

COMPOSICIONES Y MÉTODOS PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE AZÚCAR DE LA CAÑA DE AZÚCAR COSECHADA

Esta solicitud se presenta el 13 de diciembre de 2018 como una solicitud de patente internacional PCT y reivindica prioridad a la solicitud de patente europea núm. 17208590.4, presentada el 19 de diciembre de 2017, cuya descripción completa se incorpora como referencia en su totalidad.

CAMPO

La presente descripción se refiere a composiciones y métodos para aumentar el rendimiento de azúcar de la caña de azúcar cosechada. En particular, las composiciones y métodos descritos proporcionan un control inmediato de las bacterias ambientales que pueden reducir el rendimiento de sacarosa de la caña de azúcar cortada mediante la aplicación de un tratamiento antimicrobiano inmediatamente después del corte durante la cosecha.

ANTECEDENTES

La caña de azúcar es la mayor fuente de sacarosa del mundo. La caña de azúcar es el término común para varias especies de gramíneas en el género *Saccharum*. Esta se cosecha al cortar los tallos en la base justo por encima del nivel del suelo. Esto puede hacerse manualmente o con cosechadoras mecánicas. Después de la cosecha, la caña de azúcar se transporta rápidamente a los molinos para su procesamiento. La sacarosa (azúcar de caña) se produce a partir del jugo de caña. El etanol puede formarse al fermentar la sacarosa para obtener alcohol o combustible.

Desde el momento en que se corta la caña de azúcar, el contenido de sacarosa de la caña comienza a deteriorarse rápidamente debido a la conversión microbiana de la sacarosa en dextrano. En particular, se han identificado *Leuconostoc mesenteroide* y *Weissellia confuse* como las especies bacterianas que provocan la mayor degradación de sacarosa en la caña de azúcar. Una vez que la caña de azúcar cortada llega al molino, se aplican varios tratamientos químicos al jugo de caña prensado para controlar la degradación de la sacarosa. Sin embargo, sigue siendo necesario reducir o prevenir la degradación de la sacarosa desde el momento en que se cosecha la caña en el campo hasta el momento en que se extrae el jugo de la caña en el molino. La prevención de la degradación de la sacarosa antes de que la caña llegue al molino mejorará los rendimientos generales de azúcar.

Es en este contexto que se hace la presente descripción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente descripción se refiere a composiciones y métodos para tratar la caña de azúcar cosechada para reducir la contaminación microbiana. Los tratamientos de control microbiano se aplican inmediatamente a la caña de azúcar cortada para prevenir que las bacterias infecten el jugo de azúcar mientras la caña se transporta a un molino de procesamiento. La prevención de la contaminación microbiana también previene la conversión de sacarosa en dextrano, lo que reduce de esta manera la pureza del azúcar. El tratamiento de la caña de azúcar con composiciones que contienen perácidos mejora el rendimiento global de sacarosa de la caña al reducir la cantidad de sacarosa que se convierte en dextrano.

En un aspecto, se proporciona un método para aumentar el rendimiento de sacarosa de la caña de azúcar. Se aplica una composición antimicrobiana de perácido a la caña de azúcar cortada. La composición antimicrobiana de perácido comprende de aproximadamente 1250 a aproximadamente 6300 ppm de ácido carboxílico; de aproximadamente 600 a 3050 ppm de ácido peroxicarboxílico; de aproximadamente 450 a aproximadamente 2250 ppm de peróxido; de aproximadamente 0 a aproximadamente 150 ppm de agente quelante y agua. La composición antimicrobiana de perácido puede incluir además agentes adicionales seleccionados de agentes quelantes, solventes orgánicos, desinfectantes, agentes antimicrobianos, magnesio, reológicos, modificadores del pH, conservantes, auxiliares de procesamiento u otros ingredientes funcionales. En algunas modalidades, la composición antimicrobiana de perácido se aplica a la caña de azúcar cortada dentro de las 2 horas posteriores a la cosecha, o dentro de los 15 minutos posteriores a la cosecha.

En algunos aspectos, la composición antimicrobiana de perácido comprende de aproximadamente 1950 a aproximadamente 5150 ppm de ácido carboxílico; de aproximadamente 950 a 2500 ppm de ácido peroxicarboxílico; de aproximadamente 700 a aproximadamente 1850 ppm de peróxido; de aproximadamente 65 a aproximadamente 165 ppm de agente quelante; y agua. El ácido carboxílico en la composición antimicrobiana puede seleccionarse del grupo que consiste en ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido benzoico y ácido salicílico. En algunas modalidades, el ácido carboxílico es ácido acético o una combinación de ácido acético y ácido octanoico. El ácido peroxicarboxílico puede ser ácido peroxiacético, ácido

peroxioctanoico o sus combinaciones. En algunos aspectos, el peróxido es peróxido de hidrógeno. En algunos aspectos, el agente quelante comprende ácido fosfónico o una combinación de ácido fosfónico y ácido dipicolínico o picolínico. En algunas modalidades, la composición antimicrobiana de perácido comprende además un agente espesante seleccionado del grupo que consiste en goma xantana, goma guar, arrurruz, almidón de maíz, almidón de katakuri, almidón de papa, tapioca, sagú, alginina, goma de algarrobo, colágeno, gelatina, agar, carragenina, pectina, celulosa y goma arábica. En otro aspecto, un método para aumentar el rendimiento de sacarosa en la caña de azúcar cosechada comprende diluir una composición concentrada a una tasa de 1 : 50 a 1 :2000 con agua para formar una solución de uso. La composición concentrada comprende de aproximadamente 5 a aproximadamente 60 % en peso de ácido carboxílico; de aproximadamente 4 a aproximadamente 30 % en peso de ácido peroxicarboxílico; y de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 % en peso de peróxido. La solución de uso se aplica a la caña de azúcar dentro de las 12 horas posteriores al corte de la caña de azúcar. En algunas modalidades, el ácido carboxílico comprende uno o más de ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido benzoico y ácido salicílico. En algunos aspectos, el ácido carboxílico comprende de 30 a 60 % en peso de ácido acético. En algunas modalidades, el peróxido comprende de 10 a 25 % en peso de peróxido de hidrógeno. La solución de uso diluida puede aplicarse mediante uno o más de pulverización, goteo, inmersión, nebulización o remojo. En algunos aspectos, la aplicación se produce dentro de 0.1 segundos a 8 minutos posteriores al corte o dentro de 1 segundo a 6 horas posteriores al corte de la caña de azúcar. En algunas modalidades, la aplicación se realiza pulverizando con un aplicador fijado a una cosechadora de caña de azúcar. En otras modalidades, la aplicación se realiza manualmente pulverizando la caña cortada con un dispositivo de pulverización manual o de mochila. En algunas modalidades, la composición concentrada comprende además un agente quelante. En algunos aspectos, la composición concentrada se diluye a una tasa de 1: 125-1 :400 con agua para formar la solución de uso. En algunos aspectos, el ácido carboxílico comprende ácido octanoico y ácido acético y el ácido peroxicarboxílico comprende ácido peroxioctanoico y ácido peroxiacético. En algunas modalidades, la composición concentrada comprende además un antimicrobiano adicional seleccionado del grupo que consiste en enzimas, bactericidas, fagos y bacteriocinas. En otro aspecto más, se proporciona un método para aumentar el rendimiento de sacarosa de la caña de azúcar cosechada mediante la aplicación de una solución de

uso que comprende de aproximadamente 950 a 2500 ppm de ácido peroxicarboxílico a la caña de azúcar dentro de las 4 horas posteriores al corte de la caña de azúcar. La solución de uso puede aplicarse a la caña de azúcar cortada con un aparato de pulverización fijado a una cosechadora de caña de azúcar o manualmente a la caña de azúcar cortada con un dispositivo de pulverización manual o de mochila. En algunos aspectos, la solución de uso se aplica a la caña de azúcar cortada dentro de aproximadamente los 30 minutos posteriores a la cosecha. En algunas modalidades, el ácido peroxicarboxílico se selecciona del grupo que consiste en ácido peroxiacético, ácido peroxioctanoico, ácido perfoómico, un ácido peroxicarboxílico sulfonado y sus mezclas. En algunos aspectos, el ácido peroxicarboxílico comprende 900 ppm a 1100 ppm de ácido peroxiacético o 2250 ppm a 2600 ppm de ácido peroxiacético.

En un aspecto, se proporciona un sistema para aumentar el rendimiento de sacarosa de la caña de azúcar. El sistema incluye una cosechadora de caña de azúcar que tiene un elevador. Se fija un depósito de solución antimicrobiana en la cosechadora de caña de azúcar y el depósito de solución antimicrobiana contiene una solución antimicrobiana que inhibe la degradación de la sacarosa. Un aparato de pulverización en conexión continua con el depósito de solución antimicrobiana está unido al elevador. La solución antimicrobiana puede seleccionarse del grupo que consiste en compuestos de amonio cuaternario, agua electrolizada, aceites esenciales con eficacia antimicrobiana, agua ozonizada generada en el sitio, dióxido de cloro, perácidos, peróxido de hidrógeno, compuestos que contienen plata, fagos, bacteriocinas, enzimas e hipoclorito sódico. La composición antimicrobiana es preferentemente un perácido o un ácido graso tal como ácido octanoico. La solución antimicrobiana puede comprender además un agente espesante.

