

ARTÍCULO DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLE

Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas**Probiotics and prebiotics in vegetable matrices: Advances in the development of fruit drinks**

RESUMEN

Los alimentos funcionales son beneficiosos para la salud, trascienden a las características nutricionales e involucran efectos fisiológicos. Los alimentos funcionales incluyen: los probióticos, prebióticos y simbióticos, los cuales generan el balance en la microbiota intestinal. Se ha incrementado en el mercado la demanda de alimentos que permiten al consumidor implementar hábitos alimenticios más saludables esto acompañado con el incremento de la intolerancia a la lactosa, lo que ha incentivado a investigar, estudiar y desarrollar una generación de productos de origen vegetal, principalmente bebidas de fruta, con adición de microorganismos probióticos. Estas bebidas tienen desafíos tecnológicos, entre ellos la viabilidad y el efecto sensorial. El objetivo de este artículo es revisar las condiciones de adición de microorganismos probióticos y de agentes prebióticos en productos de origen vegetal y las características que permiten el uso de estas matrices alimentarias como vehículos de inclusión en el desarrollo de bebidas funcionales.

Palabras clave: Alimentos funcionales, probióticos, prebióticos, simbióticos, bebidas de frutas.

ABSTRACT

Functional Foods are beneficial to health, transcend nutritional characteristics and involve physiological effects. Functional food include: probiotics, prebiotics and symbiotics, which generate balance in the intestinal microbiota. The demand for foods that allow the consumer to implement healthier food habits has been accompanied by the increase in lactose intolerance, which has stimulated the research, study and development of a generation of food products of vegetable origin, mainly fruit drinks with added probiotic microorganisms. These drinks have associated technological challenges, including viability and sensory effect. The aim of this article is to review the conditions of the addition of probiotic microorganisms and prebiotic agents in vegetable origin products and the characteristics that allow the use of these food matrices as inclusion vehicles in the development of functional beverages.

Keywords: Functional foods, probiotics, prebiotics, symbiotic, fruit beverages.

Camila Andrea Bernal Castro¹, Consuelo Díaz-Moreno¹,
Carolina Gutiérrez-Cortés².

1. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA. Avenida Carrera 30 # 45 - 03, Bogotá, Cundinamarca 111321 (1) 3165000.
2. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Ciencias.

Dirigir correspondencia a: Camila Andrea Bernal Castro.
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Ciencias Agrarias, estudiante de maestría Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA. Avenida Carrera 30 # 45, Bogotá, Cundinamarca 111321 (1) 3165000.
Email: caabernalca@unal.edu.co

Este trabajo fue recibido el 17 de marzo de 2017.
Aceptado con modificaciones: 07 de julio de 2017.
Aceptado para ser publicado: 19 de agosto de 2017.

INTRODUCCIÓN

El término alimento funcional (AF) surgió en Japón en la década de los 80's y a partir de entonces ha sido aceptado internacionalmente¹, no existe una definición universal, una de las más utilizadas es: "Un alimento funcional es un alimento convencional, que hace parte de una dieta estándar en cantidades normales, además de aportar un valor nutritivo, ha demostrado tener un beneficio en la salud mediante un efecto fisiológico en la reducción del

riesgo de enfermedades crónicas⁷². En la actualidad, la gama de alimentos funcionales incluye: alimentos para bebés, productos horneados y cereales, productos lácteos, confitería, comidas preparadas, aperitivos, productos cárnicos, pastas para untar y bebidas³.

El mercado de alimentos funcionales está en continuo crecimiento al igual que los productos dirigidos a la salud gastrointestinal, en particular los probióticos y prebióticos son ampliamente estudiados⁴. Los prebióticos (oligosacáridos y polisacáridos), componentes bioactivos que generan sinergia con los microorganismos probióticos ofreciendo un beneficio a la salud del huésped⁴.

Las frutas son matrices alimenticias con contenido de micronutrientes, antioxidantes y fibra con un potencial para el desarrollo de alimentos funcionales⁵. Colombia es un país productor de frutas tropicales y las pérdidas poscosecha son altas (55% de la producción local para frutas y verduras)⁵, por lo tanto es imprescindible generar estrategias tecnológicas que permitan el desarrollo de nuevos productos aprovechando los recursos de la biodiversidad.

La inclusión de microorganismos probióticos en matrices vegetales es un desafío para la industria hortofrutícola. Existen diversos factores (composición fisicoquímica, bioactiva y sensorial) que limitan la viabilidad del microorganismo y la estabilidad del producto en almacenamiento. Aun así, estas matrices han demostrado ser excelentes sustratos para la síntesis celular y la producción de ácido láctico⁶. Con base en lo anterior, revisaremos las condiciones de adición de microorganismos probióticos y de agentes prebióticos en productos de origen vegetal y las características que permiten el uso de estas matrices alimentarias como vehículos de inclusión en el desarrollo de bebidas funcionales.

Probióticos

Estos ingredientes funcionales han sido definidos “Microorganismos vivos que confieren un beneficio a la salud del huésped en cantidades adecuadas”⁶. El término probiótico (del griego “para la vida”) incluye una amplia gama de microorganismos, principalmente bacterias y levaduras, sin embargo, el efecto en la salud humana es específico de la cepa⁷. El concepto de “probiótico” en los últimos años desde la divulgación de la Guía de Probióticos y Prebióticos publicada por la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)⁸ ha sido malinterpretado, empleando el término en productos con insuficiente base científica⁶.

Los probióticos se han validado para aumentar la respuesta inmune contra las infecciones virales y reestablecer la homeostasis intestinal⁹. La evidencia de números estudios en humanos y modelos animales han demostrado la eficacia clínica de diversas cepas con capacidad probiótica sobre el tratamiento de enfermedades como cáncer de colon (efecto anticancerígeno), enfermedad inflamatoria intestinal, diarrea (actividad antimicrobiana), complicaciones postoperatorias e intolerancia a la lactosa¹⁰. Sin embargo, en el mercadeo de los probióticos existen generalizaciones relativas a los beneficios

potenciales para la salud⁹. Los mecanismos moleculares que subyacen a la acción de estos microorganismos ingeridos siguen sin estar completamente claros, se presume que pueden ser mecanismos multifactoriales⁹⁻¹¹. En la mayoría de los casos, el efecto es mediado a través de una interacción entre moléculas en la superficie del microorganismo probiótico y el sistema inmune del huésped, provocando una respuesta antiinflamatoria. El metabolismo bacteriano a menudo parece ser irrelevante, aunque en otros casos se presume que la eficacia se basa en la producción de metabolitos bacterianos (ácidos grasos de cadena corta)¹². Las investigaciones recientes indican que la relación puede ser más compleja y residir en redes ecológicas microbianas dentro del intestino del huésped¹².

