroscopía de plasma inductivamente acoplado (ICP) que mostró que la muestra contenía 32 ppm de calcio, 8 ppm de magnesio, y dureza total como  $\text{CaCO}_3$  igual a 115 ppm. La relación de dureza como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  fue 1,32 a 1. El agua alcalina dura de calentador se ensayó para compatibilidad PET como se describió anteriormente. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 1,5. Lo que muestra este ejemplo es que sustituir el agua alcalina dura sin tratar con una relación de dureza a alcalinidad igual a 1,32 a 1 por agua alcalina blanda es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

## Ejemplo 3

(agua alcalina blanda más lubricante de silicona con cloruro magnésico)

Se preparó una composición concentrada de lubricante añadiendo 1,50 g de una solución de copolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108 al 10% (disponible en BASF Corporation, Mount Olive, NJ), 12,5 g de  $\text{MgCl}_2$  al 30%, 7,99 g de KATHON CG-ICP (disponible en Rohm and Haas Company, Philadelphia, PA), y 2,53 g de emulsión de silicona Lambent E2140FG a 75,5 g de agua desionizada. Se preparó una composición de lubricante acuosa diluyendo 2,5 g de composición de lubricante concentrado con 997,5 g de una solución de 168 ppm de bicarbonato sódico en agua desionizada. La composición lubricante resultante contenía 94 ppm de cloruro magnésico (equivalente a 98 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$  y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ ). La relación de dureza como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  fue de 0,98 a 1. El valor del perfil de espuma para la composición medido como se describió anteriormente fue de 1,0. Se probó la composición lubricante para compatibilidad PET como se describió anteriormente después de lo cual después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 5 de 96 botellas (5%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 3,0. Lo que muestra este ejemplo es que añadir una composición lubricante concentrada que comprende una sal de ion de dureza a agua alcalina para dar una composición lubricante con una relación de dureza a alcalinidad igual a 0,98 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

## Ejemplo 4

(agua alcalina blanda más lubricante de silicona con cloruro magnésico)

Se preparó una composición concentrada lubricante añadiendo 0,33 g de ácido acético glacial, 1,25 g de GENAMIN LA302-D (disponible en Clariant Corporation, Mount Holly, NC), 0,4 g de tensioactivo SURFONICL24-7 (disponible en Huntsman Corporation, Houston, TX), 15,9 g de  $\text{MgCl}_2$  al 30%, 1,25 g de KATHON CG-ICP y 1,25% de emulsión de silicona Lambent E2140FG a 79,6 g de agua desionizada. Se preparó una composición lubricante acuosa diluyendo 2,5 g de composición lubricante concentrada con 997,5 g de una solución de 168 ppm de bicarbonato sódico en agua desionizada. En un experimento separado, se tituló una mezcla de 2500 ppm de lubricante concentrado en agua desionizada sin alcalinidad añadida con HCl 0,1 N y se calculó la alcalinidad total calculada como se describió anteriormente se determinó que era 12 ppm como  $\text{CaCO}_3$ . La composición lubricante resultante contenía 119 ppm de cloruro magnésico (equivalente a 125 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$ ), 112 ppm de alcalinidad total como  $\text{CaCO}_3$ , y 168 ppm de  $\text{NaHCO}_3$  (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ ). La relación de dureza a alcalinidad total fue de 1,12 a 1 y la relación de dureza a alcalinidad del agua de dilución fue de 1,25 a 1. El

valor del perfil de espuma para la composición medido como se describió anteriormente fue de 1,0. Se probó la composición lubricante para compatibilidad PET como se describió anteriormente después de lo cual después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 3,8. Lo que muestra este ejemplo es que añadir una composición lubricante concentrada que comprende una sal de ion de dureza a agua alcalina para dar una composición lubricante con una relación de dureza a alcalinidad igual a 1,25 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET. En un ensayo separado, se diluyeron 20 g de la composición lubricante concentrada con 3 kg de agua municipal alcalina dura del Ejemplo 7, y 7 kg de agua desionizada. El coeficiente de fricción entre cuatro botellas de 20 onzas "Global Swirl" y pista Delrin era 0,13.