En algunas modalidades, la solución antimicrobiana usada con el sistema comprende de aproximadamente 1800 a aproximadamente 2200 ppm de ácido acético; de aproximadamente 900 a 1100 ppm de ácido peroxiacético; de aproximadamente 650 a aproximadamente 800 ppm de peróxido de hidrógeno; de aproximadamente 60 a aproximadamente 70 ppm de agente quelante de ácido fosfónico; y agua. En otras modalidades, la solución antimicrobiana usada con el sistema comprende de aproximadamente 4700 a aproximadamente 5400 ppm de ácido acético; de aproximadamente 2250 a aproximadamente 2600 ppm de ácido peroxiacético; de aproximadamente 1650 a aproximadamente 1950 ppm de peróxido de hidrógeno; de aproximadamente 150 a aproximadamente 170 ppm de agente quelante de ácido fosfónico; y agua. En cualquiera de estas modalidades, la solución antimicrobiana puede

incluir además un ácido carboxílico adicional y ácido peroxicarboxílico. La solución antimicrobiana puede incluir además un agente antimicrobiano adicional seleccionado del grupo que consiste en cianoditiomidocarbonato de disodio, etilendiamina, N-metilditiocarbamato de potasio, etilenbisditiocarbamato de disodio, dimetilditiocarbamato de sodio, N-metilditiocarbamato de potasio, 2,2-Dibromo-3-nitripropionamina, y cloruro de bencilamonio.

La invención se refiere a los siguientes aspectos:

1. Un método para aumentar el rendimiento de sacarosa de la caña de azúcar cosechada, el método que comprende:

aplicar una composición antimicrobiana de perácido a la caña de azúcar cortada, la composición antimicrobiana de perácido que comprende:

de aproximadamente 1250 a aproximadamente 6300 ppm de ácido carboxílico;

de aproximadamente 600 a 3050 ppm de ácido peroxicarboxílico;

de aproximadamente 450 a aproximadamente 2250 ppm de peróxido;

de aproximadamente 0 a aproximadamente 150 ppm de agente quelante y agua.

2. El método del aspecto 1, en donde la composición antimicrobiana de perácido comprende además agentes adicionales seleccionados entre agentes quelantes, solventes orgánicos, desinfectantes, agentes antimicrobianos, magnesio, reológicos, modificadores del pH, conservantes, auxiliares de procesamiento u otros ingredientes funcionales

3. El método de acuerdo con el aspecto 1 o 2, en donde la composición antimicrobiana de perácido se aplica a la caña de azúcar cortada dentro de las 2 horas posteriores a la cosecha.

4. El método de acuerdo con el aspecto 1 o 2, en donde la composición antimicrobiana de perácido se aplica a la caña de azúcar cortada dentro de los 15 minutos posteriores a la cosecha.

5. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 4, en donde la composición antimicrobiana de perácido comprende:

de aproximadamente 1950 a aproximadamente 5150 ppm de ácido carboxílico;

de aproximadamente 950 a 2500 ppm de ácido peroxicarboxílico;

de aproximadamente 700 a aproximadamente 1850 ppm de peróxido;

de aproximadamente 65 a aproximadamente 165 ppm de agente quelante; y agua.

6. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 5, en donde el ácido carboxílico se selecciona del grupo que consiste en ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido benzoico y ácido salicílico.
7. El método del aspecto 6, en donde el ácido carboxílico comprende ácido acético.
8. El método del aspecto 7, en donde el ácido carboxílico comprende además ácido octanoico.
9. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 8, en donde el ácido peroxicarboxílico comprende ácido peroxiacético, ácido peroxioctanoico o sus mezclas.
10. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 9, en donde el peróxido comprende peróxido de hidrógeno.
11. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 10, en donde el agente quelante comprende ácido fosfónico.
12. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 11, en donde la composición antimicrobiana de perácido comprende además un agente espesante seleccionado del grupo que consiste en goma xantana, goma guar, arrurruz, almidón de maíz, almidón de katakuri, almidón de papa, tapioca, sagú, alginina, goma de algarrobo, colágeno, gelatina, agar, carragenina, pectina, celulosa y goma arábica.
13. Un método para aumentar el rendimiento de sacarosa en la caña de azúcar cosechada, el método que comprende:
diluir una composición concentrada a una tasa de 1 :50-1 :2000 con agua para formar una solución de uso, la composición concentrada que comprende:
de aproximadamente 5 a aproximadamente 60 % en peso de ácido carboxílico;
de aproximadamente 4 a aproximadamente 30 % en peso de ácido peroxicarboxílico; y
de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 % en peso de peróxido; y aplicar la solución de uso a la caña de azúcar dentro de las 24 horas posteriores al corte de la caña de azúcar.
14. El método del aspecto 13, en donde el ácido carboxílico comprende uno o más de ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido benzoico y ácido salicílico.
15. El método del aspecto 13, en donde el ácido carboxílico comprende de 30 a 60 % en peso de ácido acético.
16. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 15, en donde el peróxido comprende de 10 a 25 % en peso de peróxido de hidrógeno.

17. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 16, en donde la solución de uso diluida se aplica mediante uno o más de pulverización, goteo, inmersión, nebulización o remojo.
18. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 17, en donde la aplicación se produce dentro de 0,1 segundos a 8 minutos posteriores al corte.
19. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 17, en donde la aplicación se produce dentro de 1 segundo a 6 horas posteriores al corte.
20. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 19, en donde la aplicación se realiza pulverizando con un aplicador fijado a una cosechadora de caña de azúcar.
21. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 19, en donde la aplicación se realiza manualmente pulverizando la caña cortada con un dispositivo de pulverización manual o de mochila.
22. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 21, en donde la composición concentrada comprende además un agente quelante.
23. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 22, en donde la composición concentrada se diluye a una tasa de 1 : 125-1 :400 con agua para formar la solución de uso.
24. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 y 16 a 23, en donde el ácido carboxílico comprende ácido octanoico y ácido acético y el ácido peroxicarboxílico comprende ácido peroxioctanoico y ácido peroxiacético.
25. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 13 a 24, en donde la composición concentrada comprende además un antimicrobiano adicional seleccionado del grupo que consiste en enzimas, bactericidas, fagos y bacteriocinas.
26. Un método para aumentar el rendimiento de sacarosa de la caña de azúcar cosechada, el método que comprende:
aplicar una solución de uso que comprende de aproximadamente 950 a 2500 ppm de ácido peroxicarboxílico a la caña de azúcar dentro de las 4 horas posteriores al corte de la caña de azúcar.
27. El método del aspecto 26, en donde la solución de uso se aplica a la caña de azúcar cortada con un aparato de pulverización fijado a una cosechadora de caña de azúcar.
28. El método del aspecto 26, en donde la solución de uso se aplica manualmente a la caña de azúcar cortada con un dispositivo de pulverización manual o de mochila.
29. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 26 a 28, en donde la solución de uso se aplica a la caña de azúcar cortada dentro de aproximadamente los 30 minutos posteriores a la cosecha.

30. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 26 a 29, en donde el ácido peroxicarboxílico se selecciona del grupo que consiste en ácido peroxiacético, ácido peroxioctanoico, ácido perfórmico, un ácido peroxicarboxílico sulfonado y sus mezclas.

31. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 26 a 29, en donde el ácido peroxicarboxílico comprende 900 ppm a 1100 ppm de ácido peroxiacético.

32. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 26 a 29, en donde el ácido peroxicarboxílico comprende 2250 ppm a 2600 ppm de ácido peroxiacético.

33. Un sistema para aumentar el rendimiento de sacarosa en la caña de azúcar que comprende:

una cosechadora de caña de azúcar que tiene un elevador;

un depósito de solución antimicrobiana fijado a la cosechadora de caña de azúcar, el depósito de solución antimicrobiana contiene una composición antimicrobiana que comprende al menos uno de ácido peracético, ácido peroctanoico o ácido octanoico; y un aparato de pulverización en conexión continua con el depósito de solución antimicrobiana unido al elevador.

34. El sistema del aspecto 33, en donde la solución antimicrobiana comprende además un antimicrobiano seleccionado del grupo que consiste en compuestos de amonio cuaternario, agua electrolizada, aceites esenciales con eficacia antimicrobiana, agua ozonizada generada en el sitio, dióxido de cloro, perácidos, peróxido de hidrógeno, compuestos que contienen plata, fagos, bacteriocinas, enzimas e hipoclorito sódico.

35. El sistema del aspecto 33, en donde la solución antimicrobiana comprende: de aproximadamente 1800 a aproximadamente 2200 ppm de ácido acético;

de aproximadamente 900 a 1100 ppm de ácido peroxiacético;

de aproximadamente 650 a aproximadamente 800 ppm de peróxido de hidrógeno;

de aproximadamente 60 a aproximadamente 70 ppm de agente quelante de ácido fosfónico; y agua.

36. El sistema del aspecto 33, en donde la solución antimicrobiana comprende: de aproximadamente 4700 a aproximadamente 5400 ppm de ácido acético;

de aproximadamente 2250 a aproximadamente 2600 ppm de ácido peroxiacético; de

aproximadamente 1650 a aproximadamente 1950 ppm de peróxido de hidrógeno; de

aproximadamente 150 a aproximadamente 170 ppm de agente quelante de ácido fosfónico; y agua.

37. El sistema de acuerdo con cualquiera de los aspectos 33 a 36, en donde la solución antimicrobiana comprende además un agente espesante.

38. El sistema de acuerdo con el aspecto 35 o 36, en donde la solución antimicrobiana comprende además un ácido carboxílico adicional y ácido peroxicarboxílico.

39. El sistema de acuerdo con cualquiera de los aspectos 33 a 37, en donde la solución antimicrobiana comprende además un agente antimicrobiano adicional seleccionado del grupo que consiste en cianoditiomidocarbonato de disodio, etilendiamina, N-metilditiocarbamato de potasio, etilenbisditiocarbamato de disodio, dimetilditiocarbamato de sodio, N-metilditiocarbamato de potasio, 2,2-Dibromo-3-nitrilopropionamina y cloruros de bencilamonio.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato ilustrativo para aplicar una composición antimicrobiana a la caña de azúcar durante la cosecha.

La figura 2 es un gráfico de barras que representa el ppm promedio de dextrano por masa de sólidos producidos en la caña de azúcar tratada con una composición antimicrobiana que contiene perácidos en comparación con la caña de azúcar no tratada.

La figura 3 es un gráfico de barras que representa la pureza promedio del jugo de caña de azúcar producido por la caña de azúcar tratada con una composición antimicrobiana que contiene perácido en comparación con la caña de azúcar no tratada.