Las especies de géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son usadas frecuentemente como probióticos igualmente la levadura *Saccharomyces cerevisiae*^{13,14}, varias especies de *Pediococcus*, *Propionibacterium*, *Oenococcus*, *Bacillus*, *Faecalibacterium* y *Enterococcus* se perfilan como candidatos probióticos⁹. Las bacterias ácido lácticas, entre las que se incluye el género *Lactobacillus*, tienen funciones como agentes para la fermentación de alimentos, herramienta tecnológica en la conservación de productos y pueden generar efectos fisiológicos beneficios al huésped mediante la capacidad probiótica^{4,6}.

Para producción de bebidas probióticas no lácteas, la fermentación se realiza para prevenir el deterioro y proporciona un medio para obtener un producto seguro, como una alternativa para países en vía de desarrollo y con problemas de malnutrición¹⁵.

Con el objetivo de mantener la homeostasis intestinal la funcionalidad de las diferentes matrices alimentarias con inclusión de probióticos está determinada por la mínima concentración de microorganismos vivos al final de la vida útil del producto con valores mínimos de 10⁷ UFC/g. Esta concentración se calculó sobre la base de la porción diaria de microorganismos probióticos viables que deben ser ingeridos para obtener efectos funcionales^{5,12}.

Por estas razones, la industria de alimentos funcionales busca constantemente el desarrollo de cepas probióticas y agentes prebióticos con funcionalidades específicas y novedosas^{17,18}. Para el año 2022 el mercado de probióticos a nivel mundial tiene proyecciones de ventas mayores a US\$ 63 billones¹⁹. Los beneficios de los probióticos en leches fermentadas u otras bebidas, combinado con el uso extenso de suplementos probióticos, son los principales contribuyentes del crecimiento del mercado de probióticos¹⁵. Las bebidas funcionales se encuentran en auge considerando que en la última década los consumidores están orientados a productos funcionales con imagen “saludable”⁷³.

En términos de bebidas funcionales (incluyendo productos con microorganismos probióticos) a nivel mundial presenta tendencias heterogéneas, evolucionando en diferentes países, por ejemplo, en Estados Unidos han experimentado tasas de crecimiento impresionantes en los últimos años en comparación con los mercados francés, alemán, español

y británico³. Las características sociodemográficas y las diferencias socioculturales juegan un rol significativo, estos productos requieren en su desarrollo y almacenamiento tecnologías de alto costo que se traducen en el consumidor en alimentos de alto valor agregado diferenciando la aceptación en segmentos con mayor poder adquisitivo³.

Probióticos en matrices vegetales: criterios para la inclusión en productos hortofrutícolas

En la industria de alimentos la inclusión de cultivos probióticos se ha realizado tradicionalmente en productos lácteos (queso, yogur, helados, entre otros)^{20,21}. La investigación en el desarrollo de soluciones alternativas a los productos probióticos derivados de la leche es una opción en crecimiento dentro de la industria de alimentos, especialmente el diseño de bebidas de frutas y/o vegetales como ingrediente principal es una iniciativa factible²². Los avances tecnológicos han permitido alterar algunas características estructurales de las matrices vegetales modificando los componentes de estos alimentos de una forma controlada²³ y generando una serie de productos con valor agregado en el mercado de alimentos.

Con el fin de proporcionar los efectos funcionales, las cepas a menudo requieren una matriz específica que permita la supervivencia óptima del cultivo lo largo del tracto gastrointestinal²⁴. El creciente número de personas con intolerancia a la lactosa, la dislipidemia y el vegetarianismo refuerzan la importancia del desarrollo de los productos probióticos no lácteos²⁰. Estas condiciones han permitido el lanzamiento de nuevos productos que contienen cepas probióticas, particularmente bebidas a base de frutas, verduras, cereales y soja³.

Las cepas de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium lactis* son las más utilizadas en la formulación de nuevos productos probióticos de origen hortofrutícola²⁰. Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico, la inclusión de diferentes microorganismos para procesos fermentativos es un método biopreservación tradicional para la fabricación de alimentos, que puede ser considerado una herramienta biotecnológica sencilla, relativamente económica y valiosa para mantener o mejorar la seguridad, propiedades sensoriales y la vida útil de productos hortofrutícolas²⁵. La información disponible sobre las matrices vegetales como fuente de aislamiento de microorganismos probióticos es menor en comparación con los utilizados en productos lácteos. Adicionalmente es necesario realizar nuevos estudios sobre microorganismo nativos de alimentos vegetales en relación a supervivencia, frente a los desafíos tecnológicos, criterios de fermentación, uso como cultivos iniciadores y relación ecológicas²².

Las matrices vegetales son fuentes fundamentales de agua, vitaminas (vitamina C, vitaminas del grupo B, provitamina A), fibra dietaria, minerales y fitoquímicos significativos para la dieta humana y para los cultivos probióticos^{26,27}. Especialmente las bebidas de fruta son consideradas vehículos

de inclusión para estos microorganismos debido a las ventajas funcionales que presentan como fuente de micronutrientes, bajo contenido de alérgenos y su mayor digestibilidad²². En la actualidad existe una gran preocupación por el incremento de enfermedades asociadas con la obesidad, motivo por el cual se están considerando los beneficios de los probióticos en bebidas de fruta y/o vegetales en la prevención y el tratamiento de una serie de condiciones de salud¹⁵.

La inclusión de estos ingredientes funcionales en matrices de origen vegetal puede ser una alternativa para aumentar el bajo consumo de frutas y verduras que actualmente está presente a nivel mundial, sobre todo en países en vía de desarrollo, según reporta la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)²⁷, además de generar un aprovechamiento tecnológico dentro de la cadena agroindustrial evitando pérdidas poscosecha. Sin embargo, en la generación de estos productos se deben considerar retos tecnológicos a nivel de viabilidad (vida útil del producto) y del impacto sensorial.