#### 10 Ejemplo 5

(agua alcalina blanda más cloruro de zinc)

Se preparó una composición acuosa que contenía 136 ppm de cloruro de zinc más 100 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  diluyendo 10 g de una solución de cloruro de zinc en agua al 1,36% con una solución de 0,168 g de bicarbonato sódico en 1000 g de agua desionizada. La composición acuosa resultante contenía ion de dureza equivalente a 100 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$  y la relación de dureza como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  fue de 1,00 a 1. El cloruro de zinc que contiene la composición acuosa alcalina se ensayó para compatibilidad PET como se describió anteriormente. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 1,3. Lo que muestra este ejemplo es que añadir la sal de ion zinc, un ion de dureza, composición de lubricante concentrada que comprende una sal de ion de dureza a agua alcalina para dar una solución con una relación dureza a alcalinidad igual a 1,00 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

#### Ejemplo 6

(agua municipal alcalina dura)

Se ensayó agua municipal de Eagan, Minesota para compatibilidad PET como se describió anteriormente. El agua municipal alcalina dura se tituló a pH 8,3 y pH 4,0 usando HCl 0,1 N, después de lo cual se encontró que la muestra contenía 258 ppm de alcalinidad de bicarbonato como  $\text{CaCO}_3$  y 3 ppm de alcalinidad de carbonato como  $\text{CaCO}_3$  para una alcalinidad total igual a 261 ppm como  $\text{CaCO}_3$ . Se llevó a cabo un análisis de metales mediante espectroscopía de plasma inductivamente acoplado (ICP) que mostró que la muestra contenía 64 ppm de calcio, 22 ppm de magnesio, y una dureza total como  $\text{CaCO}_3$  igual a 249 ppm. La relación de dureza como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  fue de 0,95 a 1. El agua municipal alcalina dura se ensayó para compatibilidad PET como se describió anteriormente excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 1 de 96 botellas (1%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 2,0. Lo que muestra este ejemplo es que sustituir el agua alcalina dura, sin tratar con una relación de dureza a alcalinidad igual a 0,95 a 1 por agua alcalina blanda es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

#### Ejemplo comparativo B

(agua municipal alcalina ablandada)

Se ablandó agua municipal de Eagan, Minesota y después se ensayó para compatibilidad PET como se describió anteriormente. Mediante análisis, el agua municipal ablandada de Eagan contenía 262 pp de alcalinidad total como  $\text{CaCO}_3$ , <0,5 ppm de calcio, <0,5 ppm de magnesio, y la dureza total como  $\text{CaCO}_3$  fue inferior a 4 ppm. La relación de dureza como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  fue menos de 0,02 a 1. Se ensayó el agua municipal ablandada para compatibilidad PET como se describió anteriormente excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 15 de 96 botellas (16%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 1,9. Lo que muestra este ejemplo comparativo es que ablandar agua alcalina dura provoca un aumento en la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

#### Ejemplo comparativo C

50 (agua alcalina blanda más lubricante de silicona)

Se preparó una composición lubricante acuosa que contenía 125 ppm de emulsión de silicona Lambent E2140FG, 7,5 ppm de colpolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108, 5,0 ppm de metil parabeno, y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ ). La relación de dureza como  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  fue <0,02 a 1. Se ensayó la composición lubricante para compatibilidad PET como se describió anteriormente excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global

Swirl" por botellas contour de veinte onzas. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 9 de 48 botellas (19%).

Ejemplo 7

(agua alcalina blanda más lubricante de silicona con cloruro cálcico)

5 Se preparó una composición lubricante acuosa que contenía 125 ppm de emulsión de silicona Lambent E2140FG, 7,6 ppm de colpolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108, 5,0 ppm de metil parabeno, 220 ppm de CaCl<sub>2</sub> (equivalente a 198 ppm de dureza como CaCO<sub>3</sub>) y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> fue 1,98 a 1. El valor de perfil de espuma para la composición medido como se describió anteriormente fue 1,0. Se  
10 ensayó la composición lubricante de silicona para compatibilidad PET como se describió anteriormente excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 2,6. Lo que muestra este ejemplo es que añadir la sal de un ion de dureza a una composición lubricante alcalina que contiene silicona tal que la  
15 relación de dureza a alcalinidad es igual a 1,98 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

Ejemplo 8

(agua alcalina blanda más lubricante de silicona con cloruro magnésico)