La figura 4 es un gráfico de dispersión que representa la pureza frente al contenido de dextrano de la caña de azúcar tratada con una composición antimicrobiana que contiene perácido en comparación con la caña de azúcar no tratada.

La figura 5 es un gráfico de barras que representa el rendimiento promedio de sacarosa producida por la caña de azúcar tratada con una composición antimicrobiana que contiene perácido en comparación con la caña de azúcar no tratada.

La figura 6 es un gráfico de dispersión que representa el rendimiento frente al contenido de dextrano de la caña de azúcar tratada con una composición antimicrobiana que contiene perácido en comparación con la caña de azúcar no tratada.

La figura 7 es un gráfico de barras que muestra la eficacia de varias soluciones antimicrobianas contra la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*.

La figura 8 es un grupo de barras que muestra la eficacia de varias soluciones antimicrobianas de perácido contra la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*.

La figura 9 es un gráfico de barras que muestra la eficacia de varias soluciones de carbamato contra la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*.

La figura 10 es un gráfico de barras que muestra la eficacia de las soluciones de ácido octanoico contra la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*.

La figura 11 es un gráfico lineal que compara las concentraciones de ácido peracético y cloro después de la exposición a residuos orgánicos de comida.

La figura 12 es un gráfico lineal que representa la concentración de ácido peracético en el tiempo a 38 °C.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las composiciones y los métodos se describen en la presente descripción para reducir la contaminación microbiana de la caña de azúcar cortada y prevenir así la conversión de sacarosa en el jugo de caña de la caña de azúcar en dextrano por la actividad metabólica de las bacterias. La aplicación de una composición antimicrobiana a la caña de azúcar recién cosechada inhibe la degradación de la sacarosa, mejorando los rendimientos generales y la pureza. Se aplica una cantidad suficiente de composición antimicrobiana para proporcionar control microbiano durante un período de tiempo de manera que la caña cortada suministrada a un molino para su posterior procesamiento llegue con un mayor potencial de rendimiento.

Las composiciones y métodos proporcionados en la presente descripción son efectivos para aumentar el potencial de rendimiento no solo de la producción de sacarosa, sino también de la producción de etanol. La sacarosa puede fermentarse para producir etanol. En algunas modalidades, la sacarosa se fermenta para producir bebidas alcohólicas tal como el ron. En otras modalidades, la sacarosa se fermenta para producir combustible de etanol. Independientemente del uso del etanol, el proceso de fermentación sigue las mismas etapas. Primero, la sacarosa se escinde en glucosa y fructosa. La glucosa se descompone después en piruvato que después se convierte en etanol y dióxido de carbono. Las mejoras en el rendimiento y la pureza de la sacarosa pueden conducir a un proceso de fermentación más limpio y productivo. Adicionalmente, el tratamiento antimicrobiano puede eliminar las bacterias productoras de ácido que pueden obstaculizar el proceso de fermentación.

Las composiciones incluyen preferentemente solo ingredientes que pueden emplearse en productos alimenticios o en el transporte, manipulación o procesamiento de alimentos, por ejemplo, de acuerdo con las normas y reglamentos gubernamentales.

Como se usa en la presente descripción, por ciento en peso (% en peso), porcentaje en peso, % en peso y similares son sinónimos que se refieren a la concentración de una

sustancia como el peso de esa sustancia dividido por el peso total de la composición y multiplicado por 100.

Como se usa en la presente descripción, los términos “mixto” o “mezcla” cuando se usan en relación con “composición de ácido peroxicarboxílico” o “ácidos peroxicarboxílicos” se refieren a una composición o mezcla que incluye más de un ácido peroxicarboxílico, tal como una composición o mezcla que incluye ácido peroxiacético y ácido peroxioctanoico.

Como se usa en la presente descripción, el término “activo” cuando se aplica a un ácido peroxicarboxílico u otro compuesto que contiene peroxi se refiere al % en peso de ácido peroxicarboxílico o compuesto peroxi en la composición que puede detectarse mediante una técnica analítica adecuada, por ejemplo, mediante valoración, cromatografía, espectroscopía, sonda de oxidación-reducción, amperométricamente o un método de detección de perácidos similar.

Como se usa en la presente descripción, el término “aproximadamente” que modifica la cantidad de un ingrediente en las composiciones descritas o empleadas en los métodos descritos se refiere a la variación en la cantidad numérica que puede ocurrir, por ejemplo, a través de los procedimientos de medición típica y manipulación de líquidos usados para preparar los concentrados o las soluciones de uso en el mundo real; a través del error inadvertido en estos procedimientos; a través de las diferencias en la fabricación, fuente, o pureza de los ingredientes empleados para preparar las composiciones o llevar a cabo los métodos; y similares. El término aproximadamente también abarca cantidades que difieren debido a diferentes condiciones de equilibrio para una composición que resulta de una mezcla inicial particular. Modificadas o no por el término “aproximadamente”, las reivindicaciones incluyen los equivalentes a las cantidades.

Como se usa en la presente descripción, una composición o combinación “que consiste esencialmente” en ciertos ingredientes se refiere a una composición que incluye aquellos ingredientes y que carece de cualquier ingrediente que afecte materialmente las características básicas y novedosas de la composición o método.

Composiciones

Las composiciones de la presente descripción proporcionan una composición de uso final concentrada y diluida que incluye una cantidad suficiente de sustancias químicas para controlar la conversión microbiana de sacarosa a dextrano en la caña de azúcar cortada durante un período de tiempo entre la cosecha de la caña de azúcar y el procesamiento de la caña de azúcar en un molino. En una modalidad la composición es

un concentrado de ácido peroxicarboxílico que se diluye antes de aplicarlo a la caña de azúcar cortada. Puede incluirse más de un ácido carboxílico y peroxicarboxílico en la composición. Pueden incluirse agentes auxiliares adicionales en la composición para proporcionar beneficios adicionales tales como propiedades antiespumantes o de estabilización. En algunas modalidades, la composición es un concentrado de ácidos grasos que se diluye antes de aplicar a la caña de azúcar cortada. Un ácido graso preferido es el ácido octanoico. En otras modalidades, pueden utilizarse otras composiciones antimicrobianas tales como hipoclorito sódico, compuestos de amonio cuaternario y aceites esenciales.

Las composiciones de perácidos son efectivas para controlar la contaminación microbiana de la caña de azúcar recién cosechada. Las composiciones de perácidos beneficiosamente no tienen actividad antimicrobiana residual en la caña de azúcar que afecte la seguridad alimentaria porque los perácidos se descomponen naturalmente en agua, oxígeno y ácido. Por lo tanto, la composición no necesita ser eliminada de la caña de azúcar después del tratamiento.

Ácidos carboxílicos y ácidos peroxicarboxílicos

En modalidades ilustrativas, la composición incluye cantidades efectivas de perácidos, también conocidos como peroxiácidos o ácidos peroxicarboxílicos.

La composición antimicrobiana incluye uno o más ácidos carboxílicos.

Generalmente, los ácidos carboxílicos tienen la fórmula $R-COOH$ en donde el R puede representar cualquier número de grupos diferentes, incluidos grupos alifáticos, grupos alicíclicos, grupos aromáticos, grupos heterocíclicos, todos los cuales pueden estar saturados o insaturados así como también sustituidos o no sustituidos. Los ácidos carboxílicos también se presentan con uno, dos, tres o más grupos carboxilo.

Los ácidos carboxílicos que son generalmente útiles en las composiciones y métodos descritos son aquellos que comprenden ácidos peroxicarboxílicos. Los ácidos peroxicarboxílicos generalmente tienen la fórmula $R(CCbH)N$, donde R es un grupo alquilo, arilalquilo, cicloalquilo, carboxialquilo, carboxiéster alquilo, aromático o heterocíclico, y N es uno o dos, o se nombra prefijando el ácido original con peroxi. Preferentemente, el ácido carboxílico y el ácido peroxicarboxílico tienen una cadena primaria de carbono de 2 a 12. La cadena primaria de alquilo o arilo es aquella cadena de carbono de la molécula que tiene la mayor longitud de átomos de carbono y que se une directamente a grupos funcionales carboxilo. Los ejemplos de ácidos carboxílicos adecuados incluyen ácido acético, ácido propiónico, ácido fórmico, ácido hexanoico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido benzoico,

ácido salicílico y sus mezclas. Los análogos de ácido carboxílico de cadena más larga, que incluyen hexanoico, heptanoico, octanoico, nonanoico y decanoico, pueden ser adicionalmente antimicrobianos y reducir la tensión superficial para ayudar a humedecer las superficies hidrófobas. Los ácidos peroxicarboxílicos preferidos incluyen ácido peroxiacético, ácido peroxipropiónico, ácido peroxioctanoico, ácido peroxifórmico, ácido peroxiglicólico, ácido peroxisuccínico o sus mezclas.

Los ácidos peroxicarboxílicos pueden prepararse mediante la acción directa de equilibrio catalizado por ácido del peróxido de hidrógeno con el ácido carboxílico, mediante la autooxidación de aldehídos, a partir de cloruros e hidruros ácidos, o anhídridos carboxílicos con peróxido de hidrógeno o sodio, a partir de celdas electrolíticas, y mediante el uso de un catalizador tal como una enzima.

En algunas modalidades, el ácido peroxicarboxílico es o incluye ácidos sulfoperoxicarboxílicos o "ácidos peroxicarboxílicos sulfonados".

Los ácidos sulfoperoxicarboxílicos son la forma de ácido peroxicarboxílico de un ácido carboxílico sulfonado. Los ácidos sulfoperoxicarboxílicos preferidos incluyen ácido 9,10-dihidroxi-9-sulfooctadecanoperoxoico, ácido 10-hidroxi-9-sulfooctadecanoperoxoico, ácido 9-sulfooctadecanoperoxoico, ácido 11-sulfoundecanoperoxoico, ácido 10,11-disulfoundecanoperoxoico, ácido 8-(3-octiloxiran-2-il)-8-sulfooctanoperoxoico, ácido 9,10-dihidroxi-] 1-sulfooctadecanoperoxoico, ácido 8-(3-octiloxiran-2-il)-] 1 -sulfooctanoperoxoico, ácido 10-sulfooctadecanoperoxoico, ácido 9,10-disulfooctadecanoperoxoico, ácido 10-sulfoundecanoperoxoico y similares.