En la generación y diseño de alimentos con probióticos con diferentes funcionalidades, se deben considerar propiedades intrínsecas de la cepa como son sobrevivir y colonizar en el tracto gastrointestinal, ser tolerantes a un rango de pH (pH 2,5 a 3,5) y a la pepsina del estómago, sales biliares, pancreatina en la parte superior del intestino, y la capacidad de adherirse a la mucosa intestinal²⁸. Recientemente se ha demostrado que estas propiedades pueden variar dependiendo de las condiciones de fabricación y procesamiento del producto²⁹, por tanto es crítico la evaluación de estas características en el desarrollo de bebidas funcionales pre y post procesamiento.

En general, de acuerdo con los estudios realizados, el crecimiento y la viabilidad de las bacterias probióticas en bebidas de frutas y verduras depende de la especie y cepa de la bacteria utilizada, el pH y la concentración de ácido láctico y ácido acético del producto final, entre otros factores²⁰. La adición de probióticos en estos productos es más compleja que la formulación en los productos lácteos porque las bacterias necesitan protección de las condiciones ácidas en las bebidas a base de frutas y/o vegetales³⁰. Sin embargo, algunos estudios recientes han demostrado que algunas cepas son capaces de crecer y sobrevivir a niveles estables (densidad celular superior a 10⁷ UFC/mL) en bebidas de fruta generando un aumento en el consumo como vehículos de inclusión para microorganismo probióticos²³.

Avances sobre inclusión de probióticos en matrices vegetales: bebidas de frutas.

En todo el mundo se producen una variedad de bebidas tradicionales no lácteas fermentadas, como Boza, Bushera, Mahewu, Pozol, Togwa Hardaliye y Kinema, elaborado a partir de la fermentación de la soya utilizando *Bacillus subtilis* consumido por los habitantes de Nepal⁷. Otros productos de origen vegetal son los encurtidos fermentados de origen

étnico como Tursu de Turquía (fermentación de repollo y tomate verde por bacterias ácido lácticas y levaduras como *Torulopsis* sp., *Hansenula* sp., y *Saccharomyces* sp.) y el Pak-Gard-Dong (fermentación de hojas de mostaza por bacterias autóctonas ácido lácticas).

El crecimiento positivo de bacterias ácido lácticas en estos tipos de alimentos muestra que es factible utilizar las matrices vegetales como sustrato para los probióticos, obteniendo todos los beneficios del proceso de fermentación, es por tanto que frutas y vegetales representan alimentos que promueven la salud gracias a la combinación de probióticos y prebióticos naturalmente presentes sus estructuras⁷.

La primera bebida de fruta sin leche con adición de probióticos fue Proviva® lanzada en Suecia en 1994 por la compañía Skane Lácteos³¹. El componente activo de este producto se compone de bacterias ácido-lácticas (*L. plantarum* 299v) crecidas en harina de avena. El producto final contiene concentraciones entre 5×10^7 y 1×10^{11} UFC/ml³¹. Otros ejemplos de productos disponibles en el mercado son: Rela® (Biogai, Suecia), un jugo de fruta con *L. reuteri* MM53; Geflius® (Valio Ltd., Finlandia) bebida de fruta con 7 semanas de vida útil en refrigeración; Bioprofit® (Valio Ltd.) con *L. rhamnosus* y *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* JS y Biola® (Tiene BA, Noruega) una bebida con más del 95% de fruta sin adición de azúcar³. Varias frutas y verduras como manzanas, naranjas, grosella negra, plátano, arándano, piña, melón, frambuesa, granada, zanahoria, remolacha. han sido utilizadas para el diseño de diferentes productos enriquecidos con probióticos^{22,32}.

En la tabla 1 se encuentra los estudios más recientes sobre la inclusión de probióticos en productos derivados de matrices vegetales. Según el análisis de los estudios presentados existen factores a considerar en el desarrollo matrices vegetales como vehículos de inclusión de probióticos. A continuación, se describen algunos de estos factores:

- **Composición de las matrices vegetales:** la naturaleza de los ácidos orgánicos desempeña un factor intrínseco a la matriz que puede presentar un efecto inhibitorio en la viabilidad de las bacterias probióticas como lo señala Sheehan et al. (2007) quienes desarrollaron un jugo de arándano con probióticos con una alta concentración de ácido benzoico (Tabla 1). El contenido de compuestos fenólicos en frutos rojos (ácido benzoico y lactonas) presente en concentraciones de aproximadamente 34 mg/L en ciertas variedades de frutos rojos puede tener efectos nocivos en la viabilidad de los probióticos en este tipo de frutas debido a que están en el rango de concentración usado en la preservación de la mayoría de los alimentos perecederos³³. Sin embargo, las fuentes no lácteas contienen acidulantes naturales, que aumentan la vida útil del producto creando un ambiente anaeróbico, óptimo para cultivos probióticos mediante la depuración del oxígeno disponible. También tiene contenido de azúcares naturales para apoyar el crecimiento de probióticos^{22,30}. Se debe considerar el efecto en la viabilidad de los probióticos, presencia de sal, azúcar y productos químicos como peróxido de hidrógeno, bacteriocinas,

saborizantes y colorantes artificiales³⁴.

- **Cepas probióticas (factores de crecimiento y viabilidad):** la viabilidad de los microorganismos durante las operaciones de procesamiento y el almacenamiento, la supervivencia durante el tránsito intestinal, y los potenciales beneficios de salud de los consumidores son los criterios principales para la selección de cepas adecuadas con capacidad probiótica. La selección de cepas de autóctonas de origen vegetal puede ayudar a superar los retos tecnológicos, algunas cepas de bacterias ácido lácticas aisladas de verduras y frutas fermentadas, se pueden utilizar como probióticos, ya que son capaces de resistir altos niveles de acidez y de sal durante el período de almacenamiento⁷. Numerosos factores influyen en el crecimiento microbiano como: concentración de oxígeno, acidez, pH, tipo de empaque, temperatura de producción y de almacenamiento, tecnologías de conservación como secado y congelación⁷. La ácido tolerancia de las bacterias ácido lácticas es un factor tecnológico en el desarrollo de estos productos, las bebidas de frutas tienen un pH inferior a 4, es un aspecto fundamental en la pérdida de viabilidad de los probióticos³⁴. Los parámetros de producción de las bebidas de fruta con probióticos son claves como el pH del producto final que permita la supervivencia de los microorganismos; la temperatura de almacenamiento, preferiblemente en condiciones de refrigeración (4°C), logrando la estabilidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial del producto, evitando la producción de metabolitos que impacten en la viabilidad de los probióticos, el perfil sensorial de la bebida; y la temperatura de crecimiento por encima de 45°C durante el procesamiento resulta ser perjudicial para la supervivencia probiótica³⁴.