20 Se preparó una composición lubricante acuosa que contenía 125 ppm de emulsión de silicona Lambent E2140FG, 7,5 ppm de colpolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108, 5,0 ppm de metil parabeno, 189 ppm de MgCl<sub>2</sub> (equivalente a 198 ppm de dureza como CaCO<sub>3</sub>) y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> fue 1,98 a 1. Se ensayó la composición lubricante para compatibilidad PET como se describió anteriormente excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas después de lo cual  
25 después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 4,0. Lo que muestra este ejemplo es que añadir la sal de un ion de dureza a una composición lubricante que contiene silicona alcalina tal que la relación de dureza a alcalinidad es igual a 1,98 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

30 Ejemplo 9

(lubricante de silicona hecho con agua municipal alcalina dura)

35 Se preparó una composición lubricante acuosa que contenía 125 ppm de emulsión de silicona Lambent E2140FG, 7,5 ppm de colpolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108, 5,0 ppm de metil parabeno en agua municipal de Eagan, Minesota. Por análisis, el agua municipal de Eagan contenía 261 ppm de alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub>, 64 ppm de calcio, 22 ppm de magnesio, dureza total como CaCO<sub>3</sub> igual a 249 ppm, y una relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> igual a 0,95 a 1. Se ensayó la composición lubricante para compatibilidad PET como se describió anteriormente después de lo cual después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La  
40 puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 2,0. Lo que muestra este ejemplo es que diluir un lubricante de silicona con agua alcalina dura es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET con respecto a la dilución con agua alcalina blanda.

Ejemplo comparativo D

(agua alcalina blanda más lubricante compuesto de etoxilato)

45 Se preparó una composición lubricante acuosa que contenía 388 ppm de colpolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108, 98 ppm de tensioactivo ANTAROX BL-240 (disponible en Rodia, Cranbury NJ), 48 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 98 ppm de tensioactivo NEODOL 25-9 (producto de Shell Oil Company, Houston, TX), y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> fue <0,02 a 1. Se ensayó el lubricante compuesto de etoxilato para compatibilidad PET como se describió anteriormente excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas, después de lo cual después de 28 días de almacenamiento en  
50 condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 14 de 96 botellas (15%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 7,2.

## Ejemplo 10

(agua alcalina blanda más lubricante compuesto de etoxilato con cloruro cálcico)

Se preparó una composición lubricante acuosa que contenía 388 ppm de colpolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108, 98 ppm de tensioactivo ANTAROX BL-240, 48 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 98 ppm de tensioactivo NEODOL 25-9, 220 ppm de CaCl<sub>2</sub> (equivalente a 198 ppm de dureza como CaCO<sub>3</sub>) y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> fue 1,98 a 1. El valor de perfil de espuma para la composición medido como se describió anteriormente fue 1,6. Se ensayó la composición lubricante compuesta de etoxilato acuoso para compatibilidad PET como se describió anteriormente excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas, después de lo cual después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 7,4. Lo que muestra este ejemplo es que añadir la sal de un ion de dureza a una composición lubricante que contiene compuesto de etoxilato alcalino tal que la relación de dureza a alcalinidad es igual a 1,98 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

## Ejemplo comparativo E

(agua alcalina blanda más lubricante de transportador comercial)

Se preparó una composición lubricante acuosa diluyendo 5,0 g de composición concentrada lubricante SMARTFOAM PLUS (disponible en Pure-Chem Products Inc., Stanton CA) con 995 g de una solución de 168 ppm de bicarbonato sódico en agua desionizada. Se describe SMARTFOAM PLUS como que contiene un compuesto de etoxilato de alcohol primario. La composición lubricante resultante contenía 2500 ppm de SMARTFOAM PLUS y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> fue <0,02 a 1. Se ensayó la composición lubricante SMARTFOAM PLUS para compatibilidad PET. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 20 de 96 botellas (21%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 7,9.