Independientemente de la vía por la cual se genera el perácido, la solución de uso incluye preferentemente de aproximadamente 600 ppm a aproximadamente 3050 ppm del perácido, de aproximadamente 950 ppm a aproximadamente 2500 ppm del perácido, de aproximadamente 900 ppm a aproximadamente 1100 ppm, o de aproximadamente 2250 ppm a aproximadamente 2600 ppm del perácido.

En algunas modalidades, se usa un ácido graso como el agente antimicrobiano en lugar de un perácido. Un ácido graso preferido es el ácido octanoico. Las composiciones ilustrativas de ácido octanoico se describen en la patente de Estados Unidos núm. 7,915,207, que se incorpora en la presente descripción como referencia. Cuando la composición se formula como una composición concentrada, el ácido octanoico puede estar presente en una concentración que varía generalmente de aproximadamente 1 % en peso. a aproximadamente 50 % en peso, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, y de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 15 % en peso. Cuando la composición se formula como una solución

de uso, el ácido octanoico puede estar presente en una concentración que varía generalmente de aproximadamente 0.01 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, de aproximadamente 0.05 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, y de aproximadamente 0.1 % en peso a aproximadamente 5 % en peso. El ácido octanoico puede estar presente con otros materiales opcionales tales como un acidulante, agente de acoplamiento y tampón.

Peróxido

Las composiciones típicamente también incluyen un constituyente de peróxido, particularmente para sistemas de perácidos basados en equilibrio. El peróxido de hidrógeno en combinación con el ácido percarboxílico proporciona una acción antimicrobiana contra los microorganismos. Adicionalmente, el peróxido de hidrógeno puede proporcionar una acción efervescente que puede irrigar cualquier superficie a la que se aplique. Una ventaja del peróxido de hidrógeno es la compatibilidad alimentaria de esta composición tras el uso y la descomposición. Por ejemplo, las combinaciones de ácido peroxiacético y peróxido de hidrógeno dan como resultado ácido acético, agua y oxígeno tras la descomposición, todos los cuales son compatibles con productos alimenticios.

Pueden usarse muchos agentes oxidantes para generar ácidos peroxicarboxílicos. Los agentes oxidantes adecuados, además del peróxido de hidrógeno, incluyen peróxidos inorgánicos y orgánicos, tales como sales de perborato, percarbonato y persulfato, ácido percarbónico y ozono. El peróxido de hidrógeno generalmente se prefiere por varias razones. Después de la aplicación del agente germicida de HiCk/ácido peroxicarboxílico, el residuo que queda simplemente incluye agua y un constituyente ácido.

En algunas modalidades que no se basan en una reacción de equilibrio entre un ácido carboxílico y un peróxido, la composición está libre o sustancialmente libre de un peróxido.

Adyuvantes

La composición antimicrobiana o empleada en los métodos descritos también puede incluir cualquier número de adyuvantes. Específicamente, la composición puede incluir agentes estabilizantes, agentes humectantes, hidrótropos, espesantes, agentes espumantes, agentes quelantes, adyuvantes, ajustadores del pH, entre cualquier número de constituyentes que pueden añadirse a la composición. Tales adyuvantes pueden preformularse con la composición o añadirse al sistema simultáneamente, o

incluso después de la adición de la composición. La composición también puede contener cualquier número de otros constituyentes según lo requiera la aplicación.

Agentes estabilizantes

Las composiciones pueden incluir opcionalmente componentes tales como agentes estabilizantes, particularmente aquellos adecuados para estabilizar compuestos peroxigenados o ácidos peroxicarboxílicos.

Las condiciones ambientales durante la cosecha son frecuentemente tropicales, con temperaturas que varían de aproximadamente 15 °C a 45 °C, y humedad que varía de aproximadamente 50 % a 100 %. Las soluciones antimicrobianas concentradas se almacenan en estas condiciones y también pueden almacenarse a la luz solar directa por falta de sombra disponible en los campos de cosecha. La solución antimicrobiana concentrada puede estabilizarse para permitir el suministro eficiente y económico de soluciones de uso para la aplicación a la caña de azúcar cortada.

Los estabilizantes ilustrativos incluyen compuestos quelantes orgánicos que secuestran iones metálicos en solución, particularmente la mayoría de los iones de metales de transición, que promoverían la descomposición de cualquier compuesto de peróxígeno en el mismo. Los agentes complejantes típicos incluyen agentes complejantes orgánicos de ácido amino o hidroxipolifosfónico (ya sea en forma de ácido o sal soluble), ácidos carboxílicos, ácidos hidroxicarboxílicos o ácidos aminocarboxílicos.

Los agentes quelantes o secuestrantes generalmente útiles como agentes estabilizantes incluyen sales o ácidos de ácido dipicolínico (expresado en forma ácida), ácido picolínico, ácido glucónico, ácido quinolínico y agentes quelantes de tipo ácido alquil diamina poliacético tales como ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), ácido hidroxietilendiaminotriacético (HEDTA) y ácido etilentriaminopentaacético, agentes estabilizantes de tipo ácido acrílico y poliacrílico, ácido fosfónico y agentes quelantes de tipo fosfonato entre otros. Los secuestrantes preferidos incluyen ácidos fosfónicos y sales de fosfonato que incluyen ácido 1-hidroxietilideno-1,1-difosfónico ($\text{CH}_3\text{C}(\text{P}(\text{O})(\text{H})_2)_2\text{O}_2\text{H}$) (HEDP); ácido etilendiamina tetrakis metilénfosfónico (EDTMP); ácido dietilentriamina pentakis metilénfosfónico (DTPMP); ácido ciclohexano-1,2-tetram etilén fosfónico; amino[tri (ácido metilénfosfónico)]; (ácido etilendiamina[tetrametilénfosfónico]); ácido 2-fosfeno butano- 1, 2, 4-tricarboxílico; así como también las sales de alquil metal, sales de amonio o sales de alquiloilamina, tales como sales mono, di o tetra-etanolamina.

Los agentes quelantes de aditivos alimentarios disponibles comercialmente incluyen fosfonatos vendidos bajo el nombre comercial DEQEEST® que incluyen, por ejemplo,

ácido 1 -hidroxietilideno-1,1-difosfónico, disponible de Monsanto Industrial Chemicals Co., St. Louis, Missouri, como DEQEIEST® 2010; amino(tri(ácido metilfosfónico)), (N[CH₂P(O)(OH)₂]₃), disponible de Monsanto como DEQEIEST® 2000;

etilendiamina[tetra(ácido metilfosfónico)] disponible de Monsanto como DEQEIEST® 2041; y ácido 2-fosfonobutano- 1,2, 4-tricarboxílico disponible de Mobay Chemical Corporation, Inorganic Chemicals Division, Pittsburgh, Pa., como Bayhibit AM.

Los ácidos fosfónicos mencionados anteriormente también pueden usarse en forma de sales de ácidos solubles en agua, particularmente las sales de metales alcalinos, tales como sodio o potasio; las sales de amonio o las sales de alquilol amina donde el alquilol tiene de 2 a 3 átomos de carbono, tales como sales de mono, di o trietanolamina. Si se desea, también pueden usarse mezclas de los ácidos fosfónicos individuales o sus sales de ácidos.

Los agentes estabilizantes preferidos incluyen ácido dipicolínico, ácido picolínico, HEDP o una combinación de uno o más de estos agentes.

Agentes tamponantes

Las composiciones pueden incluir opcionalmente agentes tamponantes para estabilizar el pH de una solución antimicrobiana. Las composiciones pueden incluir adyuvantes tamponantes tales como ácidos inorgánicos débiles, ácidos orgánicos, sales orgánicas y sales inorgánicas para fines de tamponamiento. Estos pueden incluir una sal de base inorgánica o ácidos inorgánicos débiles que incluyen fosfatos (incluidos fosfato de potasio, calcio o sodio mono-, di- o trifásico), sulfatos (incluidos sulfatos de sodio, potasio y magnesio), bisulfatos, silicatos (incluidos silicatos de sodio, potasio y magnesio), boratos (incluidos boratos de sodio o potasio y ácido bórico), ácido sulfámico; compuestos de base orgánica tales como ácido málico, ácido tartárico, ácido cítrico, ácido acético, glicólico, ácido glutámico, ácido sórbico, ácido benzoico, ácido adípico, ácido succínico, sales de diacetato o dímero y ácidos grasos; o sus mezclas.

Algunos ácidos o sales adicionales incluyen ácidos carboxílicos alifáticos u olefínicos o sales de carboxilato, ácidos carboxílicos aromáticos o sales carboxílicas, ácidos o sales inorgánicas, ácidos carboxílicos poliméricos o sales de carboxilato, fosfonatos orgánicos, fosfatos orgánicos o sus sales, sulfonatos orgánicos, sulfatos orgánicos o sus sales, ácidos bóricos orgánicos o sales, aminoácidos o sales, o sus mezclas. Con la máxima preferencia, el tampón incluye ácidos carboxílicos, ácidos di/tri-carboxílicos, ácidos hidroxicarboxílicos o ácidos alfa-hidroxicarboxílicos— o sus sales, anhídrido o ésteres— tales como glicólico, láctico, málico, cítrico, tartárico, acético, diacetato, butírico, octanoico, heptanoico, noanoico, decanoico, malónico, adípico, succínico,

salicílico, fumárico, maleico, acetoacético, oxalacético, pirúvico, a-cetoglutárico, etcétera. Preferentemente se usan ácidos suaves.