- **Inóculo:** se debe considerar la concentración celular de los microorganismos a inocular debido a que la selección de las cepas probióticas apropiadas en la dosis adecuada es el primer requisito para el desarrollo de un producto alimenticio con características probióticas³⁴. Los alimentos con probióticos deben contener altas dosis de microorganismos viables a lo largo de la vida útil del producto, sin embargo, no todas las cepas probióticas añadidas a las frutas y verduras dan buenos resultados en términos de supervivencia^{7,30}. La adaptación a la matriz vegetal del inóculo mediante suplementación de la bebida para frutos rojos como lo sugiere Perricone et al. 2015³⁵ junto a la adición de prebióticos³⁰ son estrategias efectivas para mejorar la estabilidad y la viabilidad de los probióticos en condiciones hostiles.

- **Efecto sensorial:** el efecto sensorial derivado de la inclusión de probióticos en productos de origen vegetal es crítico en el desarrollo de bebidas funcionales. Este parámetro ha sido explorado por algunos autores, por ejemplo, se ha reportado sabores salados, agrios y olores perfumados en bebidas de fruta con adición de probióticos³⁰. Luckow et al (2005)³⁶ aroma, texture and flavour of probiotic fruit juices. Novel blackcurrant juices containing probiotic cultures (*Lactobacillus plantarum* 299v) concluyeron que los jugos de naranja con probióticos (*Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus casei* Imunitas®, *Lactobacillus paracasei* NFB

Tabla 1
 Inclusión de probióticos en matrices vegetales

Matriz alimentaria	Probiótico	Tipo de producto	Efecto sensorial	Viabilidad	Condiciones de inclusión	Referencia
Ananá, Naranja, Melocotón, Manzana.	<i>L. casei</i> LC-01 <i>L. casei</i> BGP 93	Bebidas (jugos) comerciales.	Los cambios sensoriales indicaron que la vida útil de jugo inoculado no excede 1 semana.	La viabilidad fue óptima con ananá, melocotón y manzana (10^8 UFC/mL), sólo el jugo de naranja afectó la proliferación de ambas cepas.	Se estabilizó el pH en un rango entre 3,34 a 4,28. Almacenamiento a 5°C durante 4 semanas.	(49)
Manzana verde Naranja, Piña Frutos rojos	<i>L. reuteri</i> DSM 20016.	Bebidas (jugos) comerciales	<i>L. reuteri</i> no ejerció ningún efecto negativo en los atributos sensoriales de los jugos en refrigeración	Los resultados sugieren que la viabilidad de <i>L. reuteri</i> fue afectada por el tipo de jugo, la bacteria sobrevivió en jugos piña, naranja y manzana, mientras que experimentó una fuerte reducción de jugos de frutos rojos (menor a 10^7 UFC/mL).	Se estabilizaron los rangos de pH y se evaluó el contenido de sólidos totales y de azúcares.	(35)
Piña, Naranja, Arándano	<i>L. salivarius</i> ssp, <i>L. paracasei</i> ssp. <i>paracasei</i> NFBC43338.	Bebidas (jugos) comerciales.	No se evaluó el efecto sensorial, pero sí el efecto a tratamientos térmicos (pasteurización).	Las cepas examinadas fueron viables durante más tiempo en el jugo de piña y en el de naranja en comparación con el de arándano. (10^7 UFC/mL).	Se ajustó el pH a 3,5, 4,5 y 5,0. Periodo de almacenamiento de 12 semanas a 4°C.	(33)
Arándano, Grosella negra	<i>L. plantarum</i> NCIMB 8826	Polvos liofilizados de frutas	No se evaluó el efecto sensorial.	El polvo de grosella negra fue el que mantuvo la viabilidad celular. (10^8 UFC/g).	Almacenamiento por 12 meses, reconstitución en agua.	(50)
Manzana	<i>B. animalis</i> subsp <i>lactis</i> Bb-12	Jugo de manzana	No se evaluó efecto sensorial.	Mutagénesis UV y la posterior incubación en medio ácido lograron mejorar la estabilidad de la cepa (10^7 UFC/mL), al incluirla en la matriz.	El jugo se estabilizó a un pH 3,5.	(51)
Piña, manzana, naranja	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. brevis</i> <i>L. rhamnosus</i>	Jugos comerciales (formulados con pulpas y purés)	No se evaluó el efecto sensorial.	Estabilidad de los probióticos (10^7 UFC/mL), durante el almacenamiento por 35 días a 4°C.	El pH de la bebida fue ajustado a 4,2.	(52)
Granada y arándano	<i>L. plantarum</i> <i>B. longum</i>	Jugos de Granada y arándano	No se evaluó el efecto sensorial.	La encapsulación mejoró la viabilidad con una concentración final de aproximadamente 10^8 UFC/mL y 10^6 UFC /mL.	Evaluación de la viabilidad de las células libres y encapsuladas en perlas de pectina y alginato.	(53)
Moras, ciruelas, kiwis y papaya.	<i>L. plantarum</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i>	Diseño de bebidas tipo smoothies de frutos verdes (GS) y rojos (RS).	La diferencia de color ΔE^* ab y el índice de pardeamiento se vieron afectados positivamente.	Los cultivos se mantuvieron viables a una concentración de (10^9 UFC/g) durante 30 días de almacenamiento a 4°C.	Se asilaron las cepas de las matrices vegetales y se realizó la identificación molecular.	(54)
Naranja	<i>L. rhamnosus</i> CG, <i>L. casei</i> <i>Imunitass</i>	Jugo naranja (bebida comercial sin pulpa)	Jugos enriquecidos con probióticos fueron evaluados sensorialmente por un panel descriptivo	Para el jugo de naranja con <i>L. paracasei</i> NFBC 43338, se observaron 5×10^8 UFC / mL.	Los resultados mostraron que los jugos tenían significativamente ($p < 0,05$) diferentes perfiles sensoriales.	(37)
Durazno	<i>L. rhamnosus</i> Cepas salvajes.	Mermelada comercial de durazno	Los cultivos probióticos añadidos a mermelada no cambiaron significativamente los parámetros de color.	Todas las cepas mostraron un mejor rendimiento en la mermelada, con valores superiores a (10^7 UFC/g), hasta los 78 días de almacenamiento a 5°C.	Almacenamiento durante 78 días a 25°C y 5°C. Diseño de medio sintético de durazno (control).	(55)
Remolacha roja	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. plantarum</i>	Jugo fermentado de remolacha	No se evaluó el efecto sensorial.	Los recuentos en placa de las bacterias de ácido lácticas, en el jugo de remolacha fermentado, se mantuvieron a 10^6 - 10^8 UFC/mL excepto para <i>L. acidophilus</i> después de 4 semanas de almacenamiento en frío a 4°C.	Los cultivos lácticos en el jugo de remolacha fermentada perdieron gradualmente su viabilidad durante el almacenamiento en frío.	(56)
Mora	<i>L. casei</i> ATCC 393	Láminas de mora	El análisis sensorial arrojó un puntaje de aceptación superior a 5 en una escala de 1 a 7.	La presencia de prebióticos sobre la viabilidad del microorganismo al permitir la supervivencia por más de 40 días, con recuentos superiores a 10^6 UFC/mL, mientras en la muestra control fue inferior luego de 25 días	Efecto de la fibra prebiótica en la supervivencia del probiótico en matrices de mora mediante un proceso de impregnación a vacío y posterior liofilización.	(57)