## Ejemplo 11

(agua alcalina blanda más lubricante de transportador comercial con cloruro magnésico)

Se preparó una composición lubricante acuosa añadiendo 75 g de agua desionizada y 25 g de cloruro magnésico al 30% a 100 g de SMARTFOAM PLUS. Se preparó una composición lubricante acuosa diluyendo 5,0 g de composición lubricante concentrada con 995 g de una solución de 168 ppm de bicarbonato sódico en agua desionizada. La composición lubricante resultante contenía 2500 ppm de SMARTFOAM PLUS, 188 ppm de cloruro magnésico (equivalente a 197 ppm de dureza como CaCO<sub>3</sub>), y 168 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 100 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> fue 1,98 a 1. Se ensayó el lubricante de transportador comercial más cloruro magnésico para compatibilidad PET. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 7,6. Lo que muestra este ejemplo es que añadir la sal de un ion de dureza a una composición de un lubricante de transportador comercial en agua alcalina tal que la relación de dureza a alcalinidad es igual a 1,98 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

## Ejemplo comparativo F

(agua alcalina blanda más lubricante de transportador a base de amina)

Se preparó una composición de lubricante concentrado añadiendo 9,0 g de tensioactivo SURFONIC TDA-9 (disponible en Huntsman Corporation, Houston TX) a una mezcla de 1,3 g de cloruro cálcico dihidrato, 6,43 g de ácido acético glacial, 7,5 g de DUOMEEN OL (disponible en Akzo Nobel Surface Chemistry LLC, Chicago, IL), 3,0 g de DUOMEEN CD (disponible en Akzo Nobel Surface Chemistry LLC, Chicago, IL), 4,5 g de GENAMIN LA302D, y 1,83 g de hidróxido potásico al 45% en 63,4 g de agua ablandada. Se preparó una composición lubricante acuosa diluyendo 5,0 g de solución concentrada lubricante con 995 g de una solución de 336 ppm de bicarbonato sódico en agua desionizada sin alcalinidad añadida con HCl 0,1 N y se calculó la alcalinidad total como se describió anteriormente para ser 208 ppm como CaCO<sub>3</sub>. La composición de lubricante que contiene 5000 ppm de lubricante concentrado preparada con agua alcalina que contiene 50 ppm de cloruro cálcico (equivalente a 45 ppm de dureza como CaCO<sub>3</sub>), 408 ppm de alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub>, y 336 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 200 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub> fue 0,11 a 1, y la relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> del agua de dilución fue 0,23 a 1. Se ensayó la composición lubricante como se describió anteriormente para compatibilidad PET excepto que se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas después de lo cual después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 14 de 96 botellas (15%).

Ejemplo 12

(agua alcalina blanda más lubricante de transportador a base de amina con cloruro cálcico)

Se preparó una composición lubricante concentrada modificada añadiendo 57,9 g de agua desionizada y 3,05 g de cloruro cálcico a 39,1 g de lubricante concentrado del Ejemplo Comparativo F. Se preparó una composición lubricante diluyendo 12,8 g de lubricante concentrado modificado con 987,2 g de una solución de 336 ppm de bicarbonato sódico en agua desionizada. En un experimento separado, se titularon 5000 ppm de lubricante concentrado en agua desionizada sin alcalinidad añadida con HCl 0,1 N y se calculó la alcalinidad total como se describió anteriormente para ser 208 ppm como CaCO<sub>3</sub>. La composición de lubricante acuosa resultante contenía 5000 ppm de lubricante concentrado del Ejemplo Comparativo F, 440 ppm de cloruro cálcico total (equivalente a 397 ppm de dureza como CaCO<sub>3</sub>), 408 ppm de alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub>, y 332 ppm de bicarbonato sódico (equivalente a 200 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>). La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub> fue 0,97 a 1, y la relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad del agua de dilución como CaCO<sub>3</sub> fue 1,98 a 1. Se ensayó la composición lubricante a base de amina como se describió anteriormente para compatibilidad PET excepto que la duración de la prueba fue de 31 días en lugar de 28, se sustituyeron botellas de veinte onzas "Global Swirl" por botellas contour de veinte onzas, y en los días 4 y 15-17 la humedad relativa se redujo de 85% a entre 10 y 20%, y en los días 18 a 31, la humedad relativa fue del 78%. Durante la prueba de compatibilidad PET, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 7,7. Lo que muestra este ejemplo es que añadir la sal de un ion de dureza a una composición de un lubricante de transportador a base de amina en agua alcalina tal que la relación de dureza a alcalinidad es igual a 1,98 a 1 es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET.