La composición en la dilución de uso tiene un pH de aproximadamente 1 a aproximadamente 6, aproximadamente 2 a aproximadamente 5, o aproximadamente 2.6 a aproximadamente 4.6.

Agentes espesantes

En algunas modalidades, los agentes espesantes se incluyen en las composiciones. Los agentes espesantes ayudan a aumentar el tamaño de gota de las soluciones cuando se aplican con aplicadores de pulverización. Las soluciones se aplican generalmente a la caña de azúcar al aire libre. Un tamaño de gota más grande reduce la cantidad de solución que sopla el viento. Los agentes espesantes apropiados para usar en las soluciones de la presente descripción incluyen espesantes de grado alimenticio. Los ejemplos específicos de agentes espesantes de grado alimenticio incluyen goma xantana, goma guar, arrurruz, almidón de maíz, almidón katakuri, almidón de papa, tapioca, sagú, alginina, goma de algarrobo, colágeno, gelatina, agar, pectina de carragenina, celulosa, goma arábica y similares.

Otras composiciones antimicrobianas

En algunas modalidades, los compuestos pueden incluir uno o más compuestos antimicrobianos no de perácido y no de ácido graso. Otros biocidas que pueden aplicarse por separado o en combinación con ácidos peroxycarboxílicos o ácidos grasos incluyen compuestos de amonio cuaternario, preferentemente los compuestos de amonio cuaternario que han sido aprobados para su uso como desinfectantes en contacto con alimentos. Con mayor preferencia, se seleccionan compuestos de amonio cuaternario que están aprobados para aditivos alimentarios dirigidos, tales como etil lauril arginato. Otros biocidas incluyen agua electrolizada, aceites esenciales con eficacia antimicrobiana, agua ozonizada generada en el sitio, dióxido de cloro y ácido octanoico. Los biocidas preferidos incluyen peróxido de hidrógeno, ácido octanoico, compuestos que contienen plata e hipoclorito sódico.

Otros antimicrobianos que podrían añadirse a las soluciones de esta descripción incluyen bactericidas, fagos y bacteriocinas. Los productos químicos típicamente usados para controlar microorganismos en molinos azucareros también pueden aplicarse a la caña de azúcar recién cosechada. Tales productos químicos incluyen cianoditiomidocarbonato de disodio, etilendiamina, N-metilditiocarbamato de potasio, etilenbisditiocarbamato de disodio, dimetilditiocarbamato de sodio, N-

metilditiocarbamato de potasio, 2,2-Dibromo-3-nitrilopropionamina, cloruros de bencilamonio y sus combinaciones.

El tratamiento en el campo de cosecha permite la posibilidad de exposición de la solución antimicrobiana aplicada al ambiente circundante. A este respecto, tales soluciones antimicrobianas pueden elegirse para minimizar el riesgo de bioacumulación, la formación de subproductos de reacción tóxicos en el suelo, la contaminación de las fuentes de agua subterránea circundantes o la exposición a la vida de animales e insectos. Se prefieren las soluciones antimicrobianas que se biodegradan fácilmente en componentes naturales inocuos para los alimentos que no afectan negativamente al medio ambiente circundante.

Si bien los componentes que se biodegradan fácilmente pueden ser favorables, también es importante equilibrar la vida activa de la solución de uso con las tasas de descomposición. Cuando se aplica una solución antimicrobiana a la caña cortada, hay una carga de residuos orgánicos naturales presente en la caña y/o en el equipo de corte y transporte de caña. Se prefiere utilizar una solución de uso antimicrobiana que funcione eficazmente cuando se expone a condiciones de carga de residuos orgánicos. Las soluciones antimicrobianas deben elegirse de manera que cumplan con las regulaciones locales e internacionales de procesamiento de alimentos. Se reconoce que cuando la caña de azúcar cortada tratada con una solución antimicrobiana se suministra a un molino de procesamiento, una porción de la solución antimicrobiana aplicada a la caña de azúcar cortada también puede suministrarse al molino de procesamiento a niveles de residuos. En esta perspectiva, algunos compuestos antimicrobianos pueden ser vistos de manera negativa o no pueden permitirse para el uso en el procesamiento de alimentos. Es importante tener en cuenta los riesgos de inocuidad de los alimentos y las regulaciones de procesamiento de alimentos al elegir una solución antimicrobiana que brinde el beneficio previsto de mayores rendimientos de sacarosa, al tiempo que mantiene la inocuidad de los alimentos y cumple con las reglamentaciones locales e internacionales para la exportación de azúcar o productos alimenticios acabados destinados al consumo humano o consumo animal.

El ácido peroxiacético como un ingrediente activo antimicrobiano es ventajoso porque se degrada abióticamente a sustancias que generalmente se reconocen como seguras para su adición a los alimentos (agua y ácido acético). Esto permite su uso en aplicaciones de contacto con alimentos sin preocuparse por los efectos posteriores en seres humanos.

Las alternativas al ácido peroxiacético tienen numerosos inconvenientes desde una perspectiva ambiental o de salud humana. Los carbamatos son mutagénicos y neurotóxicos para los mamíferos, lo que puede limitar su uso seguro. Los cationes de amonio cuaternario se unen fuertemente al suelo, lo que puede prevenir la biodegradación cuando se usan en aplicaciones agrícolas. Además, se han enfrentado a un mayor escrutinio de los consumidores, lo que ha provocado que los fabricantes de alimentos desfavorezcan los productos que pueden dar como resultado residuos de compuestos de amonio cuaternario en los alimentos. Los antimicrobianos a base de hipoclorito pueden dar como resultado la producción de percloratos, bajo ciertas condiciones, que son disruptores endocrinos que pueden provocar defectos congénitos graves. Los extractos de glutaraldehído y aceite de lúpulo son sensibilizadores que pueden poner a los trabajadores en riesgo de desarrollar alergias respiratorias o dérmicas debido a la exposición ocupacional repetida, especialmente en un escenario donde se rocían productos.

Formulaciones ilustrativas

Las siguientes tablas proporcionan formulaciones ilustrativas para composiciones antimicrobianas que contienen perácidos que son efectivas para reducir la degradación de sacarosa en la caña de azúcar cosechada. Además de los ingredientes proporcionados en estas tablas, los adyuvantes descritos anteriormente pueden añadirse en algunas modalidades.

Las composiciones preferidas incluyen composiciones concentradas y composiciones de uso. Típicamente, una composición concentrada antimicrobiana puede diluirse, por ejemplo con agua, para formar una composición de uso antimicrobiana. En una modalidad preferida, la composición concentrada se diluye en agua empleada para pulverizar la caña de azúcar cosechada.

Puede prepararse una composición concentrada antimicrobiana preferida de acuerdo con las proporciones descritas en la Tabla 1. Después de combinar los ingredientes en estas proporciones, ciertos ingredientes, tales como el ácido acético y el peróxido de hidrógeno, reaccionan para formar ácido peroxiacético.

Tabla 1: Composición inicial de concentrado

Ingrediente	1 ^{er} intervalo ilustrativo	2 ^{do} intervalo ilustrativo	3 ^{er} intervalo ilustrativo
Ácido carboxílico	20-70 % en peso	30-60 % en peso	40-50 % en peso
Peróxido	5-30 % en peso	10-25 % en peso	15-20 % en peso
Agente quelante	0-10 % en peso	0.1-5 % en peso	0.5-1.5 % en peso

Aproximadamente dos semanas después de la combinación, la reacción de estos ingredientes se ha acercado al equilibrio. Es decir, las cantidades relativas de uno o más de ácido peroxiacético, ácido acético y peróxido de hidrógeno serán aproximadamente constantes. La cantidad de equilibrio se verá afectada por la descomposición u otra reacción, si la hay, de cualquier especie lábil. Una composición concentrada antimicrobiana preferida produce una mezcla de equilibrio que tiene las proporciones descritas en la Tabla 2.

Tabla 2: Composición del concentrado de perácido en equilibrio (después de aproximadamente 2 semanas)

Ingrediente	1 ^{er} intervalo ilustrativo	2 ^{do} intervalo ilustrativo	3 ^{er} intervalo ilustrativo
Ácido carboxílico	5-60 % en peso	20-45 % en peso	30-35 % en peso
Ácido peroxycarboxílico	4-30 % en peso	8-24 % en peso	12-18 % en peso
Peróxido	5-30 % en peso	8-20 % en peso	10-15 % en peso
Agente quelante	0-10 % en peso	0.1-5 % en peso	0.5-1.5 % en peso

Las composiciones también incluyen composiciones de uso antimicrobianas. Las composiciones de uso antimicrobianas preferidas incluyen las cantidades de ingredientes enumerados en la Tabla 3 con un equilibrio de agua. En algunas modalidades, las composiciones concentradas de las Tablas 1 y 2 se diluyen 1 :50-2000 con agua. Las composiciones concentradas pueden diluirse con agua u otros solventes a una velocidad de 1 :75-1 :750 o 1 : 125-1 :400. Las diferentes diluciones de una composición concentrada pueden dar como resultado diferentes niveles de los componentes de la composición de uso, generalmente manteniendo las proporciones relativas. Por ejemplo, una composición de uso puede tener concentraciones dos veces, la mitad o la cuarta parte de las que se enumeran a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3: Composición de uso diluida de equilibrio

Ingrediente	1 ^{er} intervalo ilustrativo (ppm)	2 ^{do} intervalo ilustrativo (ppm)	3 ^{er} intervalo ilustrativo (ppm)	4 ^{to} intervalo ilustrativo (ppm)
Ácido carboxílico	1250-6300	1950-5150	1800-2200	4700-5400
Ácido peroxycarboxílico	600-3050	950-2500	900-1100	2250-2600
Peróxido	450-2250	700-1850	650-800	1650-1950
Agente quelante	0-200	65-165	60-70	150-170

Métodos de uso

Los métodos incluyen aplicar las composiciones descritas anteriormente a la caña de azúcar después de la cosecha. La solución de uso se aplica a la caña de azúcar cortada dentro de un corto período de tiempo después de la cosecha. Por ejemplo, la solución de uso puede aplicarse en el campo o durante el transporte. La aplicación de las composiciones previene la degradación de la sacarosa dentro de la caña de azúcar mientras la caña se transporta a un molino para su procesamiento, lo que aumenta de esta manera el rendimiento de sacarosa.