43338) presentaban por parte de un panel descriptivo perfiles sensoriales poco agradables descritos como sabores medicinales y con toques lácteos, sin embargo estos autores sugieren que la exposición y la familiaridad con las bebidas probióticas ayuda a mejorar la aceptación y el gusto de los consumidores por las características sensoriales de las bebidas de fruta con probiótico³⁷.

Las bebidas de fruta formuladas con probióticos y/o prebióticos con estabilidad microbiológica, proporcionan una forma conveniente de complementar las dietas diarias y de mejorar la salud e inmunidad digestivas¹⁵. Por lo tanto, las bebidas funcionales pueden servir como un medio exitoso para ofrecer beneficios para la salud, nutrición, amplios perfiles sensoriales y comodidad en el mundo exigente de hoy¹⁵.

Las bebidas de frutas y/o vegetales presentan perfiles sensoriales refrescantes y son una elección preferida para personas de todas las edades²². Una ventaja importante es que las bebidas de frutas permanecen menos tiempo en el estómago y por lo tanto las especies probióticas que transitan se tienen una menor exposición al ambiente ácido del estómago²², múltiples estudios muestran la factibilidad de desarrollar estos productos en mercados emergentes como respuesta a las necesidades cambiantes de los consumidores y al aprovechamiento tecnológico de estas matrices alimentarias.

Prebióticos

La definición de los prebióticos está relacionada con el concepto de fibra dietaria, excepto por la selectividad como sustrato para varios géneros de bacterias pertenecientes a la microbiota intestinal humana³⁸. Los prebióticos son sustancias de la dieta, fundamentalmente carbohidratos no digeridos por enzimas humanas, una serie de di, oligo y polisacáridos, almidones resistentes y polioles de azúcar que nutren a grupos seleccionados de microorganismos que habitan en el intestino, favoreciendo la multiplicación de bacterias benéficas y disminuyendo la población de las patógenas^{4,35}.

La demanda mundial de prebióticos se estima en alrededor de 167.000 toneladas y 390 millones de euros para el año 2016³⁹. Los fructooligosacáridos (FOS), inulina, isomalto-oligosacáridos (OMI), polidextrosa, lactulosa y el almidón resistente se consideran los principales componentes prebióticos²³. Los oligosacáridos, tales como los oligosacáridos de soja (SOS), los galactolisacáridos (GOS) y los xiloligosacáridos (XOS), también se comercializan en Japón como agentes prebióticos²³. Las fuentes de estos compuestos son variadas, están presentes naturalmente en las frutas, las verduras, el bambú, la miel y la leche, pueden ser producidos a partir de residuos lignocelulósicos⁴⁰.

Actualmente, las mezclas de probióticos y prebióticos se utilizan a menudo con el fin de aprovechar sus efectos sinérgicos en la aplicación a productos alimenticios, estas mezclas se denominan simbióticos³⁸. Por otra parte el diseño de productos simbióticos es el nuevo reto para

las bebidas funcionales, ya que los prebióticos pueden mejorar la viabilidad de las bacterias probióticas y estimular activamente la microbiota beneficiosa en el tracto gastrointestinal humano³. El efecto fisiológico de los prebióticos parece estar relacionado con un aumento de la viscosidad del contenido del tracto gastrointestinal, reduciendo la tasa de vaciamiento gástrico y aumentando la absorción de nutrientes.

El patrón de producción de ácidos grasos de cadena corta tanto el colon como el efecto prebiótico son procesos dinámicos que varían con el tipo de oligosacárido y es afectado por el grado de polimerización, la naturaleza de los restos de hexosa, la duración del tratamiento prebiótico, la composición inicial de la microbiota o la dieta en la que se incorporan²³.

Los prebióticos tienen actividades biológicas adicionales, a la influencia en la microbiota intestinal, específicamente, se ha sugerido que algunos prebióticos, como los galactooligosacáridos (GOS) pueden ser capaces de inhibir las infecciones gastrointestinales a través de actividades anti-adhesivas⁴¹, sin embargo, otros estudios también han reportado que ciertos prebióticos comerciales como Orafiti GR[®], Orafiti P95[®], y Orafiti Sinergy[®] (Beneo GmbH, Mannheim, Alemania), y Vivinal[®] (Friesland Foods Domo, Holanda) pueden reducir la capacidad de adherencia de cultivos probióticos en estudios in vitro en líneas celulares (Caco-2)⁴².

Avances sobre prebióticos en matrices vegetales

En la Tabla 2, se describen estudios relacionados con la inclusión de prebióticos en matrices vegetales, los cuales pueden cumplir múltiples funciones más allá de la prebiótica, mejorando las características sensoriales y fisicoquímicas de las bebidas, como agentes edulcorantes para bebidas de fruta, como estabilizadores para evitar procesos de licuefacción y como componentes sinérgicos y protectores en las diferentes técnicas de encapsulación de microorganismos con capacidad probiótica, con el fin de favorecer las condiciones ambientales y de adaptabilidad a estas bacterias en diferentes clases de matrices^{35,36}.