Ejemplo comparativo G

(agua alcalina blanda)

Se preparó una solución de agua desionizada que contiene 50 ppm de alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> disolviendo 0,168 g de bicarbonato sódico en 2000 g de agua desionizada. La relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> fue <0,02 a 1. Se ensayó la solución de agua alcalina para compatibilidad PET como se describió anteriormente. Después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 12 de 96 botellas (12%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 1,7.

Ejemplo 13

(lubricante de silicona hecho con agua municipal alcalina dura)

Se preparó una composición lubricante acuosa que contenía 125 ppm de emulsión de silicona Lambent E2140FG, 7,6 ppm de colpolímero bloqueado de poli(óxido de etileno- óxido de propileno) PLURONIC F108, 5,0 ppm de metil paraben, y 19,2% de agua municipal sin tratar de Eagan, Minesota en agua desionizada. Mediante formulación usando datos analíticos para el agua municipal de Eagan, la composición contenía 50 ppm de alcalinidad total como CaCO<sub>3</sub>, 12 ppm de calcio, 4 ppm de magnesio, dureza total como CaCO<sub>3</sub> igual a 48 ppm, y una relación de dureza como CaCO<sub>3</sub> a alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> igual a 0,95 a 1. Se ensayó la composición lubricante para compatibilidad PET como se describió anteriormente después de lo cual después de 28 días de almacenamiento en condiciones de 100° F y 85% de humedad relativa, habían fallado 0 de 96 botellas (0%). La puntuación de agrietamiento de las botellas que no fallaron en esta prueba fue de 2,1. Lo que muestra este ejemplo es que diluir un lubricante de silicona con agua alcalina dura es capaz de reducir la tasa de fallo de botellas en la prueba de compatibilidad PET en relación con agua alcalina blanda con el mismo nivel de alcalinidad.

Ejemplos comparativos H-M y Ejemplos 14-31

Se muestran las fórmulas para seis formulaciones ejemplos comparativas y dieciocho formulaciones de la invención en la Tabla 1. SURPASS 100, STER-BAC, LUBODRIVE FP y LUBRI-KLENZ S están disponibles en Ecolab, St. Paul, MN, SMART-FOAM PLUS está disponible en Pure-Chem Products Inc., Stanton CA. DICOLUBE TPB está disponible en JohnsonDiversey, Sturtevant, WI.

Tabla 1

	Ejemplo H (Comp.)	Ejemplo I (Comp.)	Ejemplo J (Comp.)	Ejemplo K (Comp.)	Ejemplo L (Comp.)	Ejemplo M (Comp.)
SURPASS 100	200 ppm					
STER-BAC		200 ppm				
LUBODRIVE FP			2500 ppm			

ES 2 658 542 T3

SMARTFOAM Plus				2500 ppm		
DICOLUBE TPB					2500 ppm	
LUBRI-KLENZ S						5000 ppm
Solución de cloruro magnésico al 30%						
Solución de cloruro cálcico al 30%						
Agua de calentador del Ejemplo 2, ablandada	residual	residual	residual	residual	residual	residual
Agua de calentador del Ejemplo 2, según se recibe						
Relación de dureza a alcalinidad	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1
Relación de dureza a alcalinidad del agua de dilución	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1	<0,02:1
	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo 17	Ejemplo 18	Ejemplo 19
SURPASS 100	200 ppm					
STER-BAC		200 ppm				
LUBODRIVE FP			2500 ppm			
SMARTFOAM Plus				2500 ppm		
DICOLUBE TPB					2500 ppm	
LUBRI-KLENZ S						5000 ppm
Solución de cloruro magnésico al 30%						
Solución de cloruro cálcico al 30%						
Agua de calentador del Ejemplo 2, ablandada						
Agua de calentador del Ejemplo 2, según se recibe	residual	residual	residual	residual	residual	residual
Relación de dureza a alcalinidad	1,32 a 1	0,30 a 1				
Relación de dureza a alcalinidad del agua de dilución	1,32 a 1					
	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22	Ejemplo 23	Ejemplo 24	Ejemplo 25
SURPASS 100	200 ppm					
STER-BAC		200 ppm				
LUBODRIVE FP			2500 ppm			