Las composiciones pueden aplicarse a la caña de azúcar cortada de cualquier manera que permita que la composición antimicrobiana que contiene perácido entre en contacto con las porciones de la caña expuestas cuando se corta la caña durante la cosecha. La caña es particularmente susceptible a la contaminación microbiana en los sitios de corte. La bacteria accede al jugo de caña y, por lo tanto, a la sacarosa a través de los puntos débiles en esos cortes. Al aplicar la composición a los sitios susceptibles en la caña cortada, la actividad metabólica de las bacterias ambientales puede reducirse, disminuyendo así la cantidad de sacarosa que se convierte en dextrano.

Los métodos de aplicación de ejemplo incluyen la formación de espuma, nebulización, pulverización, cepillado, vertido, empapado, remojo, inmersión y similares. En modalidades preferidas, la solución de uso diluida se pulveriza sobre caña de azúcar recién cortada. La pulverización puede proporcionar una cobertura relativamente uniforme de la superficie de la caña al tiempo que minimiza la cantidad de composición usada.

Se prefiere aplicar la composición a la caña cortada en lugar de la caña viva. Los tallos de la caña de azúcar se envuelven en hojas antes de ser cortadas y cosechadas, previniendo el acceso a las porciones de la planta que contienen sacarosa. Las hojas previenen la exposición adecuada de cualquier química de tratamiento que pueda aplicarse a la planta mientras aún está creciendo. Adicionalmente, se requeriría un suministro mucho mayor de solución química para cubrir adecuadamente el área superficial de una planta intacta. Esperar a tratar la caña hasta después del corte permite que la superficie de corte expuesta sea tratada directamente. Las composiciones antimicrobianas descritas aquí no exhiben efectos sostenidos, por lo que las composiciones solo se aplican cuando se necesita tratamiento. Por lo tanto, aplicar la composición antes de la cosecha daría como resultado un tratamiento ineficaz o la solución tendría que aplicarse inmediatamente antes de la cosecha.

En algunas modalidades, la composición de uso diluida se pulveriza sobre caña de azúcar recién cortada a mano. Gran parte de la cosecha mundial de caña de azúcar se

cosecha manualmente con machetes u otros medios para cortar los tallos de la caña cerca del suelo. La caña recién cortada puede tratarse en minutos mediante el uso de un dispositivo de pulverización manual o un dispositivo de pulverización de mochila. Tales dispositivos generalmente incluyen un depósito para que contenga la solución que está en conexión continua con una varilla de pulverización. La presión se aplica al depósito mediante una bomba manual o por medios motorizados, lo que permite que la solución sea expulsada de la varilla en forma de neblina o rocío. Los dispositivos de pulverización de mano usan depósitos más pequeños que son transportados por una persona en una mano con la varilla en la otra mano. Alternativamente, los dispositivos de pulverización manuales más pequeños pueden tener un depósito que está conectado directamente al aparato de pulverización para uso con una sola mano. Pueden usarse accesorios de pulverización de disparador con pequeños depósitos de solución. Los dispositivos de pulverización de mochila sujetan el depósito a la parte posterior de una persona y se conecta una varilla de pulverización al depósito. La persona usa una o dos manos para operar la varilla de pulverización.

En un método de cosecha manual, la caña de azúcar se corta con machetes. Las piezas de caña se apilan en hileras de manera que los extremos cortados se orienten hacia afuera. Una persona con un dispositivo de pulverización puede pulverizar fácilmente la solución en los extremos de la caña de azúcar cortada caminando a lo largo de la hilera de caña de azúcar apilada. Para grandes cantidades de caña de azúcar que se cosecha manualmente, puede ser preferible usar un pulverizador de mochila tales como los fabricados por MATABI o STIHL.

Alternativamente, las soluciones de uso pueden aplicarse manualmente a la caña de azúcar cortada sumergiendo rápidamente la caña en un receptáculo que contiene la solución de uso para cubrir la superficie de la caña. La caña puede permanecer en la solución hasta que llegue al molino o puede moverse a otro receptáculo después de que la superficie de la caña esté recubierta en la solución.

En otras modalidades, la composición de uso diluida se aplica a la caña de azúcar cortada que se cosecha mecánicamente. Las cosechadoras cortan la caña de azúcar y cortan la caña en piezas más pequeñas. Las piezas de caña se depositan entonces en un remolque para su transporte a un molino.

Un sistema de pulverización, tal como el representado en el diagrama de la figura 1 puede ensamblarse a la cosechadora para aplicar la composición de uso sobre la caña inmediatamente después de cortarla.

En el sistema de ejemplo 100 de la figura 1, una cosechadora de caña de azúcar 102 tiene un elevador 104 para transportar la caña de azúcar recién cortada a un receptáculo tal como un vagón de caña. Un depósito de solución antimicrobiana 106 se fija a la cosechadora de caña de azúcar 102 y contiene solución antimicrobiana. Una línea de fluido 108 conecta el depósito de solución antimicrobiana 106 a un aparato de pulverización 110. Un sistema de bombeo (no mostrado) proporciona presión al depósito 106 para forzar la solución antimicrobiana a través de la línea de fluido 108 y fuera del aparato de pulverización 110. En algunas modalidades, el aparato de pulverización 110 se fija al elevador 104 de la cosechadora para pulverizar la solución antimicrobiana sobre la caña de azúcar recién cortada antes de transportarla a un vagón de caña.

Las composiciones antimicrobianas se aplican a la caña de azúcar cosechada en un corto período de tiempo para prevenir de manera más efectiva la contaminación microbiana y la degradación de la sacarosa. En modalidades ilustrativas, las composiciones se aplican después de cortar la caña dentro de las 48 horas, dentro de las 24 horas, dentro de las 12 horas, dentro de las 4 horas, dentro de las 2 horas, dentro de los 30 minutos, dentro de los 15 minutos, dentro de los 5 minutos, dentro de los 2 minutos, dentro de 1 minuto y dentro de 30 segundos. En algunas modalidades, las composiciones se aplican a la caña de azúcar dentro de 1 segundo a 24 horas, 2 segundos a 8 horas, 3 segundos a 2 horas, 0.001 segundos a 20 minutos, 0.01 segundos a 12 minutos, 0.1 segundos a 8 minutos, 0.5 segundos a 3 minutos, 0.1 segundos a 30 minutos, 1 segundo a 15 minutos, 5 segundos a 5 minutos, o 15 segundos a 1 minuto posteriores al corte de la caña.

Las composiciones antimicrobianas deben ponerse en contacto con la caña de azúcar durante un período de tiempo suficiente para prevenir la contaminación microbiana. La caña de azúcar puede ponerse en contacto con la composición durante períodos de tiempo que son más largos de lo necesario para tratar la contaminación microbiana. Por ejemplo, la composición antimicrobiana puede estar en contacto con la caña de azúcar durante todo el tiempo que la caña se transporta a un molino para su procesamiento. Por ejemplo, en algunas modalidades, la caña de azúcar se pone en contacto con la composición antimicrobiana durante un período de tiempo que dura de 2 segundos a 72 horas, 5 segundos a 36 horas, 5 segundos a 12 horas, 10 segundos a 6 horas, 10 segundos a 2 horas, 30 segundos a 6 horas, 30 segundos a 45 minutos, 1 minuto a 3 horas, 1 minuto a 20 minutos, 5 minutos a 1 hora, 5 minutos a 15 minutos, o 10 minutos a 30 minutos. Las composiciones no requieren ser eliminadas de la caña de azúcar.

Las composiciones antimicrobianas pueden aplicarse a la caña de azúcar cosechada en más de una aplicación. En algunos casos, puede ser beneficioso aplicar la composición más de una vez si el tiempo entre la cosecha y el procesamiento es particularmente largo. Por ejemplo, si la caña de azúcar se trata con una solución de uso dentro de los 30 minutos posteriores a la cosecha, pero viajará durante al menos 48 horas antes de llegar a un molino para su procesamiento, puede aplicarse una solución de uso adicional a la caña de azúcar mientras la caña está en tránsito. En algunas modalidades, las composiciones antimicrobianas se aplican a la caña de azúcar cosechada cada 24 horas, cada 12 horas, cada 6 horas, cada 3 horas o cada hora a medida que la caña se transporta a un molino para maximizar los rendimientos de sacarosa.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Se realizó un experimento de laboratorio para evaluar la eficacia de varios agentes antimicrobianos contra microorganismos diana de relevancia en la cosecha y el procesamiento de la caña de azúcar.

Las concentraciones de la solución de uso se eligieron en base a las recomendaciones de la tasa de uso existentes para aquellas soluciones que se usan actualmente en el procesamiento en molino de caña de azúcar. Para las soluciones que no se encuentran comúnmente en el uso en el procesamiento de la caña de azúcar, las concentraciones de la solución de uso se eligieron en función de los usos permitidos en el tejido de alimentos como se encuentra en el Título 21 del Código de Regulaciones Federales. Las concentraciones de las mezclas de modalidades preferidas se eligieron para reflejar las concentraciones de aplicación de campo en la caña de azúcar cosechada que permitieron retornos rentables de la inversión a través de mejoras en el rendimiento de sacarosa. Se siguió un método de prueba creado a partir del Método AOAC 960.09, y se prepararon soluciones para alcanzar las concentraciones diana como se describe en la Tabla 4 mediante el uso de 500 ppm de agua dura preparada sintéticamente. Se añadió 1 mililitro de suspensión del sistema de prueba de *Leuconostoc mesenteroides* ATCC 8293 a 99 mililitros de solución de prueba para producir 100 mililitros de solución. Después del tiempo de exposición deseado, se transfirió una porción de 1 mililitro de la mezcla de sustancia de prueba/sistema de prueba a un blanco neutralizador de 9 mililitros y se mezcló. A continuación se hicieron diluciones en serie en 9 mililitros de agua de dilución tamponada con fosfato (PBDW) y las diluciones se sembraron en

placas mediante el uso de agar MRS y se dejaron incubar durante 5 días a temperatura ambiente. Después de la incubación, las placas se contaron para UFC restantes.