Los prebióticos tales como FOS, β -glucanos e inulina pueden ser una alternativa saludable al ser adicionados en bebidas funcionales^{3,30}. Las bebidas probióticas no lácteas comercialmente disponibles son en su mayoría bebidas refrigeradas de frutas y/o vegetales que contienen cultivos de probióticos viables, últimamente estas bebidas probióticas se complementan con prebióticos^{15,43}.

La adición de prebióticos a una dieta mediante el uso de bebidas funcionales es un reto de preocupación en el área nutricional³. A continuación, se describen algunos de las aplicaciones de los prebióticos en bebidas de fruta:

- *Efecto sensorial:* y en las propiedades fisicoquímicas: se han realizado pocos estudios relacionados con el efecto sensorial de la adición de prebióticos en bebidas de frutas y vegetales⁴⁴ sin embargo, estudios realizados en néctares de papaya con oligofruktosa (Tabla 2) por Braga et al. 2015 han mostrado los análisis de preferencia que los néctares

Tabla 2
Uso de prebióticos en matrices vegetales

Prebiótico	Matriz vegetal/producto	Efecto evaluado	Referencia
Oligofruktosa e Inulina de origen comercial	Néctar de papaya	Caracterización química y aceptación sensorial	(44)
Fructooligosacáridos	Jugo de piña, mango y naranja	Parámetros de calidad	(48)
Polisacáridos de la harina de colza	Colza	Proliferación y actividad de acidificación de los probióticos in vitro	(58)
Galacto-oligosacáridos Inulina	Jugos de frutas	Agentes protectores en el proceso de encapsulación de <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Lactobacillus casei</i>	(59)
Oligo-fructosa Sucralosa (sustitutos de azúcar)	Jugo de manzana	Perfil sensorial y de aceptación. Efecto sinérgico con el probiótico.	(60)
Oligosacáridos	Jugo de acerola	Síntesis sin adición en el jugo por medio de una reacción química	(61)
Oligosacáridos derivados de lactulosa	Jugo de manzana	Modificaciones fisicoquímicas de los agentes prebióticos durante el procesamiento del jugo de manzana	(62)
Oligofruktosa (sustituto de azúcar y prebiótico)	Jugo clarificado de manzana	Evaluar el efecto sinérgico (probiótico y prebiótico)	(63)
Inulina lactulosa Ácido lactobiónico	Preparaciones simbióticas	Mejorar el crecimiento de los cultivos y proporcionar protección contra el estrés del ácido biliar.	(64)

con adición de oligofruktosa e inulina son apreciados con respecto al sabor y la aceptabilidad general en igual medida que los néctares que contiene solamente azúcar. Adicionalmente en otras bebidas no lácteas como batidos de frutas que contiene *Bifidobacterium lactis HN019* y fructooligosacáridos han demostrado que la formulación que contiene el prebiótico, contribuyen al perfil sensorial, la composición nutricional del batido y posiblemente cambian sus propiedades fisicoquímicas a través de la reducción de la actividad del agua⁴⁵. También se ha reportado que los prebióticos pueden proporcionar atributos en la textura final del producto²¹.

• *Agentes protectores en la microencapsulación:* para aumentar la supervivencia de los probióticos en estas nuevas bebidas funcionales¹⁵ las tecnologías de encapsulación han sido aplicadas (Tabla 2). Se ha

sugerido a los prebióticos como agentes protectores en la microencapsulación de probióticos⁴⁶. Varios estudios han demostrado que el uso de probióticos en los alimentos procesados a partir de frutas o verduras es posible. Sin embargo, se recomienda el uso de barreras protectoras y la microencapsulación para conservar estos microorganismos⁷. La microencapsulación ofrece el potencial de reducir los efectos adversos sobre la viabilidad de los probióticos en los alimentos y los efectos gastrointestinales en el huésped, así como durante el procesamiento, almacenamiento y consumo⁴⁷. La co-encapsulación con prebióticos, antioxidantes, péptidos o polímeros que mejoran el sistema inmunológico también podría explorarse más a fondo. Además, se necesita investigación sobre la estabilidad y liberación de probióticos micro encapsulados en productos alimenticios⁴⁷.

• *Sustitutos de sacarosa en bebidas de fruta*: los prebióticos también puede ser sustitutos de sacarosa como lo demuestran estudios realizados por Renuka et al. (2009) en los cuales se adicionó fructooligosacáridos (FOS) a jugos de piña, mango y naranja. Los resultados indicaron que la sacarosa, que usualmente se usa como edulcorante en bebidas de jugos de frutas, puede ser parcialmente sustituida con FOS sin afectar significativamente la calidad global. Las bebidas de jugo de fruta fueron evaluadas para detectar cambios fisicoquímicos y sensoriales durante 6 meses de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C) y refrigeración (4°C)⁴⁸.

Como conclusión el uso de prebióticos en matrices vegetales es bastante amplio y prometedor en la industria de alimentos a nivel global por lo cual se considera a estos ingredientes funcionales son una de las estrategias aplicadas para mejorar la estabilidad y viabilidad de los probióticos en bebidas de fruta. igualmente se debe considerar en el desarrollo de estos productos, la selección y evaluación de la cepas y establecer la dosis adecuada de inoculación de las bacterias probióticas^{20,30}.

CONCLUSIÓN

Existen grandes retos tecnológicos para asegurar la viabilidad, estabilidad en el almacenamiento y efectos sensoriales de productos a partir de matrices vegetales con potenciales características probióticas. En el mercado existe un gran interés por los alimentos funcionales en especial por el desarrollo en bebidas a base de frutas enriquecidas con probióticos y prebióticos, más aún cuando se ha encontrado que estas matrices son sustratos ideales para las cepas de probióticos y fuentes de prebióticos, debido a que contienen agua, minerales, vitaminas, fibra dietaria y antioxidantes, además de ser consideradas por los consumidores como bebidas refrescantes y saludables. Los estudios evidencian la tendencia y viabilidad de desarrollar estos productos con base en frutas exóticas o de origen tropical.