ES 2 658 542 T3

SMARTFOAM Plus				2500 ppm		
DICOLUBE TPB					2500 ppm	
LUBRI-KLENZ S						5000 ppm
Solución de cloruro magnésico al 30%	550 ppm					
Solución de cloruro cálcico al 30%						
Agua de calentador del Ejemplo 2, ablandada	residual	residual	residual	residual	residual	residual
Agua de calentador del Ejemplo 2, según se recibe						
Relación de dureza a alcalinidad	1,99 a 1	0,46 a 1				
Relación de dureza a alcalinidad del agua de dilución	1,99 a 1					
	Ejemplo 26	Ejemplo 27	Ejemplo 28	Ejemplo 29	Ejemplo 30	Ejemplo 31
SURPASS 100	200 ppm					
STER-BAC		200 ppm				
LUBODRIVE			2500 ppm			
SMARTFOAM Plus				2500 ppm		
DICOLUBE TPB					2500 ppm	
LUBRI-KLENZ S						5000 ppm
Solución de cloruro magnésico al 30%						
Solución de cloruro cálcico al 30%	650 ppm					
Agua de calentador del Ejemplo 2, ablandada	residual	residual	residual	residual	residual	residual
Agua de calentador del Ejemplo 2, según se recibe						
Relación de dureza a alcalinidad	2,02 a 1	0,45 a 1				
Relación de dureza a alcalinidad del agua de dilución	2,02 a 1					

Diversas modificaciones y alteraciones de esta invención serán evidentes para los expertos en la técnica sin apartarse del alcance y espíritu de la invención, y se pretende que estén dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptible llenas con bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador en donde la botella se pone en contacto con una o más composiciones acuosas que tienen más de aproximadamente 50 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  y una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos aproximadamente 1 a 1, en donde el paso de las botellas se lubrica usando una composición lubricante de transportador con un perfil de espuma de menos de aproximadamente 1,4, cuando se mide usando la prueba de perfil de espuma descrita en el párrafo [0066] de la especificación, en donde el lubricante de transportador comprende una emulsión de silicona.
- 10 **2.** El método de la reivindicación 1 en donde el paso de botellas se lubrica usando un lubricante de transportador con un perfil de espuma menor de 1,1.
- 3.** El método de la reivindicación 1 en donde la relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  es igual a al menos 2 a 1.
- 4.** El método de la reivindicación 1 en donde la composición acuosa es una composición de lavado acuosa.
- 5.** El método de la reivindicación 1 en donde la composición acuosa es una composición lubricante acuosa.
- 15 **6.** Una composición lubricante acuosa que comprende entre 0,1 y 1,0 de porcentaje en peso de composición lubricante concentrada y entre 99,0 y 99,9 por ciento de agua de dilución y que tiene más de 50 ppm de alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ , en donde la relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  en la composición lubricante acuosa a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  en el agua de dilución usada para preparar la composición lubricante acuosa es mayor de 1 a 1 y en donde la composición lubricante concentrada comprende un material de silicona miscible en agua.
- 20 **7.** La composición lubricante de la reivindicación 6 en donde la composición lubricante concentrada comprende un compuesto de etoxilato.
- 8.** La composición lubricante de la reivindicación 6 en donde la composición lubricante concentrada comprende un compuesto de amina grasa.
- 25 **9.** Un método para procesar y transportar botellas de polímero hidrolíticamente susceptible llenas de bebidas carbonatadas a lo largo de un transportador, el método que comprende poner en contacto las botellas durante el transporte con una o más composiciones acuosas que tienen más de 25 ppm de dureza como  $\text{CaCO}_3$  y una relación de dureza como ppm de  $\text{CaCO}_3$  a alcalinidad como ppm de  $\text{CaCO}_3$  igual a al menos 1:1, en donde al menos una de una o más composiciones acuosas es una composición lubricante que comprende material de silicona o una composición acuosa de lavado, y en donde las botellas incluyen una o más características seleccionadas del grupo de
- 30
  - a. un material de barrera activo o pasivo,
  - b. más del 10% en peso de un polímero que no es PET, y
  - c. más del 12% en peso de un polímero reciclado de post-consumo que comprende PET.
- 35 **10.** El método de la reivindicación 9, en donde una o más composiciones acuosas es una solución de lavado aplicada a las botellas a través de cabezales de ducha o boquillas de pulverización.
- 11.** El método de la reivindicación 9, en donde una o más composiciones acuosas es una composición lubricante aplicada de un modo intermitente.