Los resultados se resumen en la Tabla 5 y se muestran en la figura 7. Inesperadamente, se descubrió que los aditivos comúnmente usados para el control microbiano en el procesamiento de jugo de caña de azúcar (Muestras 1 y 2) no proporcionan una eficacia significativa contra un microorganismo diana *Leuconostoc mesenteroides*, cuando se prueban en concentraciones generalmente recomendadas con tiempos de exposición de hasta 30 minutos. Las composiciones de peroxiácidos demuestran una eficacia mejorada a concentraciones de uso significativamente más bajas con un tiempo de exposición requerido más corto.

Tabla 4: Composiciones y soluciones de uso probadas

Muestra #	Descripción de la composición	Dilución probada
1	Mezcla: Dimetilditiocarbamato de sodio y etilenbis-ditiocarbamato de disodio disponibles comercialmente como AMA-630 de Kemira	3 ppm de cada componente, 6 ppm de activos totales
2	Sales de potasio de extracto de lúpulo isomerizado disponible comercialmente como IsoStab de BetaTec	30 ppm
3	glutaraldehído disponible comercialmente como Protectol GA 50 de BASF	250 ppm
4	Peróxido de hidrógeno disponible comercialmente de Evonik	59 ppm
5	Mezcla: producto de ácido caprílico disponible comercialmente de Ecolab	30 ppm de ácido caprílico
6	Hipoclorito de sodio (como NaOCl) disponible comercialmente de Hawkins	25 ppm de cloruro disponible
7	Cloruro de alquil dimetil bencilamonio (C12-16) disponible comercialmente como BTC 835 de Stepan	50 ppm
8	Mezcla de ácido peroxiacético: producto de perácido disponible comercialmente de Ecolab, como se describe en las modalidades preferidas, tablas 2 y 3	diluido a 5 ppm de ácido peroxiacético y 4 ppm de peróxido de hidrógeno

9	Mezcla de ácido peroxicarboxílico mixto: producto de perácido mixto disponible comercialmente de Ecolab	diluido a un estimado de 4.7 ppm de perácido como ácido peroxiacético (POAA) y 0.7 ppm de perácido como ácido peroxioctanoico (POOA), 7.5 ppm de peróxido de hidrógeno, y 3 ppm de ácido octanoico
---	---	--

Tabla 5: Reducción log de UFC después del tiempo de exposición

Muestra #	Reducción log después de 1 minuto de exposición	Reducción log después de 8 minutos de exposición	Reducción log después de 30 minutos de exposición
1	-0.06	-0.08	-0.09
2	0.06	0.08	-0.04
3	0.05	0.77	1.77
4	0.06	0.00	-0.67
5	0.00	-0.01	0.09
6	2.05	2.26	4.17
7	4.74	5.74	5.74
8	0.05	0.12	5.74
9	0.05	5.56	5.74

Se realizaron experimentos adicionales para determinar el impacto de la concentración de uso y el tiempo de exposición sobre la eficacia de la solución de POAA de modalidad preferida # 8 contra *Leuconostoc mesenteroides*. Los resultados se resumen a continuación en la Tabla 6 y se muestran en la figura 8. Se muestra que al aumentar la concentración de la solución de ácido peroxiacético, la actividad antimicrobiana se logra a una tasa más rápida.

Tabla 6: Reducción log de UFC después del tiempo de exposición a la solución # 8 a

Tiempo de exposición (minutos)	ppm de POAA				
		5	15	25	35
1		0.05			
5		1.03	6.03	6.03	6.25
8		0.12			
30		5.41	6.03	6.03	6.25
60		6.03	6.03	6.03	

Ejemplo 2

Siguiendo el mismo método de prueba que en el ejemplo 1, se realizó un experimento para estudiar el efecto de la concentración y el tiempo de exposición sobre la eficacia de un producto de carbamato contra *Leuconostoc mesenteroides*. La solución de carbamato # 1 descrita en el Ejemplo 1 se usó para preparar las concentraciones de solución de uso. Los resultados se resumen en la Tabla 7 a continuación y se muestran en la figura 9. Estos resultados no sugieren diferencias significativas en la actividad antimicrobiana en base a la concentración o el tiempo de exposición.

Tabla 7: Reducción log de UFC después del tiempo de exposición a soluciones de carbamato a varias concentraciones

Tiempo de exposición (minutos)	ppm de carbamato activo			
		1.5	4.5	7.5
1		0.03	0.06	0.03
5		0.04	0.05	0.29
8		0.03	0.09	0.20
30		0.57	0.25	0.57

Ejemplo 3

Siguiendo el mismo método de prueba que en el ejemplo 1, se realizó un experimento para estudiar el efecto de la concentración y el tiempo de exposición sobre la eficacia del ácido octanoico contra *Leuconostoc mesenteroides*. La mezcla basada en ácido octanoico descrita como la mezcla #5 en el Ejemplo 1 se usó para preparar las soluciones de uso para la prueba. Los resultados se resumen en la Tabla 8 a continuación y se muestran en la figura 10. Al comparar estos resultados con el resultado inicial para las soluciones de ácido octanoico en el Ejemplo 1, este ejemplo demuestra que las concentraciones de ácido octanoico sí mejoran la eficacia del ácido octanoico contra *Leuconostoc mesenteroides*.

Tabla 8: Reducción log de CFET después del tiempo de exposición a una solución de ácido octanoico a varias concentraciones

	ppm de ácido octanoico		
Tiempo de exposición (segundos)		900	4500
	10	5.678	5.678
	30	5.678	5.678
	60	5.678	5.678

Ejemplo 4

Las soluciones de uso de cloro y ácido peroxiacético se prepararon por separado, a las que se añadió una cantidad de comida para bebés en puré directamente a la solución de uso para proporcionar una carga de residuos orgánicos del 5 % en peso. Las soluciones se prepararon para que contuvieran 50 ppm de cloro, mediante el uso de hipoclorito sódico de materia prima comúnmente disponible, y 50 ppm de ácido peroxiacético, mediante el uso de la solución #8 descrita en el ejemplo 1. Estas soluciones se agitaron continuamente, mientras que las muestras se tomaron en el tiempo para controlar las concentraciones de cloro y ácido peroxiacético. Este experimento se diseñó para comparar la cinética de descomposición entre las composiciones de cloro y de ácido peroxiacético disponibles. Los resultados demuestran que el cloro es más susceptible a la reacción en presencia de carga de residuos orgánicos. Esta reacción consume el cloro disponible, disminuyendo la concentración de cloro disponible y haciendo que estas soluciones sean menos propensas a proporcionar la actividad de control microbiano deseada cuando hay residuo orgánico presente. Por el contrario, estos resultados demuestran que las soluciones de ácido peroxiacético son comparativamente menos reactivas en presencia de cargas de residuos orgánicos, lo que permite que los ácidos peroxiacéticos proporcionen actividad antimicrobiana adicional. Los datos de valoración se resumen en las Tablas 9 y 10 a continuación, y los resultados se muestran en la figura 11.

Tabla 9: Datos de valoración para el cloro disponible en el tiempo en soluciones que contienen 5 % en peso de alimento para bebés

	Cl ₂ (ppm) en solución + residuo						
Tiempo (min)	Verduras de jardín.	Zanahorias	Remolacha	Duraznos	Chicharos	Ejotes	Agua DI
0.5	29.0	30.0	27.9	16.7	33.2	26.7	46.4
5	24.4	29.3	26.1	14.5	28.5	23.6	44.9
15	21.5	25.7	21.6	9.2	27.3	19.1	45.1
30	13.9	20.1	17.2	0.0	26.2	14.3	42.1
60	8.6	11.6	8.6		23.6	3.1	41.3
90	1.4	5.7	0.0		14.6	0.0	40.9
120	0.0	0.0			5.9		40.4

Tabla 10: Datos de valoración para POAA en el tiempo en soluciones que contienen 5 % en peso de alimento para bebés

	POAA (ppm) en solución + residuo						
Tiempo (min)	Verduras de jardín.	Zanahorias	Remolacha	Duraznos	Chicharos	Ejotes	Agua DI
0.00		52.1	50.5	50.7	52.5	50.6	
0.50	44.6	49.2	44.8	36.4	49.0	43.3	52.3
2.50		46.3	44.3	35.1	47.7	39.6	
5.00	40.6	45.1	44.1	31.5	46.3	33.8	51.7
10.00		43.3	40.4	31.6	46.3	32.9	
15.00	39.2						51.7
20.00		41.0	41.1	31.1	45.8	33.6	
30.00	39.1						50.0
40.00		40.4	40.2	29.1	43.1	32.3	
60.00	38.3						48.8
90.00		40.0	39.7	26.5	42.2	32.4	
120.00	38.8	39.8	36.5	22.3	37.9	25.2	48.6

Ejemplo 5

Las formulaciones de ácido peroxiacético se prepararon para comparar diferentes agentes estabilizantes por su capacidad para estabilizar el ácido peroxiacético y el peróxido de hidrógeno en el tiempo en soluciones concentradas a temperaturas elevadas. Este experimento demuestra que el uso de ácido 1-hidroxietilideno-1,1-difosfónico (HEDP), ácido dipicolínico (DPA) y la combinación de HEDP + DPA proporcionan niveles variables de estabilidad. La combinación de HEDP y DPA permite una estabilidad mejorada a temperaturas elevadas. Este concepto puede aprovecharse

en soluciones antimicrobianas de perácido para permitir una mayor vida útil de los productos concentrados cuando se almacenan y transportan en ambientes cálidos y húmedos, y se almacenan a la luz solar directa, como ocurre frecuentemente durante el uso en aplicaciones de cosecha de caña de azúcar. Las fórmulas se describen en la Tabla 11 a continuación, mientras que los resultados de estabilidad se resumen en la Tabla 12 y se muestran en la figura 12.

Tabla 11 : Composiciones de la fórmula

Ingrediente	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3
Ácido carboxílico	30-35 % en peso	30-35 % en peso	30-35 % en peso
Ácido mineral		0.05-1.5 % en peso	
Ácido peroxycarboxílico	12-18 % en peso	12-18 % en peso	12-18 % en peso
Peróxido	10-15 % en peso	10-15 % en peso	10-15 % en peso
Ácido fosfónico	0.5-1.5 % en peso		0.1-1.5 % en peso
Ácido dipicolínico		0.01-0.10 % en peso	0.01-0.1 % en peso

Tabla 12: % de POAA medido en muestras de estabilidad en el tiempo

Días a 38 °C	0	12	25	39	53	68	83	123
Fórmula 1	15.25	14.56	14.25	13.48	12.83	9.97	7.53	4.35
Fórmula 2	14.80	14.74	14.70	14.27	14.44	13.21	11.30	6.61
Fórmula 3	15.00	14.74	15.15	15.16	15.18	15.41	15.05	9.56

Ejemplo 6

Se realizó un experimento de campo para determinar si la aplicación de una composición de perácido a la caña de azúcar recién cortada afectaba el rendimiento de sacarosa. Un primer grupo de prueba consistió en diez carros de transporte llenos de caña recién cosechada. Se preparó una solución de prueba al diluir una composición concentrada preferida descrita en la Tabla 2 para producir una solución de uso con aproximadamente 100 ppm de ácido peroxiacético. La caña de azúcar cosechada en estos carros de transporte se trató con esta solución de ácido peracético de 100 ppm bombeando la solución a través de una manguera y pulverizando manualmente la caña cosechada con esta solución. Un segundo grupo de prueba consistió en diez carros de

transporte llenos de caña recién cosechada. Este segundo grupo de prueba de carros de transporte no fue tratado con una solución de perácido. Ambos grupos de caña de azúcar estaban dentro del mismo campo y fueron cosechados al mismo tiempo.

A partir de estos 20 carros de transporte, se realizaron varias pruebas en muestras representativas de caña en el momento del suministro al molino de procesamiento. Se registró la cantidad de dextrano por unidad de masa y se comparó la cantidad entre el primer grupo de prueba para caña tratada con ácido peracético y el segundo grupo de prueba para caña no tratada. Los resultados se resumen en la Tabla 13 y se muestran en la figura 2. Los niveles de dextrano fueron consistentemente más bajos en la caña de azúcar a la que se aplicó la composición de ácido peracético que en la caña de azúcar no tratada. Los niveles más bajos de dextrano dan como resultado mayores rendimientos de sacarosa.

Tabla 13: dextrano producido en mg/Kg de masa sólida

Fecha	Tratada	No tratada	Diferencia
05/05/2015	322.46	402.67	(80.21)
06/05/2015	198.73	281.85	(83.13)
07/05/2015	386.42	583.43	(197.01)
08/05/2015	190.73	209.16	(18.43)
09/05/2015	206.65	263.47	(56.82)
Promedio	261.00	348.12	(87.12)

A continuación, se examinó la pureza del jugo de caña de azúcar extraído de la caña para determinar si la aplicación de la composición de ácido peracético tuvo algún efecto. La Tabla 14 y la figura 3 ilustran los resultados. La pureza del jugo de caña derivado de la caña de azúcar tratada con la composición de perácido fue consistentemente más alta que la de la caña de azúcar que no fue tratada.

Tabla 14: Porcentaje de pureza de sacarosa en el jugo de caña de azúcar

Fecha	Tratada	No tratada	Diferencia
05/05/2015	79.55	76.01	3.54
06/05/2015	87.07	81.37	5.70
07/05/2015	83.78	81.87	1.92
08/05/2015	82.60	81.95	0.65
09/05/2015	84.72	83.29	1.43
Promedio	83.55	80.90	2.65

La figura 4 ilustra un gráfico de dispersión que muestra la pureza graficada contra la cantidad de dextrano para la caña de azúcar tratada frente a la no tratada. Se observa

que los carros en los que se aplicó la composición muestran los valores más bajos de dextrano y los valores más altos de pureza de jugo. Inversamente, los carros que no fueron tratados muestran valores más altos de dextrano y valores de pureza más bajos. A continuación, se registró el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña de azúcar. Nuevamente, el rendimiento fue consistentemente mayor en la caña de azúcar que fue tratada con la composición de perácido. Los resultados se muestran en la Tabla 15 y la figura 5.

Tabla 15: rendimiento en Kg de azúcar por tonelada de caña

Fecha	Tratada	No tratada	Diferencia
05/05/2015	97.26	85.67	11.59
06/05/2015	139.58	107.45	32.13
07/05/2015	129.00	118.68	10.32
08/05/2015	127.37	116.18	11.18
09/05/2015	144.86	132.45	12.40
Promedio	127.61	112.09	15.52

Finalmente, se realizó un análisis que demuestra la recuperación de los rendimientos de azúcar. Esto demuestra una mejora en el potencial de rendimiento de la caña suministrada a un molino para su procesamiento. En promedio, hay un aumento potencial de recuperación de azúcar de entre 0,83 kg/tonelada a 7,30 kg/tonelada con un promedio de 3,39 kg/tonelada como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16: Recuperación de azúcar en kg/tonelada

Fecha	Tratada	No tratada	Diferencia en pureza	Azúcar recuperada
05/05/2015	79.55	76.01	3.54	4.5 kg/tonelada
06/05/2015	87.07	81.37	5.70	7.30 kg/tonelada
07/05/2015	83.78	81.87	1.92	2.45 kg/tonelada
08/05/2015	82.60	81.95	0.65	0.83 kg/tonelada
09/05/2015	84.72	83.29	1.43	1.83 kg/tonelada
Promedio	83.55	80.90	2.65	3.39 kg/tonelada

La figura 6 ilustra un gráfico de dispersión que representa la cantidad de dextrano frente a la cantidad de jugo de caña. Se observa que el mayor rendimiento se obtiene de la caña con menor contenido de dextrano.

Hay evidencia que indica que la aplicación de la composición de perácidos en el campo a la caña de azúcar recién cortada y el tratamiento antimicrobiano en molinos mejora la

reducción de la pureza entre los jugos primarios y diluidos. Una disminución en el dextrano mejora la pureza y el rendimiento del jugo. El tratamiento de la caña con una solución de perácido reduce la tasa de crecimiento bacteriano en la caña, como se evidencia al encontrar pequeñas cantidades de dextrano en la caña de azúcar que se trató en comparación con la caña no tratada cosechada al mismo tiempo.

Ejemplo 7

Se realizó un segundo experimento de campo para evaluar los beneficios de mejora del rendimiento logrados al tratar la caña de azúcar recién cosechada con una solución de perácido.

Se preparó una solución de prueba al diluir una composición concentrada preferida descrita en la Tabla 2 para producir una solución de uso con aproximadamente 2400 ppm de ácido peroxiacético. Varias cosechadoras mecanizadas se adaptaron con un sistema de dispensación automatizado para aplicar esta solución de perácido de 2400 ppm a la caña de azúcar recién cosechada a una tasa de aplicación de aproximadamente 1.8 L de solución de perácido por tonelada de caña de azúcar cosechada.

Las cosechadoras adicionales no se modificaron con este equipo dispensador y no aplicaron solución de perácido a la caña de azúcar cosechada. La caña de azúcar tratada con solución de perácido, y la caña no tratada con solución de perácido, se cosecharon en los mismos campos, pero se recogieron en carros de transporte separados y se suministraron al molino de procesamiento.

Se recogieron muestras representativas de la caña de azúcar cosechada en el momento del suministro al molino de procesamiento, y se analizó el potencial de rendimiento de sacarosa para determinar el impacto de la aplicación de la solución de perácido a través de la cosechadora mecanizada. Este experimento se realizó a lo largo de varias semanas para demostrar el efecto durante una temporada de cosecha.

En promedio, el tratamiento de perácidos en la caña de azúcar recién cosechada permitió un aumento en el rendimiento de sacarosa de 2.14 kg de sacarosa por tonelada de caña cosechada. Esto se relaciona con un aumento de aproximadamente 1.66 % en el rendimiento de sacarosa a partir de la misma cantidad de caña de azúcar cosechada. Para añadir relevancia a esta cifra, el país de Guatemala produjo alrededor de 2,82 millones de toneladas de azúcar en 2016. De acuerdo con un cálculo, si incluso el 20 % del total de la caña de azúcar cosechada se tratara como se describe en este ejemplo, se podrían haber producido 12,091 toneladas adicionales de azúcar a partir de la misma cantidad de caña de azúcar cosechada. A un precio promedio del mercado mayorista

del azúcar blanca en Guatemala de aproximadamente 14.28 USD por 100 libras de azúcar, esto equivale a un posible aumento de los ingresos brutos de aproximadamente 3,806,416 USD por un año.

Si bien se han descrito ciertas modalidades, pueden existir otras modalidades. Si bien la descripción incluye una descripción detallada, el alcance de la invención se indica mediante las siguientes reivindicaciones. Además, aunque la descripción se ha descrito en el idioma específico a las particularidades estructurales y/o a los actos metodológicos, las reivindicaciones no se limitan a las características o actos descritos anteriormente. Más bien, las características y los actos específicos descritos anteriormente se describen como aspectos y modalidades ilustrativas de la invención. Varios otros aspectos, modalidades, modificaciones, y equivalentes de estos que, después de leer la descripción en la presente descripción, pueden sugerirse ellos mismos a uno experiencias ordinarias en la técnica, sin apartarse del espíritu de la presente descripción o del alcance de las reivindicaciones anexadas.