BIBLIOGRAFÍA

1. Shimizu M. *History and Current Status of Functional Food Regulations in Japan. Second Edi. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World: Second Edition. Elsevier Inc 2014; 257-263.*
2. Younesi E, Ayseli MT. *An integrated systems-based modelo for substantiation of health claims in functional food development. Trends Food Sci Technol 2015; 41(1): 95-100.*
3. Corbo MR, Bevilacqua A, Petruzzi L, Casanova FP, Sinigaglia M. *Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods. Compr Rev Food Sci Food Saf 2014; 13(6):1192-1206.*
4. Annunziata A, Vecchio R. *Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics. Food Qual Prefer. 2013; 28(1): 348-355.*
5. *Food and Agricultural Organization (FAO). Food losses and waste in Latin America and the Caribbean. Boletín 3. Febrero 2016. p. 23. Edit.: Miguel Herrera.*
6. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Poot B, et al. *Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 2014; 11(8): 506-514.*
7. Rai V, Bai J. *Probiotics and Prebiotics in Fruits and Vegetables: Technological and Sensory Aspects. In: Beneficial Microbes in Fermented and Functional Foods. Taylor & Francis Group; 2015. p. 20*
8. Guarner F, Khan A, et al. *World Gastroenterology Organization Global Guidelines: probiotics and prebiotics. J Clin Gastroenterol 2012; 46(6): 468-481.*
9. Patel S, Shukla R, Coyal A. *Probiotics in valorization of innate immunity across various animal models. J Funct Foods. 2015; 14: 549-561.*
10. Fontana L, Bermudez-Brito M, Plaza-Diaz J, Muñoz-Quezada S, Gil A. *Sources, isolation, characterisation and evaluation of probiotics. Br J Nutr 2013; 109(S2): S35-S50.*
11. Vasudha S, Mishra H. *Non dairy probiotic beverages. Int Food Res J 2013; 20(1): 7-15.*
12. Gosá Lbez L, Ramó D. *Probiotics in transition: novel strategies. Cell Press 2015; 33(4): 195-196.*
13. *Organización Mundial de la Salud. Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos. Guías Mundiales de la WGO Probióticos y prebióticos. Organización Mundial de la Salud; 2011. p. 29.*
14. Chen LA, Sears CL. *3 - Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics. Eighth Edi. Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases 2014, p 19-25.*
15. Shahidi F, Alasalvar C. *Handbook of Functional Beverages and Human Health. 2016, p 890.*
16. Yonekura L, Sun H, Soukoulis C, Fisk I. *Microencapsulation of Lactobacillus acidophilus NCIMB 701748 in matrices containing soluble libre by spray drying: Technological characterization, storage stability and survival after in vitro digestion. J Funct Foods 2014; 6(100): 205-214.*
17. Kumar H, Salminen S, Verhagen H, Rowland I, Heimbach J, Bañares S, et al. *Novel probiotics and prebiotics: road to the market. Curr Opin Biotechnol 2015; 32: 99-103.*
18. Dreyer M, Ren O. *Safety of food and beverages: Safety Consideration in Developing Functional Foods. Vol. 3, Encyclopedia of Food Safety. Elsevier Ltd.; 2014, p 13-19.*
19. *Global Industry Analysts Inc. Probiotics: A Global Strategic Business Report. Estados Unidos; 2016.*
20. Shori AB. *Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages. Food Biosci 2016; 13: 1-8.*
21. Martins EMF, Ramos AM, Vanzela ESL, Stringheta PC, de Oliveira Pinto CL, Martins JM. *Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. Food Res Int 2013; 51(2): 764-770.*
22. Vijaya Kumar B, Vijayendra SVN, Reddy OVS. *Trends in dairy and non-dairy probiotic products - a review. J Food Sci Tmultiplechnol 2015; 52(10): 6112-6124.*
23. Lewandowski CM. *Advances in Fruit Processing Technologies. Vol. 1, The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference. 2015, p 1689-1699.*
24. Vandenplas Y, Huys G, Daube G. *Probiotics: an update. J Pediatr (Rio J) 2015; 91(1): 6-21.*
25. Di Cagno R, Coda R. *Fermented vegetable products. Encycl Food Microbiol. Second Edi. 2014; 2: 83-91.*
26. *Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas Mosqueda-Melgar J, Raybaudi-Massilia RM, Martín-Belloso O. Microbiological shelf life and sensory evaluation of fruit juices treated by*

- high-intensity pulsed electric fields and antimicrobials. *Food Boiro Process* 2012; 90(2): 205-214.
27. Di Cagno R, Coda R, De Angelis M, Gobbetti M. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *Food Microbiol* 2013; 33(1): 1-10.
 28. Ren D, Li C, Qin Y, Yin R, Du S, Ye F, et al. In vitro evaluation of the probiotic and functional potential of *Lactobacillus* strains isolated from fermented food and human intestine. *Anaerobe* 2014; 30: 1-10.
 29. Toit E du, Vesterlund S. Assessment of the effect of stress-tolerance acquisition on some basic characteristics of specific probiotics. *Int J* 2013; 165(1): 51-56.
 30. Perricone M, Bevilacqua A, Altieri C, Sinigaglia M, Corbo MR. Challenges for the Production of Probiotic Fruit Juices. *Beverages* 2015; 1: 95-103.
 31. Molin G. Probiotics in foods not containing milk or milk constituents, with special reference to *Lactobacillus plantarum* 299v. *Am J Clin Nutr* 2001; 73(2 Suppl): 380-385.
 32. Martins EMF, Ramos AM, Vanzela ESL, Stringheta PC, de Oliveira Pinto CL, Martins JM. Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. *Food Res Int*. 2013; 51(2): 764-770.
 33. Sheehan VM, Ross P, Fitzgerald GF. Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2007; 8(2): 279-284.
 34. Tripathi MK, Giri SK. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *J Funct Foods* 2014; 9: 225-241.
 35. Perricone M, Corbo MR, Sinigaglia M, Speranza B, Bevilacqua A. Viability of *Lactobacillus reuteri* in fruit juices. *J Funct Foods* 2014; 10: 421-426.
 36. Luckow T, Delahunty C. Which juice is "healthier"? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Qual Prefer*. 2004; 15(7-8): 751-759.
 37. Luckow T, Sheehan V, Delahunty C, Fitzgerald G. Determining the Odor and Flavor Characteristics of Probiotic, Health-promoting Ingredients and the Effects of Ripéate Esposaré on Consumer Acceptance. *J Food Sci* 2005; 70(1): S53-59.
 38. Al-Serojo SH, Ismail A, Manan MY, Mustafa S, Yusof RM, Hassan FA. Prebiotics as functional foods: A review. *J Funct Foods* 2013; 5(4): 1542-1553.
 39. Siró I, Kápolna E, Kápolna B, Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer Acceptance-a review. *Appetite* 2008; 51(3): 456-467.
 40. Singh RD, Banerjee J, Arora A. Prebiotic potential of oligosaccharides: A focus on xylan derived oligosaccharides. *Bioact Carbohydrates Diet Fibre* 2015; 5(1): 19-30.
 41. Shoaf K, Mulvey GL, Armstrong GD, Hutkins RW. Prebiotic galactooligosaccharides reduce adherence of enteropathogenic *Escherichia coli* to tissue culture cells. *Infect Immun*. 2006; 74(12): 6920-6928.
 42. Kadlec R, Jakubec M. The effect of prebiotics on adherence of probiotics. *J Dairy Sci* 2014; 97(4): 1983-1990.
 43. Betoret E, Betoret N, Vidal D, Fito P. Functional foods development: Trends and technologies. *Trends Food Sci Technol* 2011; 22(9): 498-508.
 44. Braga HF, Conti-Silva AC. Papaya nectar formulated with prebiotics: Chemical characterization and sensory acceptability. *LWT - Food Sci Technol* 2015; 62: 854-860.
 45. Tymczyszyn E, Gerbino E, Illanes A, Gómez-Zavaglia A. Galacto-oligosaccharides as protective molecules in the preservation of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *Cryobiology* 2011; 62(2): 123-129.
 46. Montes Ramírez Luz Mary. Effect of microencapsulation with prebiotic agents on the viability of probiotic microorganisms (*Lactobacillus casei* ATCC 393 y *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 9469). 2013. Universidad Nacional de Colombia
 47. Manojlovi V, Nedovic VA, Kailasapathy K. Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing. In: Zuidam NJ, Nedovic V, editors. *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*. New York, NY: Springer New York; 2010. p. 269-302.
 48. Renuka B, Kulkarni SG, Vijayanand P, Prapulla SG. Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: Effect on the quality characteristics. *LWT - Food Sci Technol* 2009; 42(5): 1031-1033.
 49. Céspedes M, Cárdenas P, Staffolani M, Ciappini MC, Vinderola G. Performance in nondairy drinks of Probiotic L. Casei strains usually employed in dairy products. *J Food Sci*. 2013; 78(5): 756-62.
 50. Nualkaekul S, Deepika G, Charalampopoulos D. Survival of freeze dried *Lactobacillus plantarum* in instant fruit powders and reconstituted fruit juices. *Food Res Int* 2012; 48(2): 627-33.
 51. Saarela M, Alakomi H-L, Mättö J, Ahonen A-M, Tynkkynen S. Acid tolerant mutants of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* with improved stability in fruit juice. *LWT - Food Sci Technol* 2011; 44(4): 1012-1018.
 52. Champagne CP, Gardner NJ. Effect of storage in a fruit drink on subsequent survival of probiotic lactobacilli to gastrointestinal stresses. *Food Res Int* 2008; 41(5): 539-543.
 53. Nualkaekul S, Cook MT, Khutoryanskiy V V., Charalampopoulos D. Influence of encapsulation and coating materials on the survival of *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium longum* in fruit juices. *Food Res Int* 2013; 53(1): 304-411.
 54. Di Cagno R, Minervini G, Rizzello CG, De Angelis M, Gobbetti M. Effect of lactic acid fermentation on antioxidant, texture, color and sensory properties of red and green smoothies. *Food Microbiol* 2011; 28(5): 1062-1071.
 55. Randazzo C, Pitino I. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* probiotic strains in peach jam during storage at different temperatures. *Food Sci Technology* 2013; 33(4): 652-659.
 56. Yoon KY, Woodams EE, Hang YD. Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. *LWT - Food Sci Technol*. 2005; 38(1): 73-75.
 57. Rodríguez-Barona S, Giraldo GI, Zuluaga YP. Evaluación de la Incorporación de Fibra Prebiótica sobre la Viabilidad de *Lactobacillus casei* Impregnado en Matrices de Mora (*Rubus glaucus*). *Inf Tecnológica* 2015; 26(5): 25-34.
 58. Wang X, Huang M, Yang F, Sun H, Zhou X, Guo Y, et al. Rapeseed polysaccharides as prebiotics on growth and acidifying activity of probiotics in vitro. *Carbohydr Polym*. 2015; 125: 232-240.
 59. Krasaekoopt W, Watcharapoka S. Effect of addition of inulin and galactooligosaccharide on the survival of microencapsulated probiotics in alginate beads coated with chitosan in simulated digestive system, yogurt and fruit juice. *LWT - Food Sci Technol*. 2014; 57(2): 761-766.
 60. Pimentel TC, Madrona GS, Prudencio SH. Probiotic clarified apple juice with oligofructose or sucralose as sugar substitutes: Sensory profile and acceptability. *LWT - Food Sci Technol*. 2015; 62(1): 838-846.
 61. Araújo AD a, Coelho RMD, Fontes CPML, Silva AR a, da Costa JMC, Rodrigues S. Production and spouted bed drying of acerola juice containing oligosaccharides. *Food Bioprod*

- Process. Institution of Chemical Engineers; 2014 Aug; 1–7.
62. López-Sanz S, Montilla A, Moreno FJ, Villamiel M. Stability of oligosaccharides derived from lactulose during the processing of milk and apple juice. *Food Chem* 2015; 183: 64-71.
 63. Pimentel TC, Madrona GS, Garcia S, Prudencio H. Probiotic viability, physicochemical characteristics and acceptability during refrigerated storage of clarified apple juice supplemented with *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* and oligofructose in different package type. *LWT - Food Sci Technol* 2015; 63: 415-422.
 64. Adebola OO, Corcoran O, Morgan W a. Synbiotics: the impact of potential prebiotics inulin, lactulose and lactobionic acid on the survival and growth of lactobacilli probiotics. *J Funct Foods* 2014; 10: 75-